



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

Document à accès immédiat

# Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

Rapport final

**BRGM/RP-71353-FR**

Version 1 du 24 novembre 2021

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM

**E. Rouxel, P. Courbier, T. De Cathelineau, A. Henriot, V. Labbé, JF Vernoux,  
B. Dewandel, A. Lefevre**

## Vérificateur :

Nom : Arnaud WUILLEUMIER

Fonction : Hydrogéologue

Date : 25/11/2021

Signature :

## Approbateur :

Nom : Xavier RACHEZ

Fonction : Directeur Régional

Date : 01/12/2021

Signature :

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

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)

## Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

## Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire mis à votre disposition.

**Mots clés :** Hydrogéologie, Piézométrie, Prélèvement, Eau souterraine, Alimentation eau potable, Système d'information, site Internet, réseau surveillance, Maine et Loire, Pays de la Loire.

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

**E. Rouxel, P. Courbier, T. De Cathelineau, A. Henriot, V. Labbé, JF Vernoux, B. Dewandel, A. Lefevre (2021)**  
– Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022. Rapport final V1. BRGM/RP-71353-FR, 126 p.

© BRGM, 2021, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.  
IM003-MT008-P2-21/09/2021

## Synthèse

Le réseau de suivi pour les ressources sollicitées pour l'alimentation en eau potable (AEP) a pour objectifs une meilleure connaissance et une meilleure gestion quantitative des ressources en eau souterraine utilisées pour la production en eau potable sur le département du Maine-et-Loire.

Suite à une première étude de diagnostic (rapport BRGM/RP-56530-FR, 2008) et à une étude de faisabilité (rapport BRGM/RP-59752-FR, 2011), ce réseau a été mis en place et amorcé en 2012. Le BRGM en a été désigné gestionnaire par les membres du Comité de suivi technique (Département du Maine-et-Loire [49], l'AELB, l'ARS 49 et la DDT 49).

Ce suivi est réalisé dans le cadre d'un partenariat pluriannuel de 2011 à 2016 reconduit en 2016 pour une période de 5 ans assorti d'une convention d'exécution annuelle entre le Département du Maine-et-Loire et le BRGM.

Le présent rapport décrit les actions réalisées par le BRGM – Direction Pays de la Loire dans le cadre du réseau de suivi départemental des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable (appelé « réseau AEP49 ») pour les années 2020 et 2021. Les actions réalisées sont décrites selon les trois axes de travail suivants :

- Le fonctionnement du réseau de suivi pour l'année considérée ;
- L'amélioration continue des outils dédiés et des méthodes de travail ;
- Les actions connexes : appui à Maître d'ouvrage, visites de sites pour la mise à jour des informations et la validation des données transmises, bilan de l'année à l'échelle du département.

Ce rapport comporte également une analyse à l'échelle départementale des prélèvements réalisés en eau souterraine pour la production d'eau potable, de l'état des ressources en eau souterraine et des difficultés de production rencontrées. Ce bilan est établi pour les années 2020 et 2021.

En 2022, la gestion du réseau de suivi devrait se poursuivre selon les mêmes modalités de fonctionnement et ce dans le cadre d'une nouvelle convention établie entre le Conseil Départemental du Maine-et-Loire et le BRGM pour l'année civile 2022.



## Sommaire

1. Introduction .....	9
1.1. Cadre de l'étude.....	9
1.2. Objectifs fixés.....	9
2. Bilan des travaux réalisés en 2020 et 2021 .....	11
2.1. Evolutions du réseau.....	11
2.1.1. Ouvrages de prélèvements .....	11
2.1.2. Les équipements de suivi et les données transmises.....	12
2.1.3. Les interlocuteurs et structures compétentes .....	14
2.2. Fonctionnement du réseau.....	15
2.2.1. Programme défini.....	15
2.2.2. Intégration et vérification mensuelles des données .....	15
2.2.3. Analyse et valorisation mensuelles des données .....	16
2.2.4. Mise à disposition des données valorisées.....	18
2.2.5. Bancarisation des données du réseau sur ADES.....	19
2.2.6. Travaux et anomalies signalés .....	20
2.3. Amélioration et maintenance des outils informatiques .....	26
2.3.1. Programme défini.....	26
2.3.2. Maintenance des outils informatiques du Réseau AEP49 .....	27
2.3.3. Fréquentation du site Internet <a href="http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/">http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/</a> .....	29
2.3.4. Evolution des outils informatiques .....	34
2.4. Autres actions réalisées .....	35
2.4.1. Programme défini.....	35
2.4.2. Appuis aux maîtres d'ouvrages .....	35
2.4.3. Visites d'unités .....	38
2.4.4. Journée de rencontre technique.....	43
2.4.5. Valorisation et communication.....	43
2.5. Développement des outils d'analyse .....	45
2.5.1. Programme défini.....	45
2.5.2. Indicateurs de situation .....	45
2.5.3. Développement de modélisations de chroniques piézométriques .....	46
2.6. Analyse et Synthèse.....	63
2.6.1. Programme défini.....	63
2.6.2. Analyse des volumes prélevés pour la production d'eau potable.....	63
2.6.3. Evolution de la piézométrie des ressources sollicitées en 2020 et 2021.....	66
2.6.4. Evolution des cas d'alerte et de vigilance signalés .....	67
2.6.5. Analyse ciblée pour une sélection d'ouvrages.....	70
3. Perspectives de travail pour l'année 2022 .....	75
4. Conclusion .....	77

## Liste des figures

Illustration 1 - Conventions d'exécution annuelle établies depuis 2018.....	9
Illustration 2 - Evolution du nombre d'ouvrages de prélèvements pris en compte dans le Réseau AEP49 depuis 2013.....	11
Illustration 3 - Evolution des ouvrages équipés de suivis et des données transmises dans le cadre du Réseau AEP49 depuis 2013.....	12

Illustration 4 - Evolutions des données transmises depuis 2012.....	13
Illustration 5 - Répartition des ouvrages par structure compétente .....	14
Illustration 6 - Répartition des ouvrages par type d'exploitation et exploitant.....	14
Illustration 7 - Codes utilisés pour les indicateurs du Réseau AEP49, 2020 .....	16
Illustration 8 – Exemple de Bulletin de situation mensuel.....	18
Illustration 9 - Chaîne de traitement des données pour leur déversement sur ADES .....	19
Illustration 10 – Tableau des travaux signalés en 2020 .....	20
Illustration 11 – Tableau des travaux signalés en 2021 .....	21
Illustration 12 – Exemple de correction de chronique réalisée, Ouvrage 04822X0046/F84 – Champtoceaux.....	22
Illustration 13 – Tableau des travaux réalisés sur les données, 2020.....	22
Illustration 14 – Tableau des travaux réalisés sur les données, 2021.....	23
Illustration 15 – Tableau des cas de vigilance et d'alerte signalés en 2020 .....	24
Illustration 16 – Tableau des cas de vigilance et d'alerte signalés en 2021 .....	25
Illustration 17 - Fréquentation du site internet depuis 2013, évolution du nombre de pages consultées.....	29
Illustration 18 - Fréquentation du site internet depuis 2013, nombre de vues par mois. ....	30
Illustration 19 - Fréquentation du site internet, nombre de visiteurs uniques par type.....	31
Illustration 20 - Fréquentation du site internet, nombre de pages consultées par structure .....	31
Illustration 21- Tableau du nombre de pages consultées par rubrique et par an .....	32
Illustration 22 - Fréquentation du site internet depuis 2013, nombre de consultations par Rubrique. .....	33
Illustration 23 – Tableau d'avancement des travaux pour l'évolution des outils informatique et la migration de l'hébergement.....	34
Illustration 24 – Tableau récapitulatif des Appuis à Maitre d'ouvrage réalisés par le BRGM en 2020.....	35
Illustration 25 – Tableau récapitulatif des Appuis à Maitre d'ouvrage réalisés par le BRGM en 2021.....	36
Illustration 26 – Fiche demande d'appui technique aux collectivités (BRGM – CD49, 2021) ....	37
Illustration 27 – Bilan des visites d'unités réalisées en 2021 .....	39
Illustration 28 – Tableau de synthèse des points vus lors des visites en 2021 (à début novembre) .....	40
Illustration 29 – Photo de visite d'unité (Cholet, 2021).....	41
Illustration 30 – Ecart calculés entre les mesures manuelles et les valeurs données par les sondes (visites 2021). .....	42
Illustration 31 – Programme de la rencontre technique du 12 décembre 2019 .....	43
Illustration 32 - Codes utilisés pour les indicateurs du Réseau AEP49, 2020 .....	45
Illustration 33 – Finalités possibles de modélisation de chroniques, Prévisions saisonnières ...	46

Illustration 34 – Graphique de comparaison des chroniques piézométriques et de volumes prélevés disponibles (Ouvrage de Noyant Bouton - 04562X0065/F).....	48
Illustration 35 – Résultat du calage de la chronique du Piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ), Gardénia .....	49
Illustration 36 – Tests de prévisions saisonnière de chronique pour l'année 2019 - Piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ), Gardénia .....	50
Illustration 37 – Niveaux piézométriques enregistrés dans le piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ) en 2018 et 2019 .....	50
Illustration 38 – Résultat du calage de la chronique de l'ouvrage AEP de Noyant (logiciel GARDENIA) .....	51
Illustration 39 – Baisse du niveau liée aux prélèvements pour l'AEP calculée (logiciel GARDENIA) .....	51
Illustration 40 – Tableau illustrant une partie de la série de données constituée au pas de temps de 12h pour l'ouvrage de Noyant Bouton (04562X0065/F) .....	52
Illustration 41 Données disponibles. Evolution au cours du temps pour la période 2012-2021 .	53
Illustration 42 Piézométrie. Mise en évidence des périodes lacunaires.....	54
Illustration 43 Description des périodes lacunaires pour la piézométrie : nombre de jours sans donnée, date de début et date de fin de la période sans donnée.....	54
Illustration 44 Comparaison des signaux bruts (bleu foncé en haut, puis moyennés sur une période de 7 jours (bleu clair, au milieu) ou 30 jours (orange, en bas).....	56
Illustration 45 Jeux de données pris en compte pour la modélisation : signaux sous échantillonnés au pas de temps 7 jours, détaillés par type d'observation (piézométrie, pluie,...) et par ensemble (apprentissage (learn), validation, test).....	57
Illustration 46 Autocorrélation des séries temporelles considérées (sous échantillonnées à 7 jours). .....	58
Illustration 47 Autocorrélation partielle des séries temporelles (sous échantillonnées à 7 jours). .....	59
Illustration 48 – Evolution des prélèvements annuels par aquifère depuis 2013 (source : données transmises dans le cadre du Réseau AEP49) .....	64
Illustration 49 - Répartition par aquifère des volumes prélevés en 2020 et 2021 (source : données transmises dans le cadre du Réseau AEP49) .....	65
Illustration 50 - Volumes mensuels prélevés de 2013 à 2021 par aquifère (source : données transmises dans le cadre du Réseau AEP49) .....	65
Illustration 51 – Nombre d'ouvrages déclarés en alerte et en vigilance de 2019 à 2021. ....	68
Illustration 52 – Evolution des niveaux et des prélèvements dans l'ouvrage P7 de Montjean-sur-Loire - 04536X0001/P1 (source : site internet <a href="https://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/">https://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/</a> ) .....	69
Illustration 53 – Evolution du débit spécifique et des niveaux minimum et maximum journaliers, ouvrage 04562X0065/F .....	71
Illustration 54 – Evolution du débit spécifique et des prélèvements, ouvrage 04562X0065/F ...	71
Illustration 55 - Evolution du niveau dans l'ouvrage AEP entre le 26 et le 28 mars 2020 (source données : SAUR) .....	72

Illustration 56 – Synthèse des résultats de l'exploitation de l'essai de pompage réalisé en 2018, ouvrage 04562X0065/F.....	73
Illustration 57 - Schéma de fonctionnement du réseau AEP49, 2019.....	82
Illustration 58- Carte hydrogéologique simplifiée du Maine-et-Loire (BRGM, 2008).....	86
Illustration 59 - Coupe Sud-Ouest - Nord-Est du Maine-et-Loire présentant les types d'aquifères. .....	86
Illustration 60 - Schéma d'une nappe alluviale présentant ses connexions avec le cours d'eau et les formations encaissantes (Bloc diagramme) .....	87
Illustration 61 – Coupe schématique des formations Cénomaniens et Séno-Turonien en Maine-et-Loire.....	87
Illustration 62 – Principe de fonctionnement du logiciel Gardénia.....	117
Illustration 63 - Schéma de principe de GARDÉNIA, et schéma du modèle GARDÉNIA avec un réservoir souterrain à deux orifices de vidange .....	118

## Liste des annexes

Annexe 1 Rappels concernant le Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP en Maine-et-Loire .....	79
Annexe 2 Rappel du contexte hydrogéologique du Maine-et-Loire .....	85
Annexe 3 Liste des ouvrages du réseau, état des données transmises en 2020 et 2021 ..	89
Annexe 4 Bulletins mensuels édités en 2020 et 2021 (synthèse départementale) .....	95
Annexe 5 Présentation du logiciel GARDENIA .....	115
Annexe 1 Présentation de l'Intelligence artificielle appliquée aux eaux souterraines.....	119



# 1. Introduction

## 1.1. CADRE DE L'ETUDE

La gestion du Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'alimentation en eau potable (AEP) en Maine-et-Loire est réalisée par le BRGM – Direction Pays de la Loire dans le cadre d'un partenariat pluriannuel assorti d'une convention d'exécution annuelle entre le Département du Maine-et-Loire et le BRGM.

En 2020, tous les travaux attendus n'ont pu être réalisés par le BRGM (conditions sanitaires, absences non remplacées). Aussi, la durée de la convention annuelle amorcée en septembre 2019 a été prolongée de 3 mois par avenant.

La convention annuelle amorcée en septembre 2020 a également fait l'objet d'un avenant de prolongation de 3 mois. Ainsi les prochaines conventions couvriront les années civiles.

L'illustration ci-dessous permet de visualiser les conventions d'exécution signées depuis fin 2018.

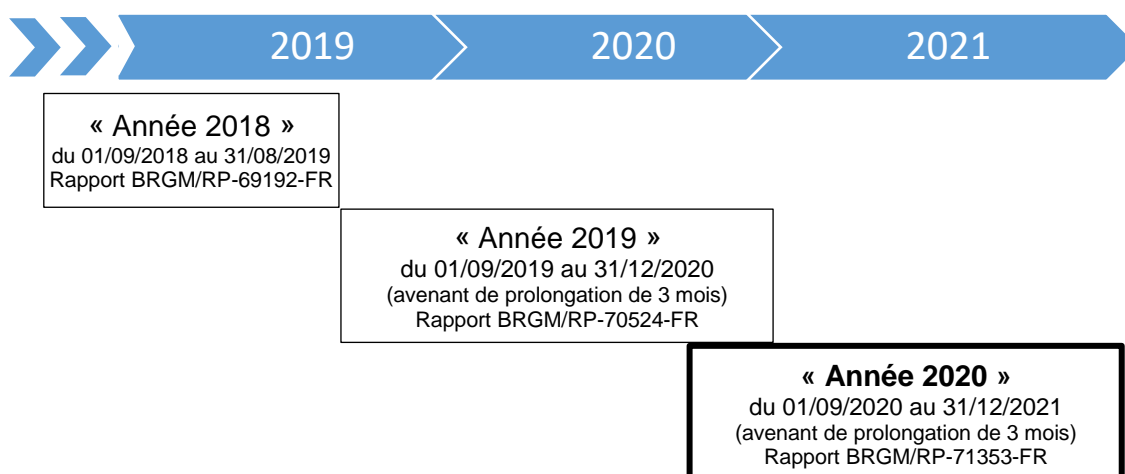


Illustration 1 - Conventions d'exécution annuelle établies depuis 2018

Ce rapport fait état des travaux réalisés en 2020 et 2021 (années civiles).

## 1.2. OBJECTIFS FIXES

En 2012, le Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP en Maine-et-Loire est entré en fonctionnement. **Ce réseau, ci-après désigné par « Réseau de suivi AEP49 » (ou « Réseau AEP49 ») constitue un véritable outil de suivi, d'aide à la décision et de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable.**

En effet le travail réalisé dans le cadre de ce projet permet :

- L'animation du réseau des captages d'eau potable ;
- L'amélioration très nette des suivis ainsi que leur collecte et leur bancarisation pour chaque site (suivi piézométrique et suivi des volumes prélevés) ;
- La mise à disposition régulière d'informations valorisées, homogènes et actualisées relatives aux ouvrages et à l'état des ressources ;

Le fonctionnement du réseau de suivi AEP49 est rappelé en Annexe 1 et le contexte hydrogéologique du Maine-et-Loire est décrit de manière synthétique en Annexe 2.

**Pour les années 2020 et 2021, la convention d'exécution prévoyait des actions portant sur les axes suivants :**

1. Le fonctionnement du réseau de suivi pour l'année considérée ;
2. L'amélioration continue des outils dédiés et des méthodes de travail ;
3. Les actions connexes : appui à Maître d'ouvrage, journée d'échanges, visites d'unités de captage (une dizaine de sites), développement d'outils sur la base des chroniques acquises depuis 2012, bilan des années 2020 et 2021 à l'échelle du département et analyse ciblée pour une sélection d'unités (4 à 8 ouvrages traités au maximum).

Ce rapport fait état des travaux réalisés en 2020 et 2021 par le BRGM. Ceux-ci sont détaillés par axe dans les chapitres suivants.

## 2. Bilan des travaux réalisés en 2020 et 2021

### 2.1. EVOLUTIONS DU RESEAU

#### 2.1.1. Ouvrages de prélèvements

Le réseau englobe tous les ouvrages actifs de prélèvement en eau souterraine pour l'usage AEP.

En 2020, le captage de Chalonnnes a été abandonné. En 2021, celui de la Bohalle a été abandonné et les deux piézomètres complémentaires suivis depuis 2015 sur l'unité de Beaufort-en-Vallée ont été abandonnés. **Ainsi, à fin 2021, le Réseau AEP49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.**

Le tableau ci-dessous reprend l'évolution du nombre d'ouvrages pris en compte depuis 2013. La liste complète des ouvrages en service est reportée en Annexe 3.

Année Nb ouvrages à fin déc.	Evolution	
	Ouvrages mis en service	Ouvrages abandonnés
<b>2013</b> 87 ouvrages	<b>4 ouvrages :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaufort-en-Vallée (+1 : les pièces de bois),</li> <li>• Rochefort-sur-Loire (+1 : Puits à drains). <i>Ouvrages F4 et F5 conservés en sécurité</i></li> <li>• Louroux-Béconnais (+2 : Chaponneaux F1 et F2)</li> </ul>	<b>2 ouvrages :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaufort-en-Vallée (Seillandières)</li> <li>• Louroux-Béconnais (ancien «Chaponneaux»)</li> </ul>
<b>2014</b> 87 ouvrages	<i>Pas d'évolution</i>	<i>Pas d'évolution</i>
<b>2015</b> 85 ouvrages (dont 2 piézomètres)	<b>2 ouvrages :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaufort-en-Vallée (+2 piézomètres complémentaires)</li> </ul>	<b>4 ouvrages :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saint-Florent-le-Vieil (1 ouvrage)</li> <li>• Gennes (3 ouvrages)</li> </ul>
<b>2016</b> 85 ouvrages (dont 2 piézomètres)	<i>Pas d'évolution</i>	<i>Pas d'évolution</i>
<b>2017</b> 85 ouvrages (dont 2 piézomètres)	<i>Pas d'évolution</i>	<i>Pas d'évolution</i>
<b>2018</b> 83 ouvrages (dont 2 piézomètres)	<i>Pas d'évolution</i>	<b>2 ouvrages (distribution en 44) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freigné (La Beltière)</li> </ul>
<b>2019</b> 87 ouvrages (dont 2 piézomètres)	<b>4 ouvrages :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saumur (+3 : FL1, FL2, FL3)</li> <li>• Champtoceaux (+1 : F3)</li> </ul>	
<b>2020</b> 86 ouvrages (dont 2 piézomètres)	<i>Pas d'évolution</i>	<b>1 ouvrage :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chalonnnes</li> </ul>
<b>2021</b> 83 ouvrages	<i>Pas d'évolution</i>	<b>3 ouvrages :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaufort-en-Vallée (-2 - piézomètres complémentaires)</li> <li>• La Bohalle</li> </ul>

Illustration 2 - Evolution du nombre d'ouvrages de prélèvements pris en compte dans le Réseau AEP49 depuis 2013.

### 2.1.2. Les équipements de suivi et les données transmises

Pour garantir une meilleure analyse de la situation des ressources sollicitées et atteindre les objectifs du Réseau AEP49, l'évolution des équipements en place est attentivement suivie. Le tableau ci-dessous présente l'évolution des suivis (sonde piézométrique et compteur) depuis 2013.

Année	Ouvrages équipés <i>Et données transmises</i>	Ouvrages équipés <i>Et données non transmises</i>	Ouvrages non équipés
2013	<b>14 ouvrages de plus*</b> : • Neuillé et Vernantes-Buton (+ 3); • Cholet (+ 9) ; • Seiche-sur-le-Loir (+1); • Jarzé (+ 1). <b>A fin 2013, 63 ouvrages</b>	<b>A fin 2013, 4 ouvrages :</b> • Breille-les-Pins (1) • Montsoreau (2), • Saint Martin de la Place (1)	<b>A fin 2013, 20 ouvrages</b>
2014	<b>7 ouvrages de plus*</b> : • Rochefort-sur-Loire (+ 1 – Puits à drains mis en service en août 2013) ; • Allonnes (+ 3) ; • Breille-les-Pins (+ 1) ; • Montsoreau (+ 2). <b>A fin 2014, 70 ouvrages.</b>	<b>A fin 2014, 3 ouvrages :</b> • Beaufort-en-Vallée (1 - Les Pièces de Bois) ; • Louroux-Béconnais (2).	<b>A fin 2014, 14 ouvrages</b>
2015	<b>1 ouvrage et 2 piézomètres de plus*</b> : • Beaufort-en-Vallée (+1 - Les Pièces de Bois ; +2 piézomètres complémentaires) <b>A fin 2015, 72 ouvrages.</b>	<b>A fin 2015, 2 ouvrages :</b> • Louroux-Béconnais (2).	<b>A fin 2015, 11 ouvrages</b>
2016	<b>A fin 2016, 72 ouvrages.</b>	<b>A fin 2016, 2 ouvrages :</b> • Louroux-Béconnais (2).	<b>A fin 2016, 11 ouvrages</b>
2017	<b>A fin 2017, 72 ouvrages</b>	<b>A fin 2017, 2 ouvrages :</b> • Louroux-Béconnais (2).	<b>A fin 2017, 11 ouvrages</b>
2018	<b>1 ouvrage de plus*</b> : • Saint Martin de la Place (+1) <b>A fin 2018, 73 ouvrages</b>	<b>A fin 2018, 2 ouvrages :</b> • Louroux-Béconnais (2)	<b>A fin 2018, 8 ouvrages</b> • Vernantes- La Maladrie (1) ; • Ponts-de-Cé (5) ; • Vritz-Candé (1 Kiriaie F1) • Saumur (1)
2019	<b>4 ouvrages de plus*</b> : • Saumur (+3) • Champtoceaux (+1 ouvrage) <b>A fin 2019, 77 ouvrages</b>	<b>A fin 2019, 6 ouvrages :</b> • Louroux-Béconnais (2) • Les Ponts de Cé (3) • Vernantes – La Maladrie (1)	<b>A fin 2019, 4 ouvrages</b> • Ponts-de-Cé (2) ; • Vritz-Candé (1 Kiriaie F1) • Saumur (1)
2020	<b>4 ouvrages de plus*</b> : • Louroux-Béconnais (+2) • Vernantes – La Maladrie (+1) • Vritz-Candé (+1 : Kiriaie F1) • Saumur (+1) • Chalonnes (-1) <b>A fin 2020, 81 ouvrages</b>	<b>A fin 2020, 3 ouvrages :</b> • Les Ponts de Cé (3)	<b>A fin 2020, 2 ouvrages</b> • Ponts-de-Cé (2)
2021	<b>3 ouvrages de moins*</b> : • Pièces de Bois (-2 piézomètres complémentaires) • La Bohalle (-1) <b>A fin 2021, 78 ouvrages</b>	<b>A fin 2021, 2 ouvrages :</b> • Les Ponts de Cé (2)	<b>A fin 2021, 3 ouvrages</b> • Ponts-de-Cé (3)

\*équipés et dont l'envoi des données a été amorcé

*Illustration 3 - Evolution des ouvrages équipés de suivis et des données transmises dans le cadre du Réseau AEP49 depuis 2013.*

Depuis 2012, les défauts de suivis sont signalés par le BRGM. Ils font l'objet d'échanges techniques avec les collectivités et les exploitants concernés. Le BRGM signale également les lacunes d'équipements et d'envois de données dans les bulletins mensuels (depuis 2012) et lors des visites d'unités (depuis 2017).

Ces efforts de suivi et de communication réalisés dans le cadre du Réseau AEP se sont traduits par une très nette augmentation des ouvrages équipés de suivis et des données de suivi transmises.

**Concernant l'état des ouvrages dotés d'un suivi piézométrique, sur les 83 ouvrages de prélèvements en eau souterraine pour la production d'eau potable, 80 ouvrages sont équipés d'un suivi piézométrique à fin 2021 (soit 96%).**

**Concernant les envois mensuels de données de suivi, ils sont désormais réalisés pour 78 ouvrages** (répartis en 29 unités de captage ou « unités de production AEP ») **soit 94% des ouvrages de production AEP du département.** La seule unité pour laquelle l'équipement en suivis et l'envoi des données de suivi reste à mettre en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages exploités dont 3 non suivis) malgré trois visites réalisées par le Conseil Départemental et le BRGM depuis 2017 sur ce site.

L'illustration 4 résume l'évolution du nombre total d'ouvrage de production AEP (en gris foncé), celle du nombre de suivis transmis (en bleu) et celle du nombre d'ouvrages disposant d'un équipement de suivi (en gris clair).



Illustration 4 - Evolutions des données transmises depuis 2012.

**L'équipement des ouvrages en suivis et l'envoi des données au BRGM s'améliorent chaque année depuis 2012 pour atteindre maintenant un seuil.** L'envoi des données de suivi reste à instaurer uniquement pour l'unité des Ponts-de-Cé (3 ouvrages de production suivis).

Afin d'améliorer la transmission des données, les exploitants sont encouragés à investir des efforts pour l'automatisation des envois de données ou – a minima – pour un relai d'information correct lors de départs en congés.

Le BRGM rappelle désormais chaque mois les échéances d'envoi pour les envois de données des mois à venir par mail. Ainsi, pour tous les envois non automatisés, les exploitants arrivent à s'organiser pour transmettre les données de suivi y compris pendant les périodes de vacances.

**Les efforts portent désormais sur l'amélioration de la qualité des suivis réalisés. Cet aspect est traité depuis 2017 à travers les visites d'unités** (cf. chapitre 2.4.3 ; p. 38).

### 2.1.3. Les interlocuteurs et structures compétentes

Les collectivités et exploitants concernés sont ceux qui contribuent à la production d'eau potable à partir de prélèvements en eau souterraine.

La structure compétente et l'exploitant veillent à la bonne utilisation des ressources et des ouvrages de prélèvements pour l'unité de captage ou les unités de captage les concernant.

#### a) Propriété des unités de captage du Réseau AEP49

A fin 2021, 7 structures compétentes (5 EPCI et 2 syndicats) se répartissent la compétence « Eau » pour les 30 unités de captage en eau souterraine qui constituent le Réseau AEP49 comme figuré en Illustration 5.

Structure compétente	Nombre d'unités de captage	Nombre d'ouvrages
<b>Syndicat d'eau</b>	<b>10</b>	<b>22</b>
Syndicat d'eau de l'Anjou	8	16
SMAEP EAUX DE LOIRE	2	6
<b>EPCI</b>	<b>20</b>	<b>61</b>
Baugeois Vallée	6	16
Saumur Val de Loire	11	28
Mauges Communauté	1	3
Agglomération du Choletais	1	9
Angers Loire Métropole	1	5
<b>Total général</b>	<b>30</b>	<b>83</b>

Illustration 5 - Répartition des ouvrages par structure compétente

#### b) Exploitation des unités de captage

Dans le cadre du Réseau AEP49, l'exploitant veille au bon fonctionnement des équipements de suivi (mesures de contrôle régulières) et à la transmission régulière des données au BRGM (gestionnaire du réseau de suivi AEP49). Il informe également le BRGM des travaux ou problèmes de production rencontrés.

En Maine-et-Loire, à fin 2021, l'exploitation des 30 unités de prélèvement en eau souterraine pour l'AEP n'est plus répartie qu'entre 5 interlocuteurs (10 en 2019) comme présenté en Illustration 6.

Exploitation	Nombre d'unités de captage	Nombre d'ouvrages
<b>délégation</b>	<b>20</b>	<b>62</b>
SAUR ANJOU MAINE TOURAINE	9	26
VEOLIA	11	36
<b>Régie</b>	<b>10</b>	<b>21</b>
ANGERS LOIRE METROPOLE	1	5
Saumur Val de Loire	7	11
Syndicat d'eau de l'Anjou	2	5
<b>Total général</b>	<b>30</b>	<b>83</b>

Illustration 6 - Répartition des ouvrages par type d'exploitation et exploitant

## 2.2. FONCTIONNEMENT DU RESEAU

### 2.2.1. Programme défini

En 2020 et 2021, le BRGM – en tant que gestionnaire du réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP et conformément au schéma de fonctionnement établi – devait poursuivre les tâches de gestion et de valorisation des données de suivi réalisées à chaque début de mois depuis 2012.

Les tâches de fonctionnement comprennent :

- la gestion des données : acquisition, bancarisation, contrôle et valorisation ;
- la mise à disposition des données valorisées : mise à jour du site internet dédié, bulletins mensuels de situation, renseignement des données sous ADES (portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines).

### 2.2.2. Intégration et vérification mensuelles des données

Chaque début de mois, avant l'intégration des données transmises par les exploitants en base de données locale, un point sur les fichiers reçus est tout d'abord fait. Les exploitants et collectivités sont contactés en cas de besoin (données non transmises, anomalies, niveau jugé bas...).

Les données prises en compte sont celles des suivis piézométriques (niveaux maximum et minimum journaliers) et des suivis volumétriques (volumes prélevés et débits maximum journaliers) réalisés sur les ouvrages de prélèvements ou dans des ouvrages de suivi situés à proximité.

L'intégration des données est réalisée en deux temps :

- intégration automatique et premier contrôle,
- validation et intégrations manuelles pour ce qui n'a pu être résolu dans un premier temps.

L'analyse et la synthèse des informations intégrées nécessitent de vérifier l'évolution des niveaux à différentes échelles (ouvrage, unité, aquifère) afin de mieux identifier et expliquer les éventuelles différences de comportement. Cette analyse prend en compte les suivis piézométriques effectués dans le cadre du réseau de suivi piézométrique patrimonial dit « Réseau DCE » (réseau 0400000201) et les volumes prélevés pour l'usage AEP (données transmises par les exploitants).

**En 2020, 52 148 valeurs de niveaux piézométriques (niveaux statiques et dynamiques) et 24 612 valeurs de prélèvements (volumes et débits) ont été intégrées en base de données.**

**A début novembre 2021, 44 310 valeurs de niveaux piézométriques (niveaux statiques et dynamiques) et 21 830 valeurs de prélèvements (volumes et débits) ont été intégrées en base de données en 2021.**

### 2.2.3. Analyse et valorisation mensuelles des données

#### a) Définition des indicateurs (révisé en 2020)

La situation des ressources en eau souterraine sollicitées est qualifiée pour chaque unité de captage (ou « unité de production AEP »). Cette situation est représentée par un indicateur.

Pour chaque unité, un code de tendance (évolution stable, en baisse ou en hausse) et un code de situation du niveau sont affectés chaque mois. L'affectation des codes s'effectue en analysant les chroniques de chaque ouvrage.

Le code de situation est attribué en tenant compte de la situation du niveau par rapport aux seuils établis pour chaque ouvrage en fonction de la position des équipements à protéger (toit de l'aquifère, drains, aspiration de la pompe...). Ces seuils sont ajustés et tenus à jour sur la base des informations transmises par les exploitants afin d'être conformes à ceux pris en compte pour l'exploitation. Les trois classes de situation permettant de qualifier l'état du niveau sont détaillés en Illustration 7.

Les indicateurs ainsi définis ont été mis à jour à chaque début de mois sur le site internet.

	Indicateur	Signification
<b>Classes</b>  (situation niveau)		3 : Niveau au-dessus du seuil de vigilance
		2 : Vigilance (seuil de vigilance atteint, exploitation déjà adaptée ou à adapter)
		1 : Alerte (seuil atteint ou dépassé - niveaux très proches des équipements, exploitation déjà adaptée ou à adapter)
<b>Tendance</b>  (évolution niveau)	↗	En hausse
	→	Stable
	↘	En baisse

Illustration 7 - Codes utilisés pour les indicateurs du Réseau AEP49, 2020

#### b) Travail d'analyse

**L'analyse des chroniques piézométriques par ouvrage** permet de vérifier où en sont les niveaux vis-à-vis du seuil défini (renseigné pour chaque ouvrage dans l'outil). Cette étape permet aussi de voir l'évolution du niveau statique (niveau piézométrique maximum enregistré dans l'ouvrage de production, niveau maximum atteint pendant l'arrêt des pompes) et dynamique (niveau piézométrique minimum enregistré dans l'ouvrage de production, niveau minimum atteint pendant le pompage). Les éventuelles variations d'écart entre les deux courbes mises en relation avec les données de prélèvements permettent d'identifier différents cas relatifs à l'ouvrage (colmatage, effet du prélèvement) et au contexte environnant (état de la ressource, effet de prélèvements environnants).

**L'analyse des chroniques piézométriques par unité** de production AEP permet de vérifier la cohérence des évolutions entre les ouvrages d'une même unité. Là aussi, l'analyse doit être faite au regard des données de prélèvement car les différences de comportements piézométriques peuvent être liées à un mode d'exploitation particulier.



**L'analyse des chroniques piézométriques par aquifère** permet de vérifier la cohérence des évolutions entre les ouvrages sollicitant un même aquifère. Ceci permet de comparer l'évolution au droit des différentes unités de captages et de détecter des différences de comportement de la ressource révélant des problématiques locales.

**L'analyse des volumes mensuels** permet de voir leur évolution dans le temps pour chaque unité et chaque ouvrage sollicitant un même aquifère (stables ou en évolution, variations saisonnières...). L'évolution de la répartition des prélèvements entre les ouvrages est également intéressante à observer (reports de prélèvements, mode d'exploitation).

**L'analyse des volumes journaliers** est également réalisée afin de connaître de façon plus fine les variations de prélèvements sur chaque ouvrage (mode d'exploitation, problème d'exploitation ponctuel...). Par cette analyse combinée à celle des chroniques, des phénomènes de colmatage peuvent être identifiés.

*c) Bulletin de situation départemental*

**Le travail d'analyse réalisé est diffusé dans le bulletin de situation édité à chaque début de mois** depuis septembre 2012. En 2020 et 2021, les bulletins mensuels ont été réalisés tous les mois (cf. Annexe 4).

Ce bulletin vise à transmettre aux interlocuteurs du Réseau et aux services de l'Etat une véritable synthèse de la situation des ressources sollicitées pour l'AEP. Le bulletin est transmis par mail et construit pour être rapide à lire.

Ce bulletin comporte désormais 2 pages :

- une première page de synthèse à l'échelle départementale ;
- une deuxième page avec le tableau de situation complet comportant la situation de chacune des unités de captage.

Un exemple est représenté ci-après en Illustration 8.

A travers la page de synthèse départementale, il apporte une vision synthétisée de la situation des ressources.

Le tableau de situation détaillé en page 2 permet de porter à connaissance des collectivités et exploitants les éléments importants relatifs à chaque unité (anomalies dans les suivis transmis, état des sondes, état des ouvrages et travaux en cours). Les unités sont triées par structure compétente et par aquifère sollicité.

La consultation du Bulletin de situation peut être complétée par celle du site internet dédié. Les interlocuteurs du Réseau peuvent par exemple y consulter les graphiques de situation actualisés.

**Pour les cas de vigilance, une situation intermédiaire a été réalisée au 15 du mois de juillet 2021.**



Ce mail comporte à chaque fois une synthèse des unités classées en vigilance ou en alerte ainsi que des unités où des vérifications sont à faire (contrôle de fonctionnement de sonde en particulier). Dans ce mail, le BRGM rappelle également les prochaines échéances d'envoi des données. Le bulletin de situation mensuelle est transmis en pièce jointe.

## 2.2.5. Bancarisation des données du réseau sur ADES

### a) Présentation du Réseau 0400003084 - RRESOUPAEP49

A la demande des membres du Comité Technique en septembre 2015, le BRGM a procédé à la création du Réseau sur le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines (ADES, <https://ades.eaufrance.fr/>) et au renseignement des points d'eau associés fin 2015.

Sur ADES, les codes correspondant au Réseau de suivi AEP49 sont :

- Code SANDRE : 0400003084
- Mnémonique : RRESOUPAEP49
- Libellé : Réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines pour l'AEP du Maine-et-Loire.

A fin 2021, 94 ouvrages (ou « points d'eau ») y sont rattachés. Cette liste intègre l'ensemble des ouvrages concernés par le Réseau AEP49 depuis 2012 y compris ceux qui ne sont plus actifs.

Concernant la confidentialité du positionnement des ouvrages, les ouvrages appartenant à ce réseau appartiennent également au réseau de suivi Qualité RNSISEAU (0000000028 - Réseau national de suivi au titre du contrôle sanitaire sur les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable). Dans le cas d'ouvrages appartenant à un réseau « quantité » et à un réseau « qualité », la confidentialité des coordonnées affectées au réseau « qualité » prévaut. **Ainsi, la position des ouvrages AEP appartenant au réseau de suivi quantitatif AEP49 est confidentielle sur ADES (en accès public).**

### b) Déversement des données (Outils SIEAU et BSSEAU)

L'outil de bancarisation locale utilisé au BRGM pour l'AEP49 (SIEAU) permet d'exporter les données de suivi au format adéquat SANDRE pour renseigner ADES. Après avoir créé et paramétré le réseau sur ADES puis renseigné la BSSEAU (depuis fin 2015), les données de suivi ont pu commencer à être déversées sur ADES selon les modalités illustrées ci-après.

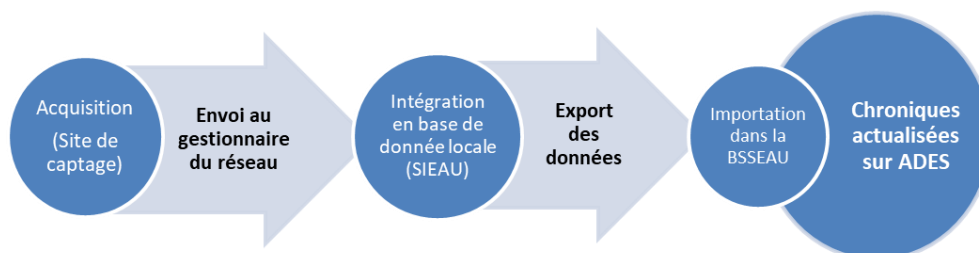


Illustration 9 - Chaîne de traitement des données pour leur déversement sur ADES

Les données chargées sur ADES sont les niveaux piézométriques maximums mesurés (1 valeur / jour). L'évolution du niveau piézométrique maximum transmis par les exploitants dans les ouvrages suivis et - le cas échéant - corrigée par le BRGM et validée par l'exploitant dans le cadre du Réseau AEP49 est ainsi mise à disposition du public.

**En 2020, 26 074 valeurs de niveaux piézométriques (niveaux piézométriques maximums, fréquence journalière) ont ainsi été bancarisées dans ADES.**

**En 2021 (à fin octobre), 22 155 valeurs de niveaux piézométriques (niveaux piézométriques maximums, fréquence journalière) ont ainsi été bancarisées dans ADES.**

### 2.2.6. Travaux et anomalies signalés

Tous les évènements signalés par les producteurs de données sont bancarisés par le BRGM (gestionnaire du réseau). Ces évènements sont actualisés sur le site internet dédié à chaque début de mois et sont consultables dans la rubrique « Interventions » des fiches Ouvrage.

Les évènements bancarisés concernent la vie des ouvrages (pannes, opération de maintenance, exploitation), les cas de vigilances ou les échanges à propos des données transmises (anomalies, vérifications...). Les points pour lesquels le BRGM a signalé ou a échangé avec les responsables d'exploitation et collectivités concernés en 2020 et 2021 sont exposés ci-après.

#### a) Travaux signalés

Les informations relatives aux travaux peuvent concerner l'équipement (changement ou paramétrage de la sonde, modification de la position de la pompe...), l'exploitation de l'ouvrage et les travaux réalisés (investigations, entretien, dépannages). Ces informations relayées par les exploitants ou les collectivités sont indispensables pour suivre l'évolution des ouvrages et de leurs équipements.

En 2020, les principaux travaux concernent l'ouvrage de Rochefort-sur-Loire (travaux de régénération) et celui de Chazé-Henry (travaux pour améliorer la protection de l'ouvrage de prélèvement ont été amorcés en décembre). En termes d'équipements de suivi, 4 sondes de pression ont été remplacées (unités de Beaufort et de Mazé).

TYPE	Commune	Ouvrage	Identifiant	mois	Détail
EQUIPEMENT	BEAUFORT EN VALLE	LE CLOS BERTIN 1	04552X0069	janv	Sonde de niveau changée Sonde Hitect 0-60m - 60 m de câble (Info STGS)
EQUIPEMENT	BEAUFORT EN VALLE	LE CLOS BERTIN 2	04552X0070	janv	Sonde de niveau changée sonde hitec 0-40m avec 50m de câble (Info STGS)
EQUIPEMENT	NOYANT	BOUTON	04562X0065	août	pompe abaissée de 2m le 9 juin 2020 Modification position pompe (ancienne=63,5m NGF; nouvelle =61.5m NGF) et seuils.
EQUIPEMENT	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	août	Pompe abaissée de 2m le 11/06/2020 Modification du seuil. ancien=54.38, nouveau= 52.38
EQUIPEMENT	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	août	Sonde HS (le 31/07/2020)
EQUIPEMENT	MAZE	LA GRANDE OUCHE F4	04552X0094	janv	Sonde recalée
EQUIPEMENT	MAZE	LES GAINS F6	04552X0084	août	Sonde Hors Service. Remplacement de la sonde le 28 août et calage des cotes
EXPLOITATION	LA BOHALLE	PORT DE VALLEE	04548X0124	janv	Changement exploitant
EXPLOITATION	SAINT MARTIN DE LA	LES CLERETS	04853X0079	janv	Débit d'exhaure réduit à 55m <sup>3</sup> /h Mise en service d'un traitement provisoire de filtration sur charbon actif en grains (traitement de micropolluants)
EXPLOITATION	CHAMPTOCEAUX La	LA RIVIERE F84	04822X0046	août	ouvrage arrêté
EXPLOITATION	PARCAY LES PINS	LES MOULINS P2	04562X0046	nov	ouvrage arrêté
TRAVAUX	CHAZE-HENRY	MINES DE FER	03898X0014	juin	Démarrage travaux : protection ouvrage
TRAVAUX	ROCHEFORT-SUR-LO	PUITS A DRAINS	04545X0120	déc	du 02 au 05 déc. 2019, Régénération et pose d'une nouvelle pompe. Rapport France Regeneration Technology pour SAUR du 20 dec. 2019. - passage caméra - régénération sismique pour chaque drain - pose d'une nouvelle pompe - essais avant et après

Illustration 10 – Tableau des travaux signalés en 2020

En 2021, les sondes de suivi piézométrique ont été déplacées, reparamétrées ou renouvelées pour 16 ouvrages de prélèvements AEP. Ceci fait suite soit à un changement d'exploitant, soit à un problème de suivi signalé par le BRGM et confirmé par l'exploitant ou lors d'une visite d'unité.

Les travaux amorcés en décembre 2020 se sont achevés en février 2021 (travaux pour améliorer la protection de l'ouvrage de prélèvement).

En termes d'exploitation, un point intéressant à noter est la réduction du débit de prélèvement à Genneteil en août (lié à l'état de la ressource).

TYPE	Commune	Station	Identifiant	Mois	Détail
EQUIPEMENT	LE LOUROUX BECOM	LES CHAPONNEAUX F1	04533X0020	mai	Changement repère à partir de mesures du 21/04/2021
EQUIPEMENT	MAZE	LES GAINS F5	04552X0067	mai	Sonde en panne depuis le 08/03/2021
EQUIPEMENT	NOYANT	BOUTON	04562X0065	juin	Sonde abaissée à 30m de profondeur (57.65mNGF). Recalage de la mesure automatique : écart de 20 cm avec la mesure manuelle. Cotes des équipements transmises --> mise à jour de la coupe d'ouvrage et des seuils graphiques le 16/06/2021.
EQUIPEMENT	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	juil	Sonde HS
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE PAD	05373X0533	août	Changement de sonde le 02/08/2021
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P1	05373X0542	août	Changement de la sonde le 05/08/2021 Problème de paliers non résolu
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P2	05373X0543	août	Changement de sonde le 05/08/2021 Problème de paliers non résolu
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P4	05373X0545	août	Changement de sonde le 05/08/2021
EQUIPEMENT	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	août	Sonde de 30 m remplacée le 10/08/2021 provisoirement par une sonde de 25 m
EQUIPEMENT	SEICHES SUR LE LOIIPONT HERBAUX		04245X0015	août	Sonde de mesure abaissée à 50m de profondeur (-25,29 m NGF) Seuil de vigilance à 44 m de profondeur (-19,29 m NGF) = alarme d'avertissement
EQUIPEMENT	JARZE	CLOS DES FERRIERS	04246X0008	août	Sonde abaissée dans l'ouvrage. Mise au niveau de la protection de la pompe (à 48,80 m de profondeur)
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P5	05373X0546	août	Changement de sonde le 13/08/2021
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P8	05373X0549	août	Changement de sonde le 13/08/2021
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P9	05373X0550	août	Changement de sonde le 17/08/2021 Problème de paliers non résolu
EQUIPEMENT	CHOLET	LA RUCETTE P10	05373X0551	août	Changement de la sonde le 27/08/2021
EQUIPEMENT	SAINT GEORGES SUI LE BOYAU P2		04538X0077	août	Sonde changée. Suivi piézométrique ok.
EQUIPEMENT	CANDE	LA KIRIAIE F1	04225X0010	sept	- Nivellement repère : 40,23 m NGF - Paramétrage du SOFREL pour exprimer les valeurs de niveau en cotes NGF Profondeur sonde : 14 m
EQUIPEMENT	CANDE	LA KIRIAIE F2	04225X0011	sept	- Nivellement repère : 39,93 m NGF - Paramétrage du SOFREL pour exprimer les valeurs de niveau en cotes NGF Profondeur sonde : 12,40 m
EXPLOITATION	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	janv	Changement d'exploitant
EXPLOITATION	MAZE	LA GRANDE OUCHE F4	04552X0094	févr	25 fev 2021 - 12 mai 2021 : captage à l'arrêt
EXPLOITATION	CHOLET	LA RUCETTE PAD	05373X0533	juin	Usine fonctionnant régulièrement 24h/24 de JUIN à SEPTEMBRE 2021
EXPLOITATION	CHOLET	LA RUCETTE PAD	05373X0533	août	1 variateur de fréquence sur chaque pompe avec des consignes de débit ajustées automatiquement à la baisse en fonction des niveaux bas atteints ( 35, 22 et 15 m3/h)
EXPLOITATION	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	août	Débit réduit à 48 m3/h (au lieu de 54 m3/h)
TRAVAUX	CHAZE-HENRY	MINES DE FER	03898X0014	févr	Fin travaux Valeurs incorrectes du 22/06/2020 au 02/02/2021 --> période de travaux.
TRAVAUX	ROCHEFORT-SUR-LC	PUITS A DRAINS	04545X0120	avr	Maintenance des groupes de pompage du PAD 1 programmée Report du prélèvement sur le forage F5 depuis le 3 mars 2021.

Illustration 11 – Tableau des travaux signalés en 2021

Ces différents points mettent en évidence une évolution nette de l'attention portée à l'état des ressources en eau sollicitées ainsi qu'à la protection des ouvrages.

*b) Données transmises (anomalies, vérifications...)*

Afin de constituer des chroniques fiables et signifiantes, les données transmises sont vérifiées lors de leur intégration mensuelle. En cas d'anomalie ou de lacune, l'exploitant concerné est contacté et – lorsque c'est nécessaire – des corrections sont appliquées sur les valeurs renseignées en base.

Ces vérifications et les corrections qui en découlent sont indispensables. Elles permettent d'améliorer notablement la qualité des chroniques de suivi et permettent une analyse de situation plus pertinente.

En 2020, les travaux réalisés sur les données et renseignés en base concernent principalement la mise à jour des seuils. Suite aux changements d'exploitants (renouvellement de contrats de délégation) et aux visites précédemment effectuées, les seuils de vigilance et d'alerte ont été revus pour 14 ouvrages. Six anomalies de suivi ont été signalées. Deux chroniques ont été corrigées (exemple en Illustration 12).



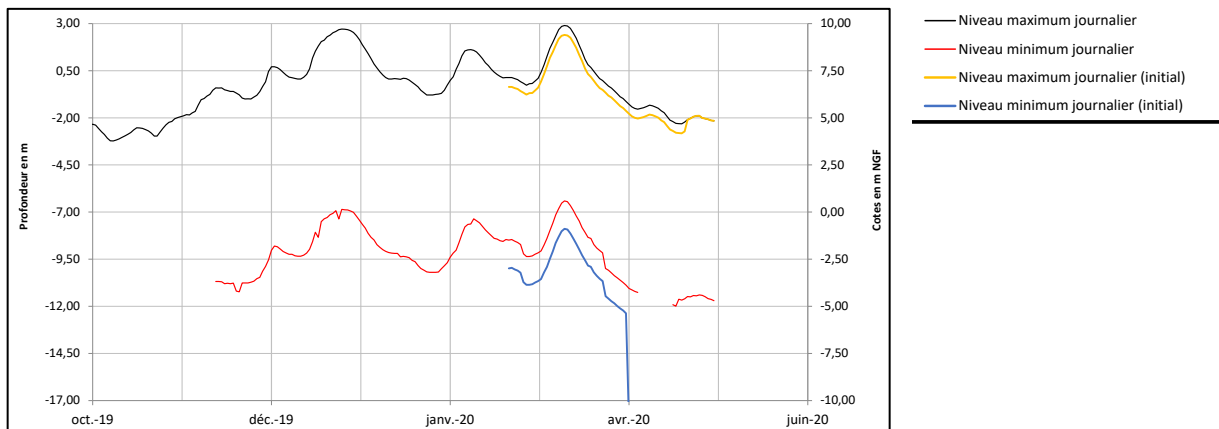


Illustration 12 – Exemple de correction de chronique réalisée, Ouvrage 04822X0046/F84 – Champtoceaux

En 2021, 21 corrections ont été apportées aux chroniques ou à la méthode d'intégration des données en base afin de compléter des lacunes ou de rétablir la continuité des chroniques. Douze anomalies de suivi ont été signalées et quinze lacunes notées (défauts d'envoi de données principalement liés à un dysfonctionnement du système de supervision).

Les détails des travaux réalisés sur les données en 2020 et 2021 sont présentés dans les tableaux ci-après.

TYPE	Commune	Ouvrage	Identifiant	mois	Détail
ANOMALIE	BEAUFORT EN VALLEE	PZ - PETIT JUSSON	04552X0139	mars	Ecart Niveau Min - Niveau max anormal / Données fichier transmis à revoir
ANOMALIE	NOYANT	BOUTON	04562X0065	mars	Niveau dynamique : baisse de 80 cm
ANOMALIE	MAZE	LES GAINS F6	04552X0084	juil	Problème de télétransmission
ANOMALIE	BEAUFORT EN VALLEE	PETIT JUSSON	04552X0081	sept	Décalage de la mesure de 8m à partir de juillet 2020
ANOMALIE	BEAUFORT EN VALLEE	PZ - PETIT JUSSON	04552X0139	sept	qualité de la donnée intégrée incertaine
ANOMALIE	NOYANT	BOUTON	04562X0065	sept	Hausse du niveau d'environ 2m Recalage de la sonde à la cote 60 m NGF. Reparamétrage de la sonde (décalage de mesure d'environ 40cm).
CORRECTION CHRONIQUE	MAZE	CANTON DES CONG	04552X0085	janv	Correction chronique PZ min et max. Période : 29/07/2014 au 30/11/2020
CORRECTION CHRONIQUE	CHAMPTOCEAUX	La rivière LA RIVIERE F84	04822X0046	mai	CHRONIQUE CORRIGEE
CORRECTION INTEGRATION	CHAMPTOCEAUX	La rivière LA RIVIERE F84	04822X0046	mai	Modalités d'intégration
CORRECTION INTEGRATION	CHAMPTOCEAUX	La rivière LA RIVIERE F91	04822X0054	mai	Modalités d'intégration
CORRECTION SEUILS	LA BOHALLE	PORT DE VALLEE	04548X0124	janv	Seuils mis à jour
CORRECTION SEUILS	CHAMPTOCEAUX	La rivière LA RIVIERE F84	04822X0046	janv	Seuils mis à jour.
CORRECTION SEUILS	CHAMPTOCEAUX	La rivière LA RIVIERE F91	04822X0054	janv	Seuils mis à jour. Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	MONTJEAN SUR LOIRE	ILE RAGOT P2	04536X0002	janv	Seuils mis à jour
CORRECTION SEUILS	MONTJEAN SUR LOIRE	ILE RAGOT P9	04537X0087	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	SAINT REMY LA VARENNE	LE BOULET P3	04555X0083	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	LE THOUREIL	ILE SAINT MAUR P1	04555X0093	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	LE THOUREIL	ILE SAINT MAUR P2	04555X0095	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	SAINT REMY LA VARENNE	LE BOULET PDR4	04555X0168	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	SAINT MARTIN DE LA PLACE	LES CLERETS	04853X0079	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	MONTMOREAU	LES PRES PACAUD	F04865X0549	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	MONTMOREAU	LA MAUMENIERE F	04865X0556	janv	Seuils mis à jour Source : fichier VEOLIA, dec. 2019
CORRECTION SEUILS	MAZE	CANTON DES CONG	04552X0085	janv	Mise à jour des seuils
CORRECTION SEUILS	MAZE	LA GRANDE OUCHE	04552X0094	janv	Mise à jour des seuils.
LACUNE	LA BOHALLE	PORT DE VALLEE	04548X0124	janv	Défaut d'envoi des données

Illustration 13 – Tableau des travaux réalisés sur les données, 2020.

Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

Type	Commune	Station	Identifiant	Date	Détail
ANOMALIE	MAZE	LES GAINS F5	04552X0067	mai	Sonde en panne depuis le 08/03/2021
ANOMALIE	CHOLET	LA RUCETTE P1	05373X0542	juin	Niveaux max : palier à 6,81m de prof. / Niveau min : palier à 16,09 m de prof. Paramétrage suivis à vérifier, Transmis à l'exploitant
ANOMALIE	CHOLET	LA RUCETTE P2	05373X0543	juin	Niveaux max : palier à 18,15 m de prof. / Niveau min : palier à 30,05 m de prof. Paramétrage suivis à vérifier, Transmis à l'exploitant
ANOMALIE	CHOLET	LA RUCETTE P9	05373X0550	juin	Niveaux max : palier à 7,99 m de prof. / Niveau min : palier à 14,99 m de prof. Paramétrage suivis à vérifier. Transmis à l'exploitant
ANOMALIE	ALLONNES	LA FONTAINE F2	04861X0556	juin	Données de niveau statique de mai différentes des données précédentes. Mail envoyé le 09/06/2021 pour identifier le problème.
ANOMALIE	ALLONNES	LA FONTAINE F3	04861X0557	juin	Données de niveau d'eau de mai transmises différentes des données précédentes. Mail envoyé le 09/06/2021 pour identifier le problème.
ANOMALIE	ALLONNES	LA FONTAINE F3	04861X0557	juil	Données du mois de mai 2021 incorrectes. Données corrigées à transmettre par l'exploitant
ANOMALIE	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	juil	Amorce d'une baisse rapide des niveaux dans l'ouvrage. Cause ?
ANOMALIE	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	août	Mesure manuelle de contrôle. Diagnostic : Sonde HS. Baisse enregistrée non effective.
ANOMALIE	CHOLET	LA RUCETTE P5	05373X0546	août	Erreur historique de paramétrage d'échelle dans le transmetteur
ANOMALIE	CHOLET	LA RUCETTE P10	05373X0551	août	Fichier exploitant : Formule de calcul profondeurs piézo modifiée. => -1 m de décalage
ANOMALIE	SAUMUR	LE PETIT PUY F5	04854X0247	oct	sonde HS depuis février 2021
CORRECTION CHRONIQUE	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021	mars	Correction des données 2020 + Intégration des données de fév. 2021 en "Profondeur positive" après conversion.
CORRECTION CHRONIQUE	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F1	04533X0020	mars	Correction des données 2020 + Intégration des données de fév. 2021 en "Profondeur positive" après conversion.
CORRECTION CHRONIQUE	CANDE	LA KIRIAIE F2	04225X0011	mai	Correction de la chronique du 06/11/2020 au 30/04/2021
CORRECTION CHRONIQUE	MONTJEAN SUR LO ILE	RAGOT P7	04536X0001	mai	Correction de la chronique du 02/03/2021 au 04/04/2021.
CORRECTION CHRONIQUE	MONTJEAN SUR LO ILE	RAGOT P8	04536X0091	mai	Correction de la chronique du 02/03/2021 au 04/04/2021.
CORRECTION CHRONIQUE	MONTJEAN SUR LO ILE	RAGOT P9	04537X0087	mai	Correction de la chronique du 02/03/2021 au 04/04/2021.
CORRECTION CHRONIQUE	CHAZE-HENRY	MINES DE FER	03898X0014	mai	Correction de chronique
CORRECTION CHRONIQUE	MONTSOREAU	LES PRES PACAUD F3	04865X0549	mai	Intégration historique de données de janvier à mai 2021
CORRECTION CHRONIQUE	MONTSOREAU	LA MAUMENIERE F1	04865X0556	mai	Intégration historique de données de janvier à mai 2021
CORRECTION CHRONIQUE	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F1	04533X0020	juin	Inversion de F1 et F2 constatée sur le terrain : profondeur de la sonde = 15m. Nouveau calcul pour l'intégration des données en profondeur : pz = 15 - pz(fichier).
CORRECTION CHRONIQUE	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021	juin	Inversion de F1 et F2 constatée sur le terrain. Longueur sonde = 19.55m. Nouveau calcul pour intégration des données en profondeurs : pz = 19.55 - pz(fichier).
CORRECTION CHRONIQUE	NOYANT	BOUTON	04562X0065	juin	Correction de la chronique depuis le 28/09/2021.
CORRECTION CHRONIQUE	SAINT GEORGES SU LE BOIS TIERS	P1	04538X0027	juin	Ajout d'une compensation pour la prochaine intégration (06/2021) de +2.84 (cote NGF de la sonde) pour convertir la donnée reçue (hauteur d'eau) en NGF. Historique à corriger mais on ne sait pas à partir de quand.
CORRECTION CHRONIQUE	SAINT MARTIN DE I LES	CLERETS	04853X0079	juil	Compensation de l'historique de -2.23 m suite au changement de repère / Visite d'unité.
CORRECTION CHRONIQUE	MONTSOREAU	LA MAUMENIERE F1	04865X0556	juil	Compensation tout l'historique de -1.19m pour rétablir la continuité suite au changement de repère + Données niveau min. 12/2017 à réintégrer
CORRECTION INTEGRATION	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021	janv	Echange avec l'exploitant : données exprimées en hauteurs d'eau. Position de la sonde, de la pompe dans l'ouvrage non connue.
CORRECTION INTEGRATION	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021	avr	Evolution du niveau : en hausse (anormal) Valeurs intégrées par Aquasys supprimées. Intégration manuelle avec conversion préalable (PZ = 17,50 - PZ transmis) Résultat OK.
CORRECTION INTEGRATION	SAINT MARTIN DE I LES	CLERETS	04853X0079	mai	Intégration historique de données de janvier à mai 2021
CORRECTION INTEGRATION	CHALONNES SUR LE	CANDAIS P2	04538X0121	juin	Données supprimées depuis le 27/01/2021 car ouvrage abandonné avec sonde de mesure hors service qui donne des valeurs aberrantes.
CORRECTION INTEGRATION	SAINT GEORGES SU LE	BOYAU P2	04538X0077	juin	Ajout d'une compensation pour la prochaine intégration (06/2021) de +1.32 (cote de la sonde) pour convertir la donnée reçue (hauteur d'eau) en NGF. Historique à corriger mais on ne sait pas à partir de quand.
CORRECTION INTEGRATION	SAINT GEORGES SU LE	BOYAU P3	04538X0122	juin	Ajout d'une compensation pour la prochaine intégration (06/2021) de +1.18 (cote de la sonde) pour convertir les données reçue (hauteur d'eau) en NGF. Historique à corriger mais on ne sait pas à partir de quand.
CORRECTION SEUILS	MAZE	LES GAINS F6	04552X0084	janv	Mise à jour des seuils Mise à jour altitude repère
CORRECTION SEUILS	MAZE	LES GAINS F5	04552X0067	janv	Mise à jour des seuils Reste à faire : actualiser la coupe de l'ouvrage
CORRECTION SEUILS	JARZE	CLOS DES FERRIERS	04246X0008	août	Coupe et seuils mis à jour (BRGM) Transmis pour validation le 18/08/2021
CORRECTION SEUILS	SEICHES SUR LE LOI	PONT HERBAUX	04245X0015	août	Coupe ouvrage et seuils mis à jour (BRGM)
CORRECTION SEUILS	GENNETEIL	L'AURIERE	04255X0002	oct	Seuils mis à jour (source : VEOLIA)
LACUNE	CHAMPTOCEAUX L	LA RIVIERE F91	04822X0054	mai	Correction chronique depuis le 01/02/2021
LACUNE	SAINTE PHILBERT DL	PLANCHES DE BARON P2	04558X0066	sept	lacune de données entre le 31/08/2021 et le 05/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	SAINTE PHILBERT DL	PLANCHES DE BARON P1	04558X0069	sept	lacune de données entre le 31/08/2021 et le 05/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	NEUILLE	LA PETITE RUE NOIRE	04558X0073	sept	Lacune du 31/08/2021 au 05/09/2021
LACUNE	VERNANTES	BOIS DE BUTON	04565X0042	sept	lacune de données entre le 30/08/2021 et le 04/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	VERNANTES	LA MALADRIE	04565X0048	sept	lacune de données entre le 30/08/2021 et le 04/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	NEUILLE	BOISAUDIER	04854X0222	sept	lacune du 31/08/2021 au 05/09/2021
LACUNE	ALLONNES	LA FONTAINE F1	04861X0538	sept	lacune de données entre le 29/08/2021 et le 01/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	ALLONNES	LA FONTAINE F2	04861X0556	sept	lacune de données entre le 29/08/2021 et le 01/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	ALLONNES	LA FONTAINE F3	04861X0557	sept	lacune de données entre le 29/08/2021 et le 01/09/2021 (non communiqué par exploitant)
LACUNE	SAINT MARTIN DE I LES	CLERETS	04853X0079	sept	pas de données communiquées par l'exploitant du 06 au 10/09/2021
LACUNE	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F1	04533X0020	sept	Fichier transmis vide à partir du 20/09/2021
LACUNE	LE LOUROUX BECOI	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021	sept	Fichier vide à partir du 20/09/2021
LACUNE	SAUMUR	LES LANDES FL2	04858X0147	sept	pas de données communiquées par l'exploitant après le 22/09/2021
LACUNE	MOULIERNE	LA POMMASSERIE S4	04561X0026	oct	lacune du 31/08/2021 au 05/09/2021

Illustration 14 – Tableau des travaux réalisés sur les données, 2021.

c) Cas de vigilance et d'alerte signalés

Le déclenchement de vigilance ou d'alerte est lié à la position des niveaux par rapport aux seuils définis dans chacun des ouvrages.

Les seuils de vigilance et d'alerte sont définis en concertation avec les exploitants. Avant le déclenchement de cas de vigilance ou d'alerte, le BRGM s'assure de la situation auprès du responsable d'exploitation concerné (situation des niveaux, adaptation éventuelle de l'exploitation). **Ainsi, les cas de vigilance et d'alerte traduisent bien une situation réelle et l'information est cohérente avec l'avis de l'exploitant.**

La signification des seuils est la suivante :

- Vigilance : seuil de vigilance atteint, exploitation déjà adaptée ou à adapter ;
- Alerte : seuil atteint ou dépassé - niveaux très proches des équipements à protéger, exploitation déjà adaptée ou à adapter.

• Année 2020

En 2020, les cas de vigilance et d'alerte ont été moins nombreux qu'en 2019. 15 ouvrages soit 17% des 85 ouvrages de production d'eau potable du département ont été en vigilance ou en alerte en 2020 (maximum de cas à fin juillet).

**Sur les 15 ouvrages placés en vigilance ou en alerte, 12 sollicitent la nappe particulièrement réactive des alluvions de la Loire (ouvrages de Montjean-sur-Loire, de Saint-Rémy-la-Varenne et de Champtoceaux).**

Le tableau ci-après présente le détail des cas signalés.

Unité	n° Ouvrage	nom Ouvrage	Situation au 30/04/2020	Situation au 31/05/2020	situation au 30/06/2020	situation au 31/07/2020	situation au 31/08/2020	situation au 30/09/2020	situation au 15/10/2020	Aquifère
CANDE	04225X0011/F5	LA KIRIAIE F2				VIGILANCE	VIGILANCE	ALERTE		MIOCENE-PLIOCENE
CANDE	04225X0014/F	LES THUYAS				VIGILANCE	VIGILANCE	ALERTE		MIOCENE-PLIOCENE
MONTJEAN SUR LOIRE	04536X0001/P1	ILE RAGOT P7				ALERTE	ALERTE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
MONTJEAN SUR LOIRE	04536X0002/F2	ILE RAGOT P2				ALERTE	ALERTE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
MONTJEAN SUR LOIRE	04536X0091/P8	ILE RAGOT P8				ALERTE	ALERTE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
MONTJEAN SUR LOIRE	04537X0087/P9	ILE RAGOT P9				ALERTE	ALERTE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
SAINT GEORGES SUR LOIRE	04538X0027/F	LE BOIS TIERS P1				VIGILANCE	VIGILANCE			ALLUVIONS DE LA LOIRE
SAINT GEORGES SUR LOIRE	04538X0077/P2	LE BOYAU P2				VIGILANCE	VIGILANCE			ALLUVIONS DE LA LOIRE
SAINT GEORGES SUR LOIRE	04538X0122/P3	LE BOYAU P3				VIGILANCE	VIGILANCE			ALLUVIONS DE LA LOIRE
SAINT REMY LA VARENNE	04555X0083/P3	LE BOULET P3				ALERTE	ALERTE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
SAINT REMY LA VARENNE	04555X0168/F4	LE BOULET PDR4				ALERTE	ALERTE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
NOYANT	04562X0065/F	BOUTON	VIGILANCE	ALERTE		VIGILANCE				SENO-TURONIEN
CHAMPTOCEAUX La rivière	04822X0046/F4-S4	LA RIVIERE F84				VIGILANCE		ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
CHAMPTOCEAUX La rivière	04822X0054/S5-F5	LA RIVIERE F91				VIGILANCE	VIGILANCE	ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE
CHAMPTOCEAUX La rivière	B5S003UYAO/X	LA RIVIERE F3				VIGILANCE		ALERTE		ALLUVIONS DE LA LOIRE

Illustration 15 – Tableau des cas de vigilance et d'alerte signalés en 2020

• Année 2021

En 2021, le nombre d'ouvrage placés en vigilance ou en alerte (10) a été relativement faible comparé aux années précédentes. Les cas d'alerte ou de vigilance ont été plus nombreux à fin mai et fin juin 2021 (2 ouvrages en alerte et 3 en vigilance).

Pour les ouvrages de Candé-Vritz, l'alerte a été déclenchée suite à la visite d'unité réalisée en mai 2021. Lors de cette visite, le BRGM a pu constater que les niveaux piézométriques étaient



bien plus bas que présumé et donc proches des pompes. Au vu de l'évolution générale des niveaux, le risque potentiel de dénoisement des équipements n'était pas écarté. Aussi et jusqu'au reparamétrage des équipements de suivi (réalisé en septembre 2021), les deux ouvrages ont été en Alerte.

Unité	n° Ouvrage	nom Ouvrage	Situation au 31/01/2021	Situation au 30/03/2021	Situation au 31/03/2021	Situation au 30/04/2021	Situation au 31/05/2021	Situation au 30/06/2021	Situation au 31/07/2021	Situation au 31/08/2021	Situation au 30/09/2021	Situation au 31/10/2021	Aquifère
CANDE	04225X0010/F	LA KIRIAIE F1					ALERTE	ALERTE	ALERTE	ALERTE			MIOCENE-PLIOCENE
CANDE	04225X0011/F5	LA KIRIAIE F2	VIGILANCE				ALERTE	ALERTE	ALERTE	ALERTE			MIOCENE-PLIOCENE
GENNETEIL	04255X0002/F	L'AURIERE										VIGILANCE	SENO-TURONIEN
MAZE	04552X0067/SS-F5	LES GAINS F5					VIGILANCE	VIGILANCE					CENOMANIEN
MONTJEAN SUR LOIRE	04536X0001/P1	ILE RAGOT P7			VIGILANCE	ALERTE	VIGILANCE			VIGILANCE		VIGILANCE	ALLUVIONS DE LA LOIRE
MONTJEAN SUR LOIRE	04536X0091/P8	ILE RAGOT P8				VIGILANCE							ALLUVIONS DE LA LOIRE
MONTJEAN SUR LOIRE	04537X0087/P9	ILE RAGOT P9			VIGILANCE	ALERTE							ALLUVIONS DE LA LOIRE
NEUILLE	04558X0073/F	LA PETITE RUE NOIRE						VIGILANCE					SENO-TURONIEN
SAINT GEORGES SUR LOIRE	04538X0077/P2	LE BOYAU P2				ALERTE							ALLUVIONS DE LA LOIRE
SEICHES SUR LE LOIR	04245X0015/F	PONT HERBAUX					VIGILANCE	VIGILANCE					CENOMANIEN

Illustration 16 – Tableau des cas de vigilance et d'alerte signalés en 2021

L'analyse des cas de vigilance est traitée au chapitre 2.5 Analyse et Synthèse de ce rapport.

## 2.3. AMELIORATION ET MAINTENANCE DES OUTILS INFORMATIQUES

### 2.3.1. Programme défini

Pour assurer son bon fonctionnement, le site internet et les outils du Réseau AEP49 (Base locale et site internet dédiés) font l'objet d'une maintenance régulière (travaux sous-traités par le BRGM).

Concernant l'évolution des outils, les principaux travaux programmés étaient les suivants :

- Ergonomie du site internet dédié au Réseau (convention « année 2019 ») : En concertation avec le Département, il avait été convenu de réaliser un premier déploiement du site internet dédié au Réseau AEP en version recette ;
- Contenu des fenêtres cartographiques enrichi (convention « année 2019 ») : affichage des différents réseaux de suivi, possibilité d'accès direct aux données, connaissance de proximité des forages (par type d'usage), utilisation des ressources GéoAnjou ;
- Rendus graphiques améliorés (convention « année 2019 ») : affichage d'évènements sur les chroniques, historiques consultables.
- Hébergement du site internet dédié (convention « année 2020 ») : En vue de mieux maîtriser le bon fonctionnement du site et de pouvoir le faire évoluer plus facilement, il a été prévu que le site internet dédié au réseau AEP49 - actuellement hébergé sur le serveur du Conseil Départemental - fasse l'objet d'un audit par le BRGM pour ensuite être hébergé sur un serveur BRGM.
- Processus de traitement des fichiers de données transmis (convention « année 2020 ») : En vue de réduire le temps passé et d'accélérer les étapes d'intégration et de vérification des données transmises, un audit du processus de traitement des fichiers a été prévu. Sur cette base, des améliorations étaient à apporter (automatisation de tâches en particulier).

**Pour ce qui concerne le site internet dédié au Réseau AEP49, il s'agit donc de revoir à la fois le contenu et l'ergonomie.** L'objectif visé est d'en enrichir le contenu et de simplifier sa consultation quel que soit le support (PC, tablette, smartphone).

**Pour ce qui concerne l'hébergement du site et l'audit du processus de traitement des données, il s'agit là de gagner en efficacité** pour ce qui concerne le traitement des données et la maintenance du site internet. Le temps gagné pourra être réinvesti sur d'autres axes de travail du projet Réseau AEP49 (amélioration de la qualité des données, valorisation des données et développement d'outils de gestion utiles).

### 2.3.2. Maintenance des outils informatiques du Réseau AEP49

#### Rappel des outils de bancarisation et de diffusion des données développés et utilisés dans le cadre du Réseau AEP49

Pour la bancarisation des données et leur diffusion, le fonctionnement du Réseau AEP49 s'appuie sur les outils suivants :

- Une base de données locale :
  - Accès : uniquement utilisée par le BRGM en tant que Gestionnaire du Réseau AEP49 ;
  - Outil de bancarisation, de traitement et de valorisation des données (données de suivi, interventions, seuils...)
- Un site internet dédié <https://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>
  - Accès : sécurisé avec identifiant et mot de passe
  - Administré par le BRGM en tant que Gestionnaire du Réseau AEP49 et hébergé sur le serveur du Conseil Départemental du Maine-et-Loire ;
  - Outil de diffusion d'informations valorisées et actualisées à destination des structures concernées par le Réseau AEP49 (services de l'Etat, Agence de l'Eau, Collectivités, Syndicat d'Eau, Exploitants).

Le développement de ces outils a été réalisé en 2011 dans le cadre du projet Réseau AEP49. Depuis leur mise ne service en 2012, les outils (base de données et site internet) font l'objet d'opérations de maintenances et de développements. Pour ce qui concerne les outils informatiques du Réseau AEP49, le BRGM a fait appel à un sous-traitant (société AQUASYS).

#### Mise à jour et Maintenance des outils informatiques

- Mises à jour des contenus (BRGM)

Les actualisations de contenus (news, données, contacts, photographies et coupes d'ouvrages...) en base de données locale et sur le site internet sont assurées par le BRGM. En 2020 et 2021, de nombreuses mises à jour ont été réalisées. Celles-ci concernent les contacts, les seuils et les coupes d'ouvrages.

En 2020, les seuils de vigilance et d'alerte ont été revus pour 14 ouvrages.

En 2021, 21 corrections de chroniques ont été réalisées. Les coupes d'ouvrages et les seuils de 23 ouvrages ont également fait l'objet d'une remise à jour. Ces mises à jour font suite à des visites, à des travaux ou à des changements d'exploitant.

En 2021, les responsables d'exploitation ont dû être mis à jour pour 11 unités suite à des changements de délégués.

Ce travail d'état de lieux et de mise à jour est indispensable pour le bon fonctionnement du Réseau AEP. Il est réalisé chaque année et a représenté un temps passé non négligeable en 2020 et 2021 (de l'ordre de 35 jours au total).

- Maintenance et corrections de dysfonctionnements

La maintenance des outils informatiques est sous-traitée à la société AQUASYS.

En 2020 et 2021, les dysfonctionnements qui sont apparus dans les outils du Réseau AEP (base de données et site internet) sont les suivants :

- Sur le site internet :
  - Fiches aquifères : la liste des Piézomètres DCE englobe aussi tous les ouvrages AEP (liste des piézomètres DCE Uniquement à rétablir) ; les graphiques prélèvements ne s'affichent plus, les graphiques de piézométrie sont surchargés (car les ouvrages AEP sont en double : en ouvrage AEP et en ouvrage DCE) ;
  - Fiches ouvrages : beaucoup de coupes sont manquantes, certaines ont été renvoyées et devaient être actualisées ;
  - Problèmes de mise à jour : les données bancarisées ne s'actualisent pas sur le site pour plusieurs sites (chroniques et interventions non actualisées).
- Outil de bancarisation : Problème de bancarisation des données de débits : les données de débits en base arrêtées à août 2020.

Le BRGM a signalé ces problèmes à son sous-traitant. Après plusieurs échanges, il est apparu que tous ces dysfonctionnements provenaient de la même origine (données exportées pour le chargement du site internet non conformes). Les paramétrages ont été remis en ordre et les problèmes résolus en août 2021.

### 2.3.3. Fréquentation du site Internet <http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>

Les chiffres présentés dans cette partie ne prennent pas en compte les visites réalisées par le BRGM pour la mise à jour et l'administration du site. Les chiffres n'incluent pas non plus les visites faites par la société AQUASYS pour la maintenance et l'amélioration des fonctionnalités du site.

En 2012, le réseau de suivi AEP et le site internet ont été mis en service. Cette année-là, des vérifications de fonctionnement des outils ont été faites par le BRGM et AQUASYS sous différents identifiants. Les statistiques de l'année 2012, amplement augmentées par ces vérifications, ne sont donc pas représentées dans le chapitre.

Ainsi, ce qui suit rend compte uniquement des visites réalisées par les consultants depuis 2013.

#### Analyse calendaire

**A l'échelle annuelle, depuis le pic de 2019, le nombre de consultation a évolué à la baisse en 2020 et 2021.**

En 2020 et 2021, la situation des ressources en eau souterraine n'a pas posé de problème important pour la production d'eau potable. Par ailleurs, d'autres sujets ont occupé les structures concernées (renouvellement de délégués, élections régionales, crise sanitaire...).

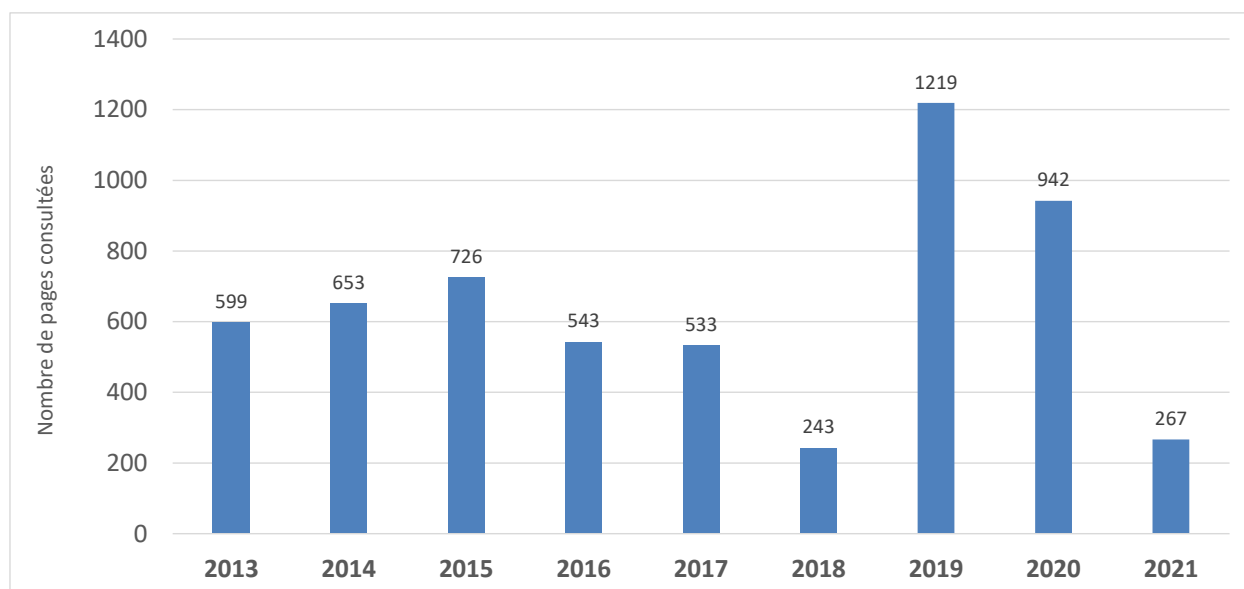


Illustration 17 - Fréquentation du site internet depuis 2013, évolution du nombre de pages consultées.

En 2019, la fréquentation mensuelle a connu les pics les plus importants depuis 2013 (338 pages vues en juillet et 276 en décembre 2019). En décembre a eu lieu une journée de communication avec le concours du Centre National de la Fonction Publique Territoriale (CNFPT) ce qui explique le surcroît du nombre de connexions à ce moment-là.

En 2020, les consultations ont principalement eu lieu en mars (état des ressources à l'amorce de la période de vidange), en août (suivi des unités en vigilance ou en alerte) et en novembre (bilan de la période estivale). En 2021, et même si le chiffre indiqué demeure provisoire (état au 23 novembre 2021), les consultations ont été moins nombreuses.

L'analyse de la répartition mensuelle des consultations (cf. Illustration 18) confirme que :

- Le **principal motif de consultation est l'accès à un état complet, synthétique et actualisé des ressources en eau**. C'est ce qui explique les consultations faites en mars puis les pics de consultations en juillet et août.
- **La communication** permet également de rappeler aux structures concernées le travail réalisé dans le cadre du Réseau AEP49 et l'intérêt des outils mis à disposition dans ce cadre.

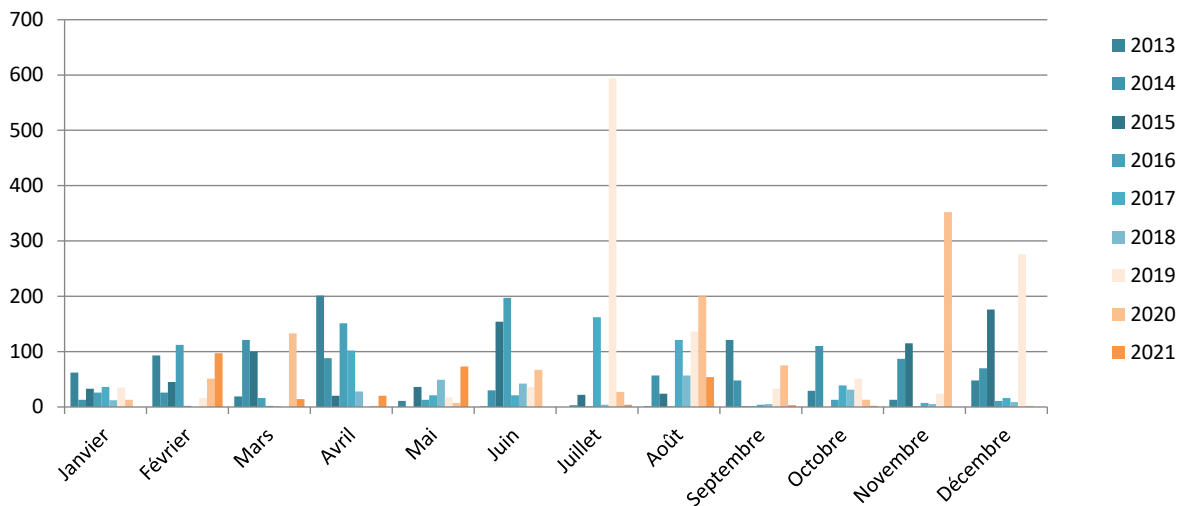


Illustration 18 - Fréquentation du site internet depuis 2013, nombre de vues par mois.

### Provenance des visites

**L'évolution du nombre de consultants** de collectivités et de régies résulte de l'évolution des compétences de celles-ci et de leur intérêt pour le contenu du site internet (lié à la situation des ressources sollicitées).

Le nombre de consultants du Comité de suivi (ARS, DDT, Conseil Départemental), déjà important les années précédentes, reste majoritaire et constant, ce qui démontre l'utilité du contenu du site internet dédié au Réseau AEP49.

Pour ce qui concerne les exploitants, un seul exploitant intervenant en délégation pour les collectivités consulte le site internet.

L'

en

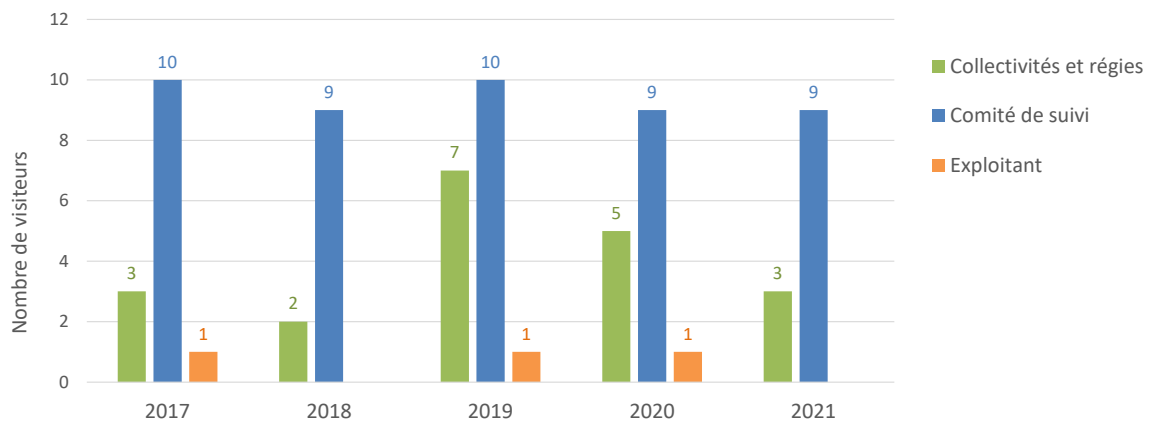


Illustration 19.

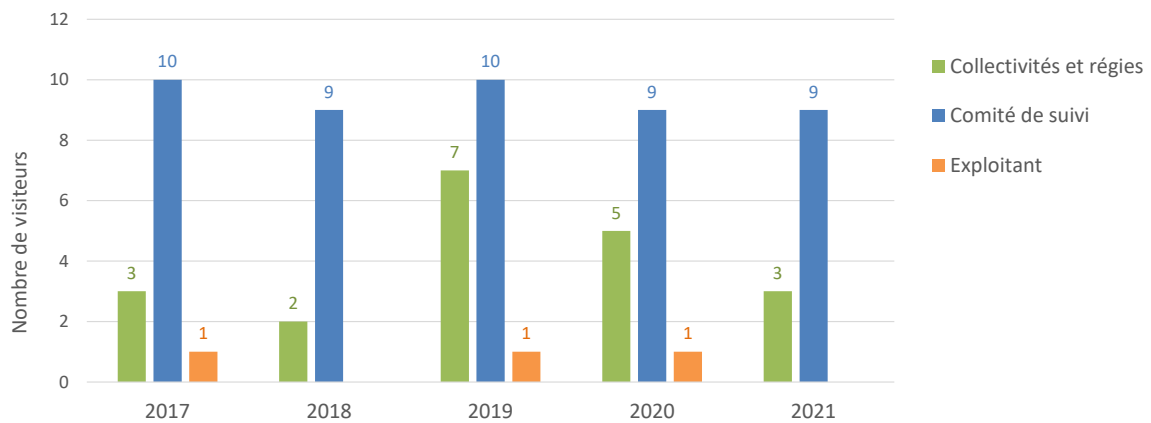


Illustration 19 - Fréquentation du site internet, nombre de visiteurs uniques par type

**Le nombre de consultations par structure** (Illustration 20) met en évidence l'intérêt marqué des membres du Comité de suivi départemental (ARS et Département en particulier).

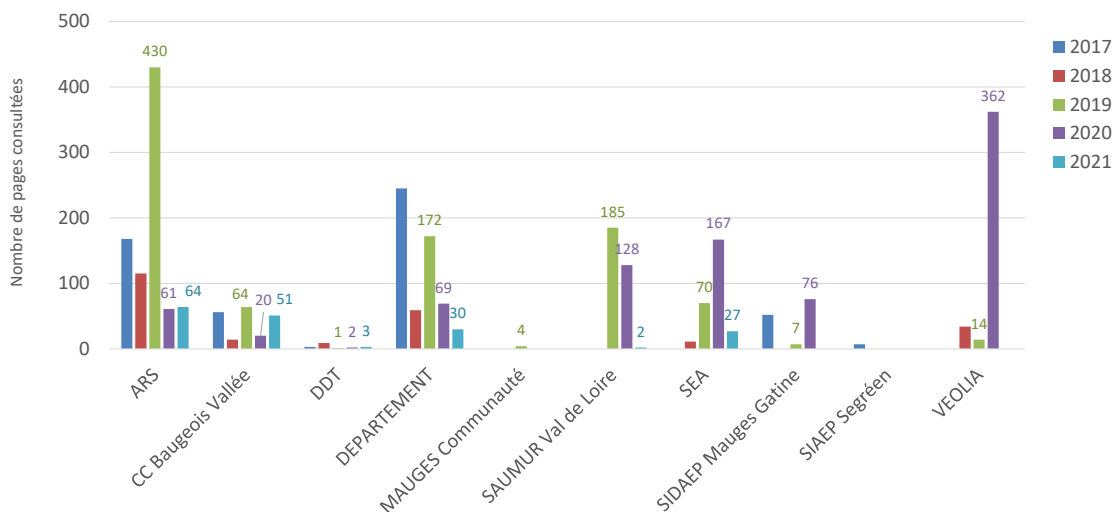


Illustration 20 - Fréquentation du site internet, nombre de pages consultées par structure

Quatre collectivités ou syndicats consultent le site internet de manière régulière. Ceci démontre l'implication des structures compétentes dans leur rôle. La Communauté de Communes Baugeois Vallée, Saumur Loire Développement et le SEA ont lancé un schéma Directeur d'alimentation en eau potable en 2019 ce qui peut expliquer leurs consultations plus nombreuses.

Pour plusieurs unités, les contrats de délégation pour l'exploitation arrivaient à leur terme en 2020. Cette même année, la fréquentation a été plus élevée de la part d'un exploitant, ce qui démontre **l'utilité du site internet en tant que ressource d'informations**.

### Pages consultées

*Le nombre de pages comptabilisé est le nombre de pages affichées lors de visites distinctes. Si une page a été vue plusieurs fois durant la même visite, elle n'est comptabilisée qu'une seule fois.*

**Les chiffres des consultations enregistrés depuis la mise en service du site internet montrent que celles-ci s'orientent majoritairement vers les Fiches (fiches unités et fiches ouvrages).** Ces pages contiennent l'information valorisée et mise à jour (Chroniques de suivi des niveaux piézométriques et des volumes prélevés). Les fiches aquifères sont nettement moins consultées.

Compte tenu de la situation particulièrement critique des ressources sollicitées pour la production d'eau potable en 2019, le nombre de consultations a été plus important. Cette année-là, les indicateurs ont été plus consultés. **Ceci traduit bien l'utilité du site internet pour accéder à l'information valorisée et actualisée.**

Le nombre de consultations des documents mis en ligne (fiches matériel, comptes rendus de réunion, images, rapport) reste peu élevé. En dehors des bulletins mensuels, le contenu de cette partie du site Internet évolue peu et suscite moins d'intérêt pour les consultants.

Rubrique	2019		2020		2021	
Fiches Unités	429	35%	292	31%	64	23%
Fiches Ouvrages	291	24%	282	30%	67	25%
Accueil	202	17%	163	17%	58	21%
Listes	161	13%	171	18%	33	12%
Mentions légales	5	0%	1	0%	6	2%
Indicateurs	49	4%	11	1%	11	4%
Mot de passe perdu	1	0%	12	1%	6	2%
Fiches Aquifères	18	1%	2	0%	10	4%
Documents	63	5%	20	2%	18	7%
News	1	0%		0%		0%
<b>Total</b>	<b>1220</b>		<b>954</b>		<b>273</b>	

Illustration 21- Tableau du nombre de pages consultées par rubrique et par an



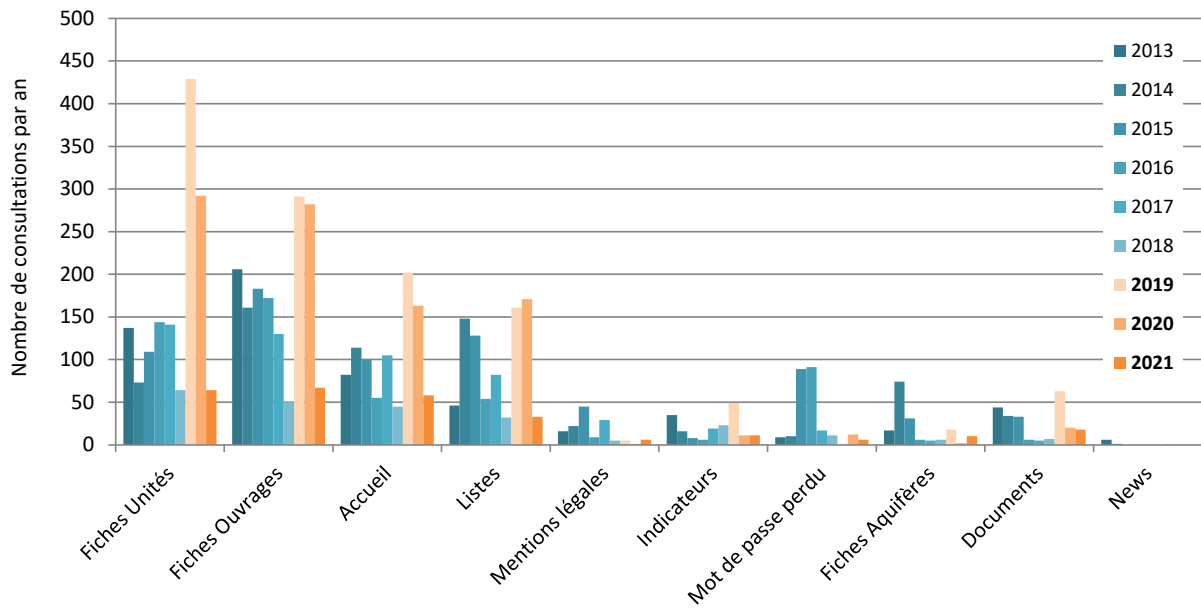


Illustration 22 - Fréquentation du site internet depuis 2013, nombre de consultations par Rubrique.

### 2.3.4. Evolution des outils informatiques

#### Difficultés rencontrées, reports d'échéances

L'évolution des outils informatiques est sous-traitée à la société AQUASYS.

Depuis fin 2019, AQUASYS a fait évoluer les fonctionnalités de ces outils pour proposer un outil de bancarisation des données et un site internet entièrement revus en vue d'améliorer la présentation des données (ergonomie générale, cartographie et graphiques). Le BRGM collabore avec cette société pour le développement de ces outils dans le cadre d'autres projets (Réseau piézométrique DCE, Réseau de suivi de la Vallée de la Roya).

Les travaux prévus pour le Réseau AEP49 ont ainsi été différés d'un an pour bénéficier des derniers développements. Les solutions informatiques mise en place seront ainsi plus abouties.

En 2020, bien qu'organisé avec le sous-traitant, le travail de redéploiement des outils informatiques n'a pas été poursuivi faute de personnel au sein de la Direction Pays de la Loire du BRGM. Les échanges n'ont donc repris qu'en février 2021.

L'hébergement du site internet dédié au Réseau AEP49 et l'audit des outils informatiques ayant été inclus au programme de la convention signée en septembre 2020, les travaux relatifs à l'ergonomie du site et à son hébergement sont réalisés en même temps fin 2021 et seront poursuivis en 2022.

Le tableau ci-dessous indique l'organisation établie pour le déploiement du nouveau site internet en recette et la migration sur un serveur BRGM.

RESPONSABLE	Tâche	Avancement
<b>BRGM NAN</b>	Après intégration des données de suivi - septembre 2021 ✓ <b>Envoi de la basecg49.mdb V6 à jour à Aquasys</b>	<u>Réalisé</u>
<b>AQUASYS</b> <b>Echéance mi-oct.</b>	✓ <b>Génère une base PostGreSQL (1j) + ajustement des traitements (1j)</b> ✓ Envoi sur serveur test BRGM ✓ Préparation de la base et du site en version recette	<b>En cours</b>
<b>BRGM</b> <b>Echéance mi-oct.</b>	✓ <u>Aménagement serveur</u> ✓ <u>Accès au serveur BRGM à pousser pour Aquasys</u> (modifs en base, gestion des documents).	<u>Réalisé</u>
<b>AQUASYS + BRGM</b> <b>Nantes (vérifications &amp; docs à jour)</b> <b>Echéance mi-Nov.</b>	✓ <b>Paramétrage et chargement des documents annexes</b> - Aquifères / Unités / Ouvrages - Reprise documents et images dans la nouvelle version - Sur le serveur BRGM : paramétrage des intégrations auto au lieu des propriétés.	<b>En cours</b>
<b>BRGM – TESTS</b> <b>Nov. – Déc.</b>	<b>Tests &amp; paramétrage intégration auto + tests intégrations en manuel des fichiers transmis par les exploitants</b> Intégration automatique ✓ 1 <sup>er</sup> traitement : scruter la boîte mail brgm dédiée ✓ 2 <sup>ème</sup> traitement : intégration données dans la base de données V7	<b>A suivre (prévu début décembre)</b>

Illustration 23 – Tableau d'avancement des travaux pour l'évolution des outils informatique et la migration de l'hébergement

## 2.4. AUTRES ACTIONS REALISEES

### 2.4.1. Programme défini

Les « actions connexes » programmées pour 2020 et pour 2021 étaient les suivantes :

- **Appuis aux Maîtres d'ouvrages** : Appuis techniques réalisés par le BRGM, dans son domaine de compétences et dans la limite de 3 jours par an, à la demande d'un Maître d'Ouvrage ;
- **Visite d'une dizaine d'unités de captage par an** : Contrôle et amélioration de la validité des données de suivi afin de s'assurer et d'améliorer la qualité des données bancarisées (piézométrie et volumes prélevés) mais aussi de compléter les connaissances des ouvrages (vérification des seuils d'alerte pris en compte) ;
- **Journée d'échanges** : pour favoriser la communication entre les différents acteurs intervenant dans le cadre du réseau de suivi pour l'AEP en Maine-et-Loire, sur le thème des ressources en eau souterraine et de leur exploitation.
- **Analyse et synthèse** : Bilan annuel à l'échelle du Département et analyse ciblée pour une sélection d'ouvrages.

Les travaux réalisés en 2020 et 2021 concernant ces points sont détaillés dans les chapitres suivants.

### 2.4.2. Appuis aux maîtres d'ouvrages

Les travaux réalisés dans le cadre de l'appui aux Maîtres d'ouvrages sont résumés dans le tableau en Illustration 24 pour l'année 2020 et Illustration 26 pour l'année 2021.

Intitulé	Demande	Réponse apportée
Envois des rapports recueillis depuis 2011 au Bureau d'études chargé du Schéma Directeur	Communauté de Communes Baugeois Vallée, juin 2020	Juin 2020 : Documents transmis pour les unités de Beaufort-en-Vallée, Mazé, Noyant, Parçay-les-Pins, Pontigné
Préconisations pour l'étude de vulnérabilité des ouvrages de prélèvements pour la production d'eau Potable	Saumur Val de Loire, janvier 2020	Février 2020 : Analyse des ouvrages de Neuillé, Vernantes, Allonnes, Mouliherner et Saint-Philbert du Peuple. Préconisations transmises.
Réunions	Communauté de Communes Baugeois Vallée, 2020	26 mai 2020 : état de la situation de la ressource sollicité et de l'ouvrage de Noyant Bouton.
Demande d'éléments à insérer dans le contrat de DSP concernant les suivis	SIDAEP Mauges-Gâtine, mars 2020	Avril 2020 : envoi du texte proposé pour insérer dans le contrat de DSP.
Analyse de la baisse subite du niveau dynamique du captage « Bouton-Noyant », observée le 26 mars 2020.	Communauté de Communes Baugeois Vallée, 2020	Juillet 2020 : Analyse des données transmises par la SAUR, note d'analyse transmise.

Illustration 24 – Tableau récapitulatif des Appuis à Maître d'ouvrage réalisés par le BRGM en 2020

En 2021, le nombre de jours consacrés aux appuis à Maître d'ouvrage ont nettement dépassé les 3 jours prévus. Compte tenu de l'enjeu des demandes, aucune n'a été refusée. Ainsi, ce sont au total 8 jours qui ont été consacrés à ces appuis.

En 2021, le nombre de jours consacrés aux appuis a de nouveau été largement dépassé. Afin de limiter le temps passé, seul le suivi des investigations réalisées dans l'ouvrage de Noyant a pu être réduit à des échanges téléphoniques ponctuels avec la société chargée des travaux. Au total, ce sont 11 jours qui ont été consacrés à ces appuis.

Intitulé	Demande	Réponse apportée
Synthèse des actions menées pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable – Secteur de Noyant et Genneteil	Communauté de Communes Baugeois Vallée, mars 2021	Mars 2021 : Présentation des actions, de leur avancement et des premiers résultats – Réunion technique (BRGM, CC Baugeois Vallée, CD49, SAGE Authion)
Captage «Bouton-Noyant» : Synthèse des éléments de connaissance produits sur le plan du contexte et de l'ouvrage	Communauté de Communes Baugeois Vallée, février 2021 (fiche de demande faite)	Mai 2021 : Synthèse des éléments de connaissances, des actions réalisées, diagnostic de l'ouvrage, préconisations. Présentation en réunion technique (BRGM, CC Baugeois Vallée)
Demande d'informations réglementaires et d'avis pour un projet de Géothermie	Mauges Communautés, mars 2021 (urgent)	Mars 2021 : Etat de la réglementation en vigueur et adresse site internet ressource transmis par mail.
Avis concernant les dispositions SDAGE 2022-2027 – Classement du Cénomaniens.	Conseil Départemental, mars 2021	Mars 2021 : Avis et liste des ouvrages avec code masse d'eau transmis par mail.
Captage «Bouton-Noyant» : Préparation et suivi d'investigations	Communauté de Communes Baugeois Vallée, juillet 2021	Août 2021 : Apport de précisions techniques pour les investigations préconisées (mail). Novembre 2021 : Echanges avec la société retenue, suivi ponctuel et à distance des investigations réalisées.
Suivis historiques des niveaux piézométriques et des volumes journaliers pour les deux ouvrages de l'unité de Montsoreau, Jarzé et Seiches-sur-le-Loir	SAUR, juillet 2021 (fiche de demande faite)	Accord demandé au Conseil Départemental et à Saumur Val de Loire. Septembre 2021 : Export des historiques de chroniques souhaités transmis par mail.
Avis sur dossier d'incidence	CC Choletais, août 2021	Août 2021 : aucune remarque à formuler. Dossier complet. Informations transmises en interne pour déclaration en BSS.

Illustration 25 – Tableau récapitulatif des Appuis à Maître d'ouvrage réalisés par le BRGM en 2021

La synthèse des actions menées pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable – Secteur de Noyant et Genneteil ainsi que l'appui concernant le captage «Bouton-Noyant» (Synthèse des éléments de connaissance produits sur le plan du contexte et de l'ouvrage) ont nécessité à eux seuls 8 jours de travail.

En 2021, une fiche navette de demande d'appui a été créée afin de tracer les travaux réalisés (Illustration 26). Une note de cadrage des appuis à Maître d'ouvrage a également été réalisée par le BRGM à la demande du Conseil Départemental. Le BRGM a également mis en place un espace de travail partagé avec le Conseil Départemental pour y partager les demandes et les éléments transmis en réponse.

A novembre 2021, la fiche de demande n'est pas utilisée à chaque demande d'appui. A partir de 2022, le BRGM et le Conseil Départemental veilleront à faire circuler cette fiche de demande pour que chaque demande soit bien formalisée.



Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire	
 <p style="text-align: center;"><b>APPUI TECHNIQUE AUX COLLECTIVITES</b> <b>Fiche de demande d'intervention</b></p>	
<b>Objet de l'appui sollicité :</b>  <small>Le cas échéant, préciser sur papier libre en PJ le contexte de l'intervention (motif de la sollicitation, contraintes techniques et réglementaires, personnes concernées, etc....).</small>	<b>Demandeur</b> Administration : _____ Direction : _____ Service : _____ Interlocuteur : _____
<b>Mission demandée au BRGM :</b>	<b>Typologie de l'action :</b> <input type="checkbox"/> <b>Type 1</b> : Rassembler des connaissances existantes <input type="checkbox"/> <b>Type 2</b> : Expertise avec processus de vérification systématique du rapport <input type="checkbox"/> <b>Type 3</b> : Informer, communiquer, participer à réunions
Date de la demande : _____ Date de réponse souhaitée : _____	
<b>Proposition BRGM :</b> Descriptif : _____  Durée de réalisation : _____ Délai de réalisation : _____ Nature du rendu : _____ Intervenant : _____  Date : _____ Signature : _____	<b>Format souhaité :</b> <input type="checkbox"/> rapport (obligatoire si type 2) <input type="checkbox"/> autre (préciser) : _____  <input type="checkbox"/> documents annexés : _____  <b>Accès :</b> <input type="checkbox"/> public immédiat <input type="checkbox"/> public différé (délai : n mois)  <b>Accord du demandeur :</b> A : _____ Le : _____ Visa : _____ Copie CD 49
 <p style="text-align: right;"><a href="http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/">http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/</a></p>	

Illustration 26 – Fiche demande d'appui technique aux collectivités (BRGM – CD49, 2021)

### 2.4.3. Visites d'unités

#### Objectifs visés

Les visites visent à vérifier et à améliorer la qualité des données de suivi valorisées (piézométrie et volumes prélevés). Elles permettent aussi de compléter et de mettre à jour les connaissances des ouvrages de prélèvement (vérification des seuils d'alerte pris en compte). Il est prévu que l'ensemble des unités de captage pour la production d'eau potable fasse l'objet d'une visite de ce type tous les 4 ans.

#### Déroulement des visites

En préparation des visites, le BRGM transmet les documents établis pour chaque site :

- La fiche de visite vierge
- La fiche Unité (source : site internet AEP49)
- Les fiches Ouvrages (source : site internet AEP49)
- Les chroniques piézométriques enregistrées (fichiers excel)
- Les éventuels points particuliers à discuter (anomalies dans les données, travaux...)

Chaque visite se déroule en présence d'un représentant de la structure compétente et d'une personne responsable de l'exploitation du site. Elle est effectuée par un agent du BRGM et un représentant du Département.

Lors de chaque visite, les points suivants sont abordés et discutés :

- Ouvrages : Point sur la caractérisation de chaque ouvrage et de chaque unité, éléments à ajouter ou à rectifier (position des équipements, position des seuils...)
- Fonctionnement : Point sur l'évolution de la production, sur les travaux réalisés (entretien, réaménagements...) et sur les éventuels problèmes rencontrés ;
- Suivi (piézométrie et volume) : revue des chroniques acquises (discussion des éventuelles anomalies), contrôle des seuils pris en compte, mesure de la profondeur d'installation du capteur de pression ; mesure manuelle de la piézométrie sur chaque ouvrage (pompe on et pompe off) et contrôle de cohérence avec les valeurs transmises.
- Fonctionnement du Réseau AEP49 : recueil d'avis, de suggestions.

Les visites sont effectuées en deux temps. En général, la visite commence par un point sur les éléments à disposition en intérieur (local fermé). Ceci permet de contrôler les fiches, les chroniques et de collecter les éventuelles informations ou précisions manquantes. La visite se poursuit par un déplacement sur l'unité de captage où le BRGM se charge d'effectuer les mesures manuelles nécessaires (piézométrie, hauteur du repère de mesure, profondeur sonde).

Ces visites sont aussi l'occasion de discuter des bonnes pratiques à mettre en place par les techniciens lors des changements d'équipements pour maintenir une mesure piézométrique fiable.

Après chaque visite, un compte-rendu reprenant les différents points vus est transmis au Département qui se charge de son envoi aux personnes présentes lors de la visite. Tous les comptes rendus sont rédigés selon une même trame homogène.

## Priorisation des visites

Afin d'établir un ordre pour la réalisation des visites, une priorisation a été établie en 2017. Les critères pris en compte étaient :

- La connaissance de la position des équipements à protéger dans les ouvrages : lorsqu'aucune information ne permettait d'établir un seuil d'alerte, le site a été noté en priorité 1.
- La qualité des données transmises : lorsque les valeurs transmises nécessitaient un recalage, le site a été noté en priorité 2.
- L'aquifère sollicité : les alluvions de la Loire ont été considérées comme aquifère prioritaire étant donné leur forte sollicitation, leur réactivité et l'entretien particulier que nécessite les ouvrages de production.
- L'influence des prélèvements a également été prise en compte.

## Visites réalisées en 2021

En 2020, compte tenu du contexte sanitaire, aucune visite n'a été réalisée. En accord avec le Conseil Départemental, les visites ont été reportées à 2021. En 2021, l'objectif était donc d'effectuer la visite d'une vingtaine d'unités.

En 2021, les visites ont été effectuées sur deux périodes : du 19 mai au 22 juin et en novembre (les 8 et 9, ainsi que 5 visites prévues les 29 et 30 novembre) A fin 2021, ce seront 20 unités qui auront fait l'objet d'une visite dans l'année (dont deux visitées deux fois).

Unité de captage	Site	nb ouvrages	Structure compétente	Exploitant	Date de visite
LE LOUROUX BECONNAIS	LES CHAPONNEAUX	2	Syndicat d'eau de l'Anjou	Syndicat d'eau de l'Anjou	20/05/2021
SAINT GEORGES SUR LOIRE	LE BOYAU	3	Syndicat d'eau de l'Anjou	Syndicat d'eau de l'Anjou	20/05/2021
CANDE-VRITZ	Thuyas - Kiriaie	3	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	19/05/2021
CHAZE HENRY	MINES DE FER	1	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	19/05/2021
JARZE	CLOS DES FERRIERS	1	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	21/05/2021
SEICHES SUR LE LOIR	PONT HERBAUX	1	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	21/05/2021
SAINT MARTIN DE LA PLACE	LES CLERETS	1	Saumur Val de Loire	SAUR	26/05/2021
MONTSOREAU	PRES PACAUD - MAUMENIERE	2	Saumur Val de Loire	SAUR	26/05/2021
SAINT PHILBERT DU PEUPLE	SAINT PHILBERT DU PEUPLE	2	Saumur Val de Loire	Saumur Val de Loire	22/06/2021
VERNANTES La Maladrie	LA MALADRIE	1	Saumur Val de Loire	Saumur Val de Loire	22/06/2021
MOULIHERNE	LA POMMASSERIE S4	1	Saumur Val de Loire	Saumur Val de Loire	22/06/2021
ALLONNES	LA FONTAINE	3	Saumur Val de Loire	Saumur Val de Loire	22/06/2021
CHOLET	Rucette	9	CC du Choletais	VEOLIA	08/11/2021
GENNETEIL	L'AURIERE	1	CC du Baugeois	VEOLIA	02/06/2021
NOYANT	BOUTON	1	CC du Baugeois	VEOLIA	02/06/2021
BEAUFORT EN VALLEE	BEAUFORT	4	Baugeois Vallée	VEOLIA	09/11/2021
MAZE	MAZE	5	Baugeois Vallée	VEOLIA	09/11/2021
PONTIGNE BAUGE-EN-ANJOU	LES HAUTES ROCHES	3	Baugeois Vallée	VEOLIA	30/11/2021
SAUMUR	LES LANDES + P2 (PETIT PUY)	4	Saumur Val de Loire	SAUR	29/11/2021
MONTSOREAU	PRES PACAUD - MAUMENIERE	2	Saumur Val de Loire	SAUR	30/11/2021
MONTREUIL BELLAY	FONTAINE BOURREAU	1	Saumur Val de Loire	SAUR	30/11/2021
CANDE-VRITZ	Thuyas - Kiriaie	3	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	29/11/2021

Illustration 27 – Bilan des visites d'unités réalisées en 2021

Lors des visites, les capteurs de pression sont désormais systématiquement sortis des ouvrages (sauf si impossible à retirer). La position des sondes et la mesure brute faite en hauteur d'eau peuvent ainsi être vérifiées de manière sûre. Auparavant, la position des sondes était donnée par l'exploitant.

Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

Unité de captage	site	nb ouvrages	STRUCT. COMPETENTE	EXPLOITANT	Date de visite	Autres points vus
CHAZE HENRY	MINE DE FER	1	Syndicat d'eau de l'Anjou	Syndicat d'eau de l'Anjou	19/05/2021	Ecart de 0,84m entre la mesure auto et manuelle - a recalcer enlever la sonde basse non utilisée
VRITZ CANDE	LES THUYAS / LA KIRIAIE	3	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	19/05/2021	Niveau piezo dynamique sur la Kiriale F1 très proche de la pompe Gros écarts entre la mesure auto et manuelle (2,17m sur la Kiriale F2; 88cm sur F1; 25 cm sur les Thuyas) à recalcer Niveler les repères THUYAS : déplacer la pompe en dessous ou au dessus des crépines ; KIRIAIE F2 : descendre la pompe dans la chambre de pompage (18-21m) car niv dynamique très proche + améliore la perrenité de l'ouvrage
LE LOUROUX BECONNAIS	LES CHAPONNEAUX	2	Syndicat d'eau de l'Anjou	Syndicat d'eau de l'Anjou	20/05/2021	Recalage sonde F1 (ecart de 28cm) Trous à reboucher dans les têtes d'ouvrage de F1 et F2 (qualité)
ST GEORGES SUR LE LOIR	LE BOYAU	3	Syndicat d'eau de l'Anjou	Syndicat d'eau de l'Anjou	20/05/2021	Gros écarts entre la mesure auto et manuelle (1,63m sur P3; 1,34m sur P2 et 3,22m sur P1) ou a des pertes de charges. Suivi à améliorer Coudammer le drain D4 du P2 + changer la sonde restée coincée pendant la visite (prof. De la sonde à transmettre)
JARZE	CLOS DES FERRIERS		Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	21/05/2021	sonde trop haute dans l'ouvrage, à descendre + recalcer (ecart 25 cm)
SEICHES	PONT HERBAUX	2	Syndicat d'eau de l'Anjou	SAUR	21/05/2021	Boucher l'accès aux souris dans l'ouvrage. Seiches va être fermée.
MONTSOREAU	MONTSOREAU	2	CASLD	SAUR	26/05/2021	Enormes écarts entre la mesure auto et manuelle = à recalcer. Contrôle état de sondes / remplacement F4 descendre pompe dans chambre de pompage + sonde en dessous de la pompe
ST MARTIN DE LA PLACE	LES CLERETS	1	CASLD	SAUR	26/05/2021	2022 : arrêt de l'exploitation prévu
GENNETEIL	L'AURIERE	1	CC BAUGEOIS VALEE	VEOLIA	02/06/2021	
NOYANT	BOUTON	1	CC BAUGEOIS VALEE	VEOLIA	02/06/2021	Gros écart de mesure entre la mesure auto et manuelle - recalé ok
ST PHILBERT DU PEUPLE	PLANCHES DE BARON	2	CASLD	CASLD	22/06/2021	
MOULHIERNE	LA POMASSERIE	1	CASLD	CASLD	22/06/2021	
VERNANTES	LA MALADRIE	1	CASLD	CASLD	22/06/2021	
ALLONNES ET BREILLE LES PINS	LA FONTAINE		CASLD	CASLD	22/06/2021	
CHOLET	Rucette	9	CC du Choletais	VEOLIA	08/11/2021	Ouvrages : Cf. onglet "Ouvrages_état_connaissances" A valider : position pompes et seuils proposés  Exploitation, fonctionnement : - P10, P8, P4, P5, P3 : non exploités, pas suffisamment productifs (pompes retirées) - Déclenchement des pompes : Automatique selon niveau de la bêche eau brute - Arrêt automatique des pompes (sauf PAD) en cas d'inondation (détecteur à côté du P10) - Débit adapté : 3 paliers dégressifs selon le niveau.  Suivi piézométrique (contrôlé par mesure manuelle) : - P6 et P7 : plus aucun matériel (pas de sondes) et non exploités/ Mesure niveau manuel faite. - P10, P4 et P5 : reparamétrage suite à changement de sonde - erreur d'échelle (ressaut chronique août 2021).  Contrôle de mesure réalisé (détail en onglet "MESURES_manuelles"): - ouvrages non exploités : écarts de 6 cm à 15,10 m (P10) - ouvrages exploités : écarts max de 8 cm (pompe OFF)
BEAUFORT EN VALLEE	BEAUFORT	4	Baugeois Vallée	VEOLIA	09/11/2021	Ouvrages : Cf. onglet "Ouvrages_état_connaissances" - Clos Bertin F1 et F2, Pièces de Bois : sondes à abaisser dans les ouvrages - Petit Jusson : Seuils ne protègent pas les crépines de l'ouvrage. => Préconisation : Seuils à remonter au dessus de 28m de profondeur (Niveaux vérifiés : min à environ 20m de profondeur). - A valider : position pompes et seuils  Fonctionnement, travaux réalisés : - Petit Jusson : Pompe changée en 2020 avant changement exploitant. - Clos Bertin F1 et F2 : sondes changées en 2020.  Contrôle de mesure réalisé (détail en onglet "MESURES_manuelles"): - Ecarts notables constatés pour Pièces de Bois (entre 1,91 et 2,06m), Petit Jusson (entre 46 et 50 cm)
MAZE	MAZE	5	Baugeois Vallée	VEOLIA	09/11/2021	Ouvrages : Cf. onglet "Ouvrages_état_connaissances" - F4, F5, F7 et F8 : Seuils ne protègent pas les crépines des ouvrages. => Préconisation : Seuils à remonter (Niveaux vérifiés : compatible avec hausse des seuils préconisée). - F5, F7 et F8 : position sondes à revoir. Préconisations dans l'onglet.  Fonctionnement, travaux réalisés : - F4, F7 et F8 : Pompes remplacées début 2021 - F5 : Productivité réduite : pompe changée en mai 2021 après qu'elle soit tombée en panne, sonde changée en 2021. - F7 : changement pompe et recalage sonde en 2018 ; contrôle de sonde en 2021. Dégradation plaque en béton - F8 : Pompe actuellement HS - F6 : limité à 40m <sup>3</sup> /h ou 36m <sup>3</sup> /h ; présence importantes de fines (sonde de mesure ressortie pleine de dépôts rouille).  Contrôle de mesure réalisé (détail en onglet "MESURES_manuelles"): - Ecarts très conséquents : entre 2 et 15,73 m d'écart selon les ouvrages, niveaux réels plus hauts que valeurs enregistrées (tous les ouvrages sauf F6). - F7 : sonde 0-50m réglée comme une 0-40m

Illustration 28 – Tableau de synthèse des points vus lors des visites en 2021 (à début novembre)



Les points d'amélioration vus lors des visites concernent principalement les suivis. En cas d'écart entre la mesure manuelle et la mesure de la sonde, les mesures manuelles réalisées et la vérification du paramétrage des sondes ont permis aux exploitants de faire les recalages nécessaires.

La position des pompes et des sondes fait l'objet d'un avis du BRGM. Dans certains cas, cet avis est donné après la visite lorsque les positions sont confrontées aux coupes d'ouvrages (longueur de câble pour la sonde piézométrique supérieure à la profondeur du forage par exemple).

Suite aux visites, les mesures piézométriques faites, ainsi que la position des équipements (sonde et pompe) et des seuils (vigilance et alerte), sont consignées.

Pour chaque visite, le BRGM établit un compte-rendu complet ensuite transmis par le Conseil Départemental à la structure compétente et à l'exploitant concernés.



*Illustration 29 – Photo de visite d'unité (Cholet, 2021)*

Les visites réalisées ont permis de consolider la connaissance des ouvrages et de leurs équipements. Ainsi, **les coupes d'ouvrages et les seuils pris en compte pour le déclenchement d'état de vigilance et d'alerte ont été actualisés pour toutes les unités visitées (après validation de l'exploitant).**

Par ailleurs, les mesures manuelles effectuées lors des visites ont permis de contrôler le paramétrage des suivis piézométriques automatiques. **Après les visites, les chroniques des ouvrages pour lesquels la mesure du niveau piézométrique était anormale sont corrigées. Pour les visites réalisées en 2021, ces corrections concernent 19 ouvrages (Illustration 30).**

Depuis 2017, toutes les unités de production d'eau potable ont été visitées à l'exception de celle du Thoureil. Certaines comme celle de Saumur, de Montreuil-Bellay, de Beaufort-en-Vallée et de Mazé ont été visitées deux fois. L'unité d'Angers les Ponts de Cé a fait l'objet de 3 visites.

Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

UNITE	OUVRAGE	N°BSS	date mesure	pompe active (oui/non)	Prof. Sonde par rapport au repère (fixe)	CONTRÔLE (prof. mesurée convertie en hauteur d'eau)	CONTRÔLE (prof. mesurée convertie en NGF)
ALLONNES La Fontaine	LA FONTAINE F1	04861X0557/P3	22/06/2021	oui	non connue, 15?	11,31	
BEAUFORT EN VALLEE	LE CLOS BERTIN F1	04552X0069/F1	09/11/2021	non	27,39 (vérifiée - repère haut du tubage)		15,19
BEAUFORT EN VALLEE	LE CLOS BERTIN F1	04552X0069/F1	09/11/2021	oui	27,39 (vérifiée - repère haut du tubage)		9,97
BEAUFORT EN VALLEE	LE CLOS BERTIN F2	04552X0070/F2	09/11/2021	non	30,31 (vérifiée - repère haut du tubage)		14,61 (écart : -0,20m)
BEAUFORT EN VALLEE	LE CLOS BERTIN F2	04552X0070/F2	09/11/2021	oui	30,31 (vérifiée - repère haut du tubage)		9,92 (écart : -1,10m)
BEAUFORT EN VALLEE	PETIT JUSSON	04552X0081/FPJ	09/11/2021	non	49,85 (vérifiée - repère haut du tubage)		13,09 (écart : -0,46m)
BEAUFORT EN VALLEE	PETIT JUSSON	04552X0081/FPJ	09/11/2021	oui	49,85 (vérifiée - repère haut du tubage)		5,65 (écart : -0,50m)
BEAUFORT EN VALLEE	PETIT JUSSON - PZ	04552X0139/FR	09/11/2021	-			
BREILLE LES PINS La Lande de l'Etang	LA LANDE DE L'ETANG F2	04565X0040/F	22/06/2021	non		HS	HS
CHAZE-HENRY Mines de Fer	MINES DE FER	03898X0014/S	19/05/2021	non	95 (sonde haute) et 115 (sonde basse)	-0,84	
CHAZE-HENRY Mines de Fer	MINES DE FER	03898X0014/S	19/05/2021	oui	95 (sonde haute) et 115 (sonde basse)	-0,87	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P1	05373X0542/541	08/11/2021	non	24,1 (vérifiée - repère haut du tubage)	18,52	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P1	05373X0542/541	08/11/2021	oui	24,1 (vérifiée - repère haut du tubage)	14,54	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P2	05373X0543/543	08/11/2021	non	31,75 (vérifiée - repère haut du tubage)	24,91	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P2	05373X0543/543	08/11/2021	oui	31,75 (vérifiée - repère haut du tubage)	16,85 (écart : +0,14 m)	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P3	05373X0544/5412	08/11/2021	non	14,93 (vérifiée - repère haut du tubage)	9,79	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P4	05373X0545/5411	08/11/2021	non	19,86 (vérifiée - repère haut du tubage)	15,78 (écart : -0,88 m)	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P8	05373X0549/548	08/11/2021	non	34,06 (vérifiée - repère haut du tubage)	30,24 (écart : -1,53 m)	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P9	05373X0550/547	08/11/2021	non	17,88 (vérifiée - repère haut du tubage)	6,62	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P9	05373X0550/547	08/11/2021	oui	17,88 (vérifiée - repère haut du tubage)	12,72	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P10	05373X0551/545	08/11/2021	non	21,02 (vérifiée - repère haut du tubage)	19,02 (écart : +15,10m)	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE PDR	05373X0533/P	08/11/2021	non	24,44 (vérifiée - repère haut du tubage)	7,04	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE PDR	05373X0533/P	08/11/2021	oui	24,44 (vérifiée - repère haut du tubage)	7,44 (écart : +0,47 m)	
CHOLET La Rucette	LA RUCETTE P5	05373X0546/5410	08/11/2021	non	21 (vérifiée - repère haut du tubage)	19,74	
JARZE Les ferriers	CLOS DES FERRIERS	04246X0008/F2	21/05/2021	non	43,8	0,29	
JARZE Les ferriers	CLOS DES FERRIERS	04246X0008/F2	21/05/2021	oui	43,8	0,24	
LOUROUX BECONNAIS (LE) Les	LES CHAPONNEAUX F1	04533X0020/F1	21/04/2021	oui	15	-	-
LOUROUX BECONNAIS (LE) Les	LES CHAPONNEAUX F1	04533X0020/F1	20/05/2021	non	15	13,06	
LOUROUX BECONNAIS (LE) Les	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021/F2	21/04/2021	non	19,55	-	-
LOUROUX BECONNAIS (LE) Les	LES CHAPONNEAUX F2	04533X0021/F2	20/05/2021	non	19,55	17,50	
BEAUFORT EN VALLEE	LES PIECES DE BOIS	04552X0129/F	09/11/2021	non	38,75 (vérifiée - repère haut du tubage)		15,48 (écart : +2,06m)
BEAUFORT EN VALLEE	LES PIECES DE BOIS	04552X0129/F	09/11/2021	oui	38,75 (vérifiée - repère haut du tubage)		6,23 (écart : +1,91m)
MAZE	LA GRANDE OUCHE F4	04552X0094/F4	09/11/2021	non	31,5 (vérifiée - repère haut du tubage)	-2,25	11,73 (écart : +2,25m)
MAZE	LA GRANDE OUCHE F4	04552X0094/F4	09/11/2021	oui	31,5 (vérifiée - repère haut du tubage)	-2,91	5,47 (écart : +2,91m)
MAZE	LES GAINS F5	04552X0067/S5-F5	09/11/2021	non	30,42 (vérifiée - repère haut du tubage)	2,30	11,32 (écart : +2,30m) => Sonde HS ?
MAZE	LES GAINS F5	04552X0067/S5-F5	09/11/2021	oui	30,42 (vérifiée - repère haut du tubage)	-4,86	7,74 (écart : -4,86m) => Sonde HS ?
MAZE	LES GAINS F6	04552X0084/F6	09/11/2021	non	26,72 (vérifiée - repère haut du tubage)	0,71	10,24 (écart : +0,71m)
MAZE	LES GAINS F6	04552X0084/F6	09/11/2021	oui	26,72 (vérifiée - repère haut du tubage)	0,60	1,5 (écart : +0,60m)
MAZE	CANTON DES CONGLANDS F7	04552X0085/F7	09/11/2021	non	39,09 (vérifiée - repère haut du tubage)	8,90	11,81 (écart : +8,90m)
MAZE	CANTON DES CONGLANDS F7	04552X0085/F7	09/11/2021	oui	39,09 (vérifiée - repère haut du tubage)	7,82	6,52 (écart : +7,82m)
MAZE	LES CHAINTRES F8	04552X0083/F8	09/11/2021	non	20,82 (vérifiée - repère haut du tubage)	9,66	15,73 (écart : +9,66m)
MONTMOREAU Les Prés Pacaud	LES PRES PACAUD F3	04865X0549/P3	26/05/2021	non	11,15 (2019)	7,12	
MONTMOREAU Les Prés Pacaud	LA MAUMENIERE F1	04865X0556/FE4	26/05/2021	non	32,55	25,29	
SEICHES Pont Herbaux	PONT HERBAUX	04245X0015/E	21/05/2021	oui puis non	sonde bloquée à 11-12m	-	
ST GEORGE SUR LOIRE Le Boyau	LE BOIS TIERS P1	04538X0027/F	20/05/2021	non	15,35	8,11	
ST GEORGE SUR LOIRE Le Boyau	LE BOYAU P3	04538X0122/P3	20/05/2021	oui	12,13	6,23	
ST GEORGE SUR LOIRE Le Boyau	LE BOYAU P2	04538X0077/P2	20/05/2021	oui et non	nc; 2019 : 16,86	7,15 et 9,27	
ST MARTIN DE LA PLACE Les Clerets	LES CLERETS	04853X0079/P	26/05/2021	non	10,80	6,02	
ST PHILBERT DU PEUPLE Planches de Baron	LES PLANCHES DE BARON P1	04558X0066/F	22/06/2021	non	inconnue	?	
ST PHILBERT DU PEUPLE Planches de Baron	LES PLANCHES DE BARON P2	04558X0069/F	22/06/2021	non		11,78	
VRITZ CANDE Les Thuyas - La Kiriaie	LA KIRIAIE F1	04225X0010/F	19/05/2021	oui		-0,88	
VRITZ CANDE Les Thuyas - La Kiriaie	LA KIRIAIE F2	04225X0011/F5	19/05/2021	non		2,17	
VRITZ CANDE Les Thuyas - La Kiriaie	LES THUYAS (LE MOULINET)	04225X0014/F	19/05/2021		18,55	14,10	

Illustration 30 – Ecart calculés entre les mesures manuelles et les valeurs données par les sondes (visites 2021).

#### 2.4.4. Journée de rencontre technique

Cette journée d'échanges vise à favoriser le partage d'expérience entre les différents acteurs intervenant dans le cadre du réseau de suivi pour l'AEP en Maine-et-Loire. Cette journée est proposée aux collectivités et aux exploitants (privés et public).

Ce type d'action permet de tendre vers un meilleur niveau de connaissances et une vision partagée. Par ailleurs, les interlocuteurs s'identifient et peuvent mieux appréhender le rôle de chaque acteur à différentes échelles et l'articulation entre eux. Cette journée est aussi l'occasion de présenter de façon concrète les moyens mis à disposition des collectivités et d'en discuter.

En 2019, une rencontre technique a été réalisée avec le concours du CNFPT le 11 décembre sur une demi-journée (programme en Illustration 31).



RENCONTRE TECHNIQUE « EAUX SOUTERRAINES EN ANJOU »

DÉROULÉ DE LA ½ JOURNÉE

9h00-9h15	Accueil
9h15-10h00	Les eaux souterraines en Anjou, état des connaissances et enjeux <ul style="list-style-type: none"><li>Le contexte hydrogéologique : les ressources en eau en Anjou, enjeux</li><li>Le réseau AEP 49</li></ul>
10h00-10h30	La production d'eau potable, échanges techniques <ul style="list-style-type: none"><li>Gestion de l'étiage - Introduction : 5 min maxi<ul style="list-style-type: none"><li>Sur le plan réglementaire (DDT) : les arrêtés sécheresse</li></ul></li></ul>
10h30-10h45	Pause café
10h45-12h15	Sur le plan technique : Retours d'expérience, points de vue croisés <ul style="list-style-type: none"><li>Echelle départementale (ARS, CD, BRGM, DDT)</li><li>Echelle Structures compétentes</li><li>Echelle du captage</li></ul>
12h15-12h30	Synthèse et clôture

> 3



Illustration 31 – Programme de la rencontre technique du 12 décembre 2019

#### Travaux réalisés :

En 2020, compte tenu du contexte sanitaire et des renouvellements de délégations en cours, la journée n'a pas été organisée.

En 2021, le contexte n'a pas été propice pour organiser une rencontre (élections régionales, défaut de disponibilité).

Le temps prévu pour ces travaux a été utilisé sur d'autres aspects (Maintenance du site internet, Appuis aux maître d'ouvrages et Développement des outils).

#### 2.4.5. Valorisation et communication

##### Diffusion des bulletins

A chaque début de mois, un bulletin faisant la synthèse de la situation des ressources en eau souterraine sollicitées pour l'eau potable est réalisé et transmis par mail à tous les interlocuteurs du réseau (collectivités, exploitants et membres du Comité de suivi technique départemental réunissant les services de l'Etat concernés, le Département et l'Agence de l'Eau).

Ce mail permet également de redonner l'adresse du site internet et d'informer de la mise à jour des indicateurs et des données.

Ce bulletin comporte désormais 2 pages :

- Une première page de synthèse à l'échelle départementale ;
- Une deuxième page avec le tableau de situation complet comportant la situation de chacune des unités de captage.

La réalisation des bulletins fait l'objet du chapitre 2.2.3 (p.16). En **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** sont reportées toutes les premières pages des bulletins transmis en 2020 et 2021.

## Réunions

En 2020 et 2021, il n'y a pas eu de réunion annuelle réunissant les membres du Comité de suivi technique (Département, ARS 49, DDT 49, AELB), les collectivités et les exploitants concernés.

Une réunion pour le suivi du déroulement technique du projet est prévue chaque année. L'objectif est de faire le point sur les travaux réalisés dans le cadre du Réseau AEP49 et de discuter des améliorations souhaitables, des priorités à donner dans les travaux.

Fin 2019, une réunion a eu lieu avec le Comité de suivi (Département, ARS 49, DDT 49, AELB). En février 2021, une réunion entre le Conseil Départemental et le BRGM a eu lieu pour faire le point sur l'avancement du programme de travail. Le Comité de suivi n'a pas été réuni depuis fin 2019.

## 2.5. DEVELOPPEMENT DES OUTILS D'ANALYSE

### 2.5.1. Programme défini

Le programme technique de la convention pour l'année 2020 prévoyait les développements suivants :

- Evolution des indicateurs de situation : les modalités de définition des indicateurs devaient être revues. L'objectif visé est d'assurer une meilleure lisibilité de l'état des ressources sollicitées sur la base des niveaux maximums enregistrés (méthode concordante avec le réseau piézométrique DCE) mais aussi de la proximité des niveaux minimum enregistrés par rapport aux seuils définis.
- Tests de modélisation de chroniques piézométriques pour un ou deux ouvrages de prélèvement AEP. Il s'agit là d'un travail exploratoire dont l'objectif visé est de juger de la pertinence de la modélisation des chroniques à des fins prédictives. Le programme prévoyait ces tests avec deux méthodes : le logiciel Gardenia<sup>1</sup> (outil métier développé par le BRGM) et l'intelligence artificielle.

### 2.5.2. Indicateurs de situation

Avec l'amélioration des seuils de vigilance et d'alerte, avec aussi des chroniques de plusieurs années, la méthode de définition des indicateurs a été revue.

Le code de situation est désormais attribué en tenant compte de la situation du niveau par rapport aux seuils établis pour chaque ouvrage en fonction de la position des équipements à protéger (toit de l'aquifère, drains, aspiration de la pompe...). Ces seuils sont ajustés et tenus à jour sur la base des informations transmises par les exploitants afin d'être conformes à ceux pris en compte pour l'exploitation.

	Indicateur	Signification
<b>Classes</b>  (situation niveau)		3 : Niveau au-dessus du seuil de vigilance
		2 : Vigilance (seuil de vigilance atteint, exploitation déjà adaptée ou à adapter)
		1 : Alerte (seuil atteint ou dépassé - niveaux <u>très</u> proches des équipements, exploitation déjà adaptée ou à adapter)
<b>Tendance</b>  (évolution niveau)	↗	En hausse
	→	Stable
	↘	En baisse

Illustration 32 - Codes utilisés pour les indicateurs du Réseau AEP49, 2020

<sup>1</sup> <https://www.brgm.fr/fr/logiciel/gardenia-logiciel-modelisation-hydrologique-globale-bassin-versant>



Les indicateurs établis dans le cadre du Réseau AEP49 permettent désormais de qualifier la proximité des niveaux piézométriques vis-à-vis des seuils définis. L'état des ressources en eau sollicitées est quant à lui qualifié grâce aux suivis piézométriques réalisés dans le cadre du Réseau de suivi DCE (réseau de suivi public géré par le BRGM).

### 2.5.3. Développement de modélisations de chroniques piézométriques

#### a) Cadre et programme défini

Les chroniques de suivi piézométrique et de suivi des prélèvements bancarisées dans le cadre du Réseau AEP49 offrent désormais un historique suffisamment long pour permettre une analyse plus poussée (depuis fin 2011 pour les plus longues).

Par ailleurs, au regard des difficultés de production rencontrées en 2019 du fait de l'état des ressources en eau souterraine, le programme de la convention annuelle signée en septembre 2019 prévoyait des tests de modélisations de chroniques piézométriques.

Ces premiers tests visent à vérifier la pertinence de ces modélisations pour la prévision des niveaux des ressources sollicitées (niveaux maximums et niveaux minimums) dans les ouvrages de prélèvement pour l'eau potable.

Les finalités auxquelles pourraient répondre le développement de méthodes de modélisation sont multiples.

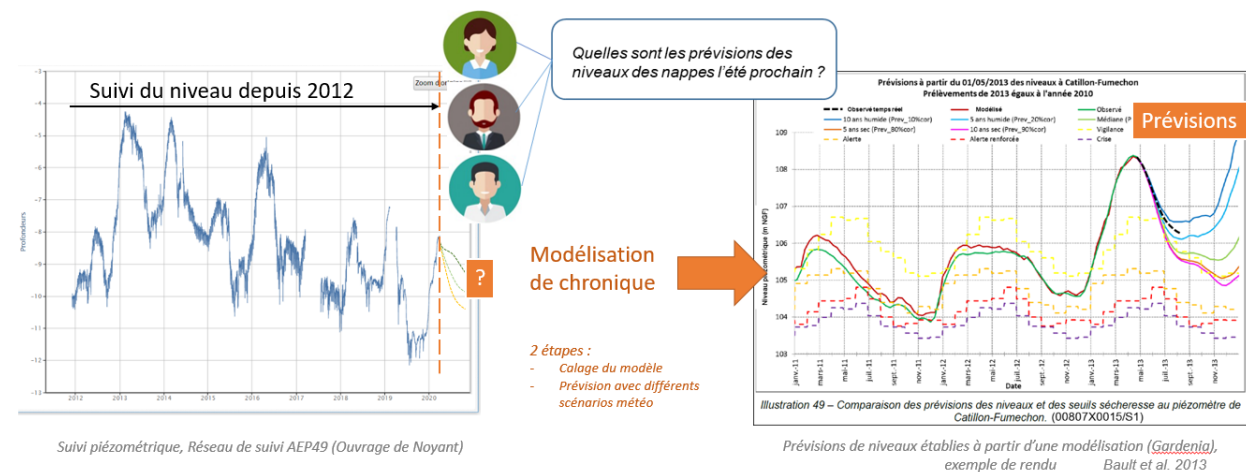


Illustration 33 – Finalités possibles de modélisation de chroniques, Prévisions saisonnières

**L'ouvrage choisi pour réaliser ces tests est celui de Noyant Bouton (04562X0065/F).** Cet ouvrage sollicite la nappe du Séno-Turonien. Cette nappe est suivie dans le cadre du Réseau piézométrique DCE par l'ouvrage 04562X0074/PZ situé à Pontigné (commune contiguë). Sa coupe géologique et technique est connue. Dans le cadre du Réseau AEP49, les chroniques de suivi sont bancarisées depuis décembre 2011 et ont fait l'objet des corrections nécessaires. Par ailleurs, cet ouvrage a connu une situation particulièrement critique en 2019 (proche du dénoisement de pompe malgré les mesures d'adaptation prises).

**Ces travaux se sont concentrés sur deux objectifs prioritaires comme suit :**

1. Prévisions saisonnières (jusqu'à 6 mois) de la piézométrie dans le piézomètre DCE et du niveau piézométrique maximum dans l'ouvrage AEP ;
2. Prévisions à court terme (2 semaines) des niveaux minimums dans l'ouvrage AEP.

Les prévisions saisonnières visent à donner les tendances d'évolution de l'état de la ressource sollicitée selon différents scénarios météorologiques. Autrement dit, cette approche permettrait de répondre à la question « à quelle situation de la ressource peut-on s'attendre cet été ? ».

Les prévisions à court terme visent à donner des évolutions possibles du niveau minimum dans l'ouvrages selon différents scénarios de prélèvements. En cas d'étiage sévère, cette approche aurait un intérêt pour les ouvrages AEP dans lesquels les niveaux sont proches des équipements à protéger. En effet, elle permettrait de matérialiser l'effet d'une adaptation des prélèvements dans l'ouvrage considéré et – au besoin – de décider d'éventuelles restrictions de prélèvements afin de préserver l'approvisionnement en eau potable.

### **Approche comparée modèles ML / modèles experts**

Les méthodes de modélisation choisies pour réaliser ces tests sont :

- Le logiciel GARDENIA
- L'intelligence Artificielle

Ces outils sont respectivement présentés en Annexe 5 et 6 du présent rapport. Dans les deux cas, une première étape d'analyse des données à disposition est nécessaire. Ensuite, quel que soit la méthode, l'outil est d'abord calé pour reproduire au mieux les évolutions passées. Les moyens de calage diffèrent d'une méthode à l'autre. Une fois le modèle « calé », il peut être utilisé en prévision selon des scénarios, des pas de temps et pour une échéance définis.

**Le logiciel GARDENIA est un modèle dit 'expert' pour l'hydrogéologie. Les modèles dits « experts » sont ceux dont la logique de fonctionnement est basée sur des règles.** Il s'agit d'un modèle à analogie physique, représentant une version simplifiée des processus de fonctionnement des aquifères sous formes d'équations mathématiques simples : bilan de flux à chaque pas de temps (sommés pondérés), vidanges de réservoirs (exponentielle décroissante), échanges entre réservoirs (sommés pondérés), etc.

Dans ce type de modèle, le type de données, le format des données, les équations mathématiques (et donc la logique) et les paramètres associés sont fixés lors de la conception du modèle, par le développeur. Le modélisateur (l'utilisateur du 'logiciel') a à sa charge : le choix des données d'entrée (quelle station de pluie, éventuellement des pondérations de stations de pluie), le choix des paramètres de modèles, et de la gamme de variation des valeurs prises par ces paramètres. Ces modèles permettront une explication naturaliste le plus souvent ce qui peut permettre de décrire le réservoir aquifère (nombre d'aquifères, taille, capacité à stocker de l'eau, etc.). En revanche, ces modèles hyperspécialisés ne pourront pas être adaptés à des questions pour lesquels aucune logique n'est instanciée dans le modèle.

**Les modèles ML (Machine Learning ou Intelligence Artificielle) quant à eux, sont par essence des modèles généralistes. La même algorithmie peut être utilisée pour prédire des variables catégorielles (voiture/autre) ou des variables continues (niveaux piézométriques).** Ce qui rend le modèle adapté au problème est la construction de l'ensemble de la chaîne logique présentée au paragraphe précédent. En particulier l'analyse du jeu de données, la sélection des variables d'intérêt, le prétraitement des données sont des phases cruciales de la démarche, et une part importante de l'expertise du modélisateur réside dans ces phases. Il est de ce fait crucial que cette phase soit réalisée par des personnes ayant un regard critique sur les données, connaissent les processus physiques associés au problème. En général, des tandems ou une équipe de modélisateur sont retenus. Le temps de mise en place de ces modèles ML est, de ce fait, relativement long. Mais l'ensemble de la chaîne est toujours mis en place en utilisant des méthodes et des outils qui rendent la démarche répétable dans le temps,

voire complètement automatisable (à chaque ajout de données par exemple). Cela ne veut pas dire que des ajustements ne seront pas à faire : ré-entraînement du modèle si les nouvelles données montrent des comportements jamais observés auparavant, nouvelles stratégies de pré-traitement des données (en fonction du signal observé), amélioration des performances du modèle, complexification du modèle, test de nouveaux modèles (l'offre évolue très rapidement), etc.

Les modèles ML obtenus ne pourront être interprétés sous le prisme de l'analogie physique, mais de nombreuses méthodes permettent de faire ressortir les variables contribuant le plus au signal modélisé (l'explicabilité des modèles est toutefois un domaine en plein essor, et de nouvelles méthodes permettront peut-être de palier cet écueil).

**Pour finir, il est important de préciser que les méthodes de modélisation et donc de prévisions de niveaux piézométriques actuellement couramment mises en œuvre sont probantes pour des séries non influencées.** Aussi, les travaux réalisés par le BRGM et présentés ci-après sont tout à fait inhabituels et en limite des savoirs faire actuels. C'est pourquoi il a été convenu de se borner à des tests dans le cadre de cette étude.

*b) Tests de modélisation et de prévisions avec l'outil GARDENIA*

Le logiciel GARDENIA est présenté en Annexe 5 du présent rapport.

**- Analyse des chroniques à disposition**

L'illustration 34 met en évidence une similarité jusqu'en 2016 entre la chronique piézométrique du piézomètre DCE de Noyant (04562X0074/PZ) et des niveaux piézométriques maximums enregistrés dans l'ouvrage de prélèvement Noyant Bouton (04562X0065/F). Un décalage entre ces deux séries se développe ensuite entre 2016 et 2020. Depuis fin 2020, les niveaux maximum journaliers enregistrés dans l'ouvrage de Noyant Bouton suivent de nouveau la même évolution que le niveau piézométrique observé dans le piézomètre DCE.

Cette même illustration ne permet pas de constater de corrélation notable entre les niveaux minimum journaliers et les volumes prélevés journaliers systématique. L'évolution des niveaux minimum journaliers dépend également de la recharge de l'aquifère, de la productivité de l'ouvrage ou encore de dénoisement d'éventuels niveaux productifs (cf. 2.6.5, p. 70).

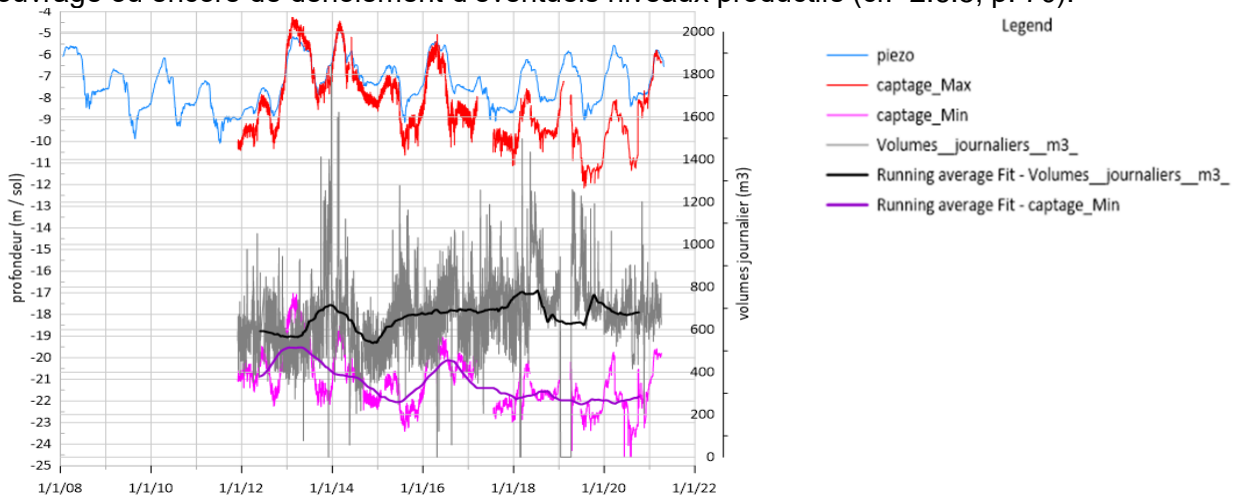


Illustration 34 – Graphique de comparaison des chroniques piézométriques et de volumes prélevés disponibles (Ouvrage de Noyant Bouton - 04562X0065/F)



## - Objectif 1 – Prévisions saisonnières

### Chronique du Piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ)

Le calage s'appuie sur les chroniques de pluie, d'ETP et de niveaux piézométriques de 2008 à 2020.

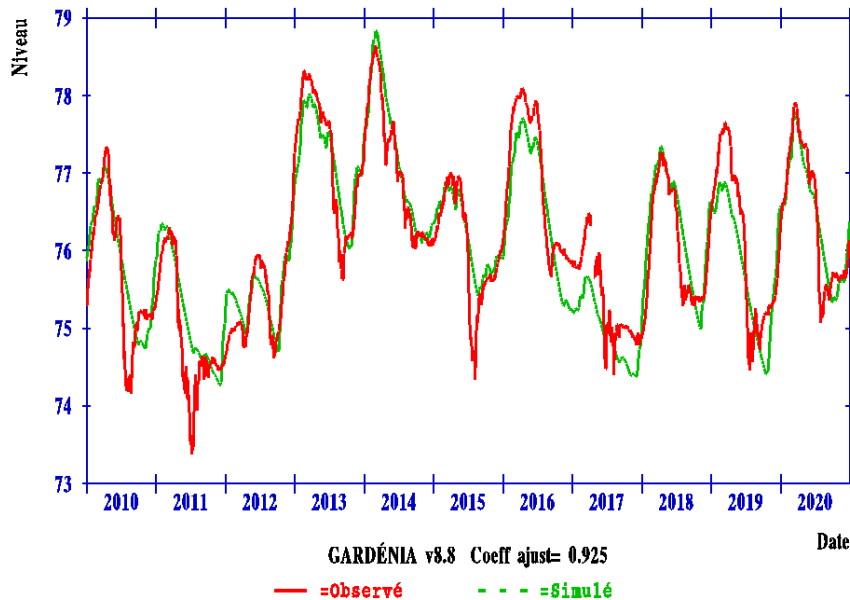


Illustration 35 – Résultat du calage de la chronique du Piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ), Gardenia

**Le calage est bon.** Les hautes eaux (HE) sont bien, voire très bien simulées, sauf en 2017 et 2019 ; par contre les basses eaux (BE) sont moins bien simulées, en particulier 2010, 2011 et 2015, ce qui s'explique vraisemblablement par des volumes pompés pour l'irrigation plus importants ces années-là par rapport à la normale.

**Après cette étape de calage, un test de prévision** a été fait pour l'année 2019. Les prévisions sont présentées en Illustration 36 et ont été réalisées pour les scénarios suivants :

- Prev\_No\_rain : absence de précipitations (en noir)
- Prev\_10%\_Dry : 10 ans sec (en vert)
- Prev\_20%\_Dry : 5 ans sec (en bleu clair)
- Prev\_50% : médiane - (en jaune)
- Prev\_20%\_Wet : 5 ans humide (en bleu foncé)
- Prev\_10%\_Wet : 10 ans humide (en rose)

Si on compare ces simulations 2019 aux niveaux réellement observés en 2019, on voit que le début de l'année 2019, en période de recharge de la nappe, correspond à une période de retour 5 ans humide. **Par contre pendant la phase de vidange de la nappe, le niveau baisse beaucoup plus que le niveau simulé et de façon très rapide de mi-juin à mi-juillet. Il est vraisemblablement influencé par des pompages d'irrigation.**

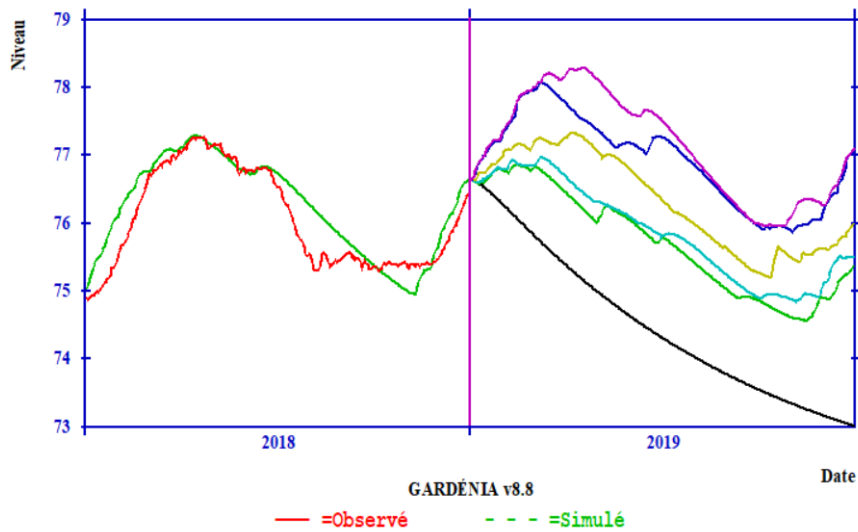


Illustration 36 – Tests de prévisions saisonnière de chronique pour l’année 2019 - Piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ), Gardénia

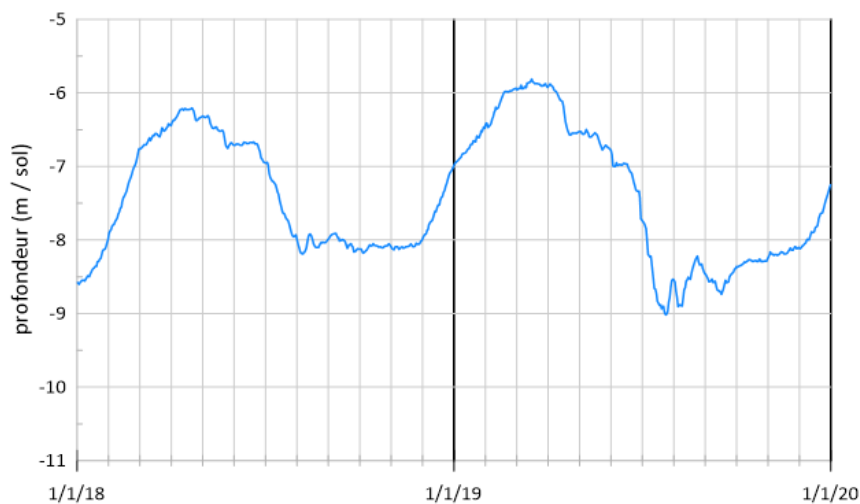


Illustration 37 – Niveaux piézométriques enregistrés dans le piézomètre de Noyant (04562X0074/PZ) en 2018 et 2019

Le test de prévision a également été fait pour l’année 2021.

- **Objectif 2 – Prévisions des niveaux minimums dans l’ouvrage de prélèvement Noyant Bouton (04562X0065/F)**

Le calage s’appuie sur les chroniques de pluie et d’ETP de 2008 à 2020 et sur les chroniques piézométriques et de volumes prélevés de l’ouvrage AEP de 2012 à 2020.

Il aurait été intéressant de faire un calage avec les niveaux min et les niveaux max et une chronique de pompages avec un pas de temps correspondant aux variations journalières de débit (horaire par exemple).

**Dans la mesure où on ne dispose que des volumes journaliers, le calage a été testé avec les niveaux mini journaliers (représentatifs de l'influence du pompage) et les volumes journaliers.**

Le premier graphique (Illustration 38) montre le résultat du calage, qui n'est pas très bon. En particulier il ne restitue pas les variations journalières de niveau de la nappe liées aux variations journalières de volume pompé. On observe par ailleurs des différences importantes entre niveaux mesurés et niveaux simulés en 2016 et 2020.

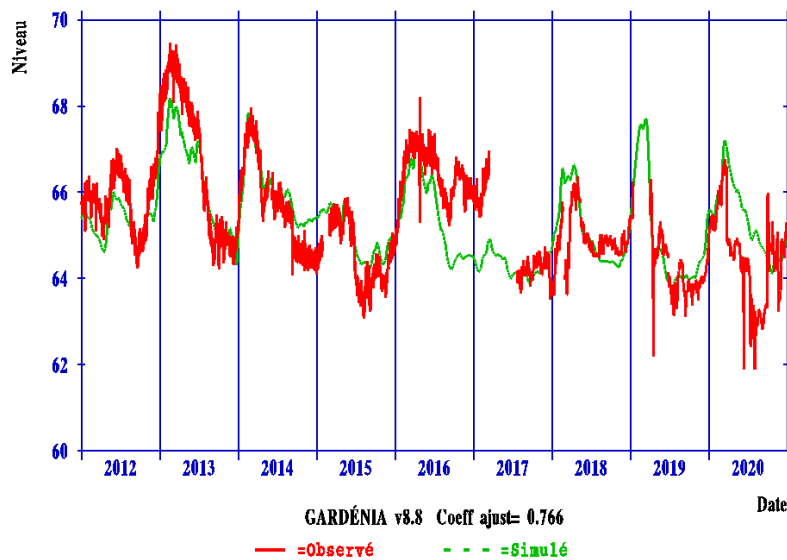


Illustration 38 – Résultat du calage de la chronique de l'ouvrage AEP de Noyant (logiciel GARDENIA)

Le second graphique (montre la baisse de niveau de la nappe exclusivement liées aux pompages. Cette baisse varie entre 1.5 et 3 m, ce qui nettement plus faible que la différence entre niveau maxi et niveau mini (mesuré) qui est autour de 10 m.

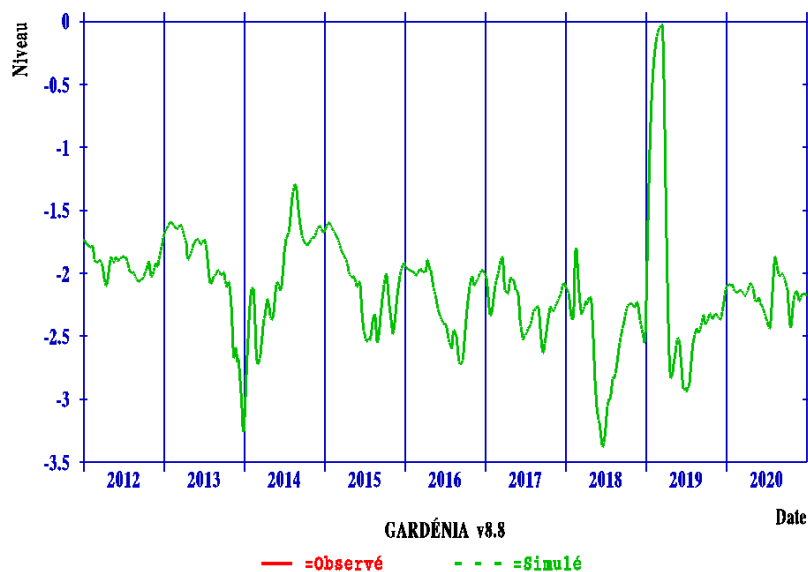


Illustration 39 – Baisse du niveau liée aux prélèvements pour l'AEP calculée (logiciel GARDENIA)

**Le calage n'est pas acceptable pour simuler des modalités de gestion prévisionnelle des volumes pompés.**

**Au vu de ces résultats, un autre test a été réalisé** en générant des séries de données au pas de temps 12 h (2 valeurs / jour), ce qui permet d'avoir dans le même fichier les niveaux piézométriques journaliers min et max. Pour les prélèvements, le test a été effectué avec le volume journalier prélevé pendant 12 h et un prélèvement nul les autres 12 h (cf. tableau ci-dessous). **Ce test n'a pas été probant.**

Date	Volumes_journaliers_m <sup>3</sup>	Date	cote_mNGF
01/01/2012 08:00	612	01/01/2012 08:00	65.49
01/01/2012 20:00	0	01/01/2012 20:00	76.25
02/01/2012 08:00	452	02/01/2012 08:00	65.8
02/01/2012 20:00	0	02/01/2012 20:00	76.69
03/01/2012 08:00	530	03/01/2012 08:00	65.6
03/01/2012 20:00	0	03/01/2012 20:00	76.6
04/01/2012 08:00	563	04/01/2012 08:00	65.59
04/01/2012 20:00	0	04/01/2012 20:00	76.57
05/01/2012 08:00	566	05/01/2012 08:00	65.54
05/01/2012 20:00	0	05/01/2012 20:00	76.65
...		...	

*Illustration 40 – Tableau illustrant une partie de la série de données constituée au pas de temps de 12h pour l'ouvrage de Noyant Bouton (04562X0065/F)*

**- Synthèse**

Le logiciel GARDENIA permet d'établir des prévisions saisonnières pour la chronique piézométrique du piézomètre DCE assez fiables.

En revanche, il n'a pas permis d'établir des prévisions fiables pour les chroniques piézométriques influencées de l'ouvrage de Noyant Bouton (04562X0065/F). Pour cet objectif, des données journalières ne permettent pas de reproduire les séries observées avec le logiciel GARDENIA. Le logiciel pourrait continuer à être testé dans le même objectif mais avec des séries de données à un pas de temps horaires ou même infra-horaire.

*c) Tests de modélisation et de prévisions avec l'Intelligence artificielle*

Les grands principes de l'Intelligence Artificielle appliquée aux eaux souterraines sont exposés en Annexe 6 du présent rapport.

**- Analyse des chroniques à disposition**

Description du jeu de données d'entrée

Le jeu de données considéré prend en compte la charge hydraulique (piézométrie) mesurée dans l'ouvrage (Noyant Bouton - 04562X0065/F), les volumes prélevés dans ce même ouvrage, et des variables externes : pluie, évapotranspiration.

Pour la piézométrie, c'est le maximum journalier qui est pris en compte (niveau le plus haut journalier mesuré dans l'ouvrage). Cette approche est justifiée par l'objectif de se départir au plus des effets des pompages (rabattements) dans l'objectif de prévisions saisonnières (priorité 1).

Les chroniques disponibles disposent d'un historique variable. A partir de 2012, l'ensemble des données commence à être disponible de manière synchrone. Pour la présente étude, la date du 01/01/2012 a été retenue comme la date la plus ancienne à considérer.

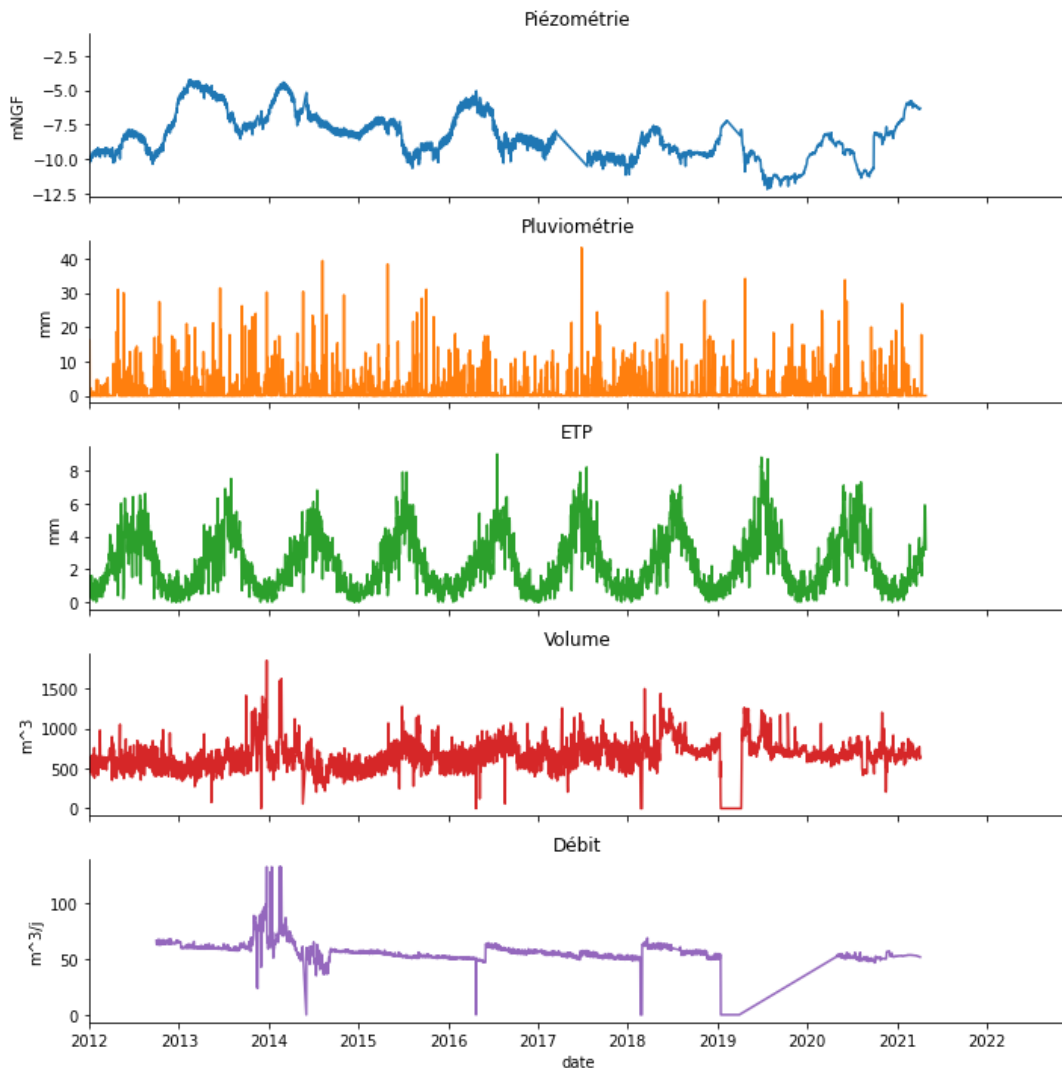


Illustration 41 Données disponibles. Evolution au cours du temps pour la période 2012-2021

### Gestion des données manquantes

Au sein du jeu de données, un certain nombre de données sont manquantes.

La chronique de débit de prélèvements bancarisée depuis 2012 notamment présente une importante lacune en 2019 et début 2020, au cours de l'année 2018, et à de multiples autres moments, beaucoup plus courts. Il a été choisi d'écarter cette chronique du jeu de données. Il est par ailleurs probable que la variable 'volume' traduise un signal équivalent.

La donnée la plus critique est la piézométrie, qui est la variable cible (la variable à prédire), et qui montre les manques les plus importants (Illustration 42, Illustration 43).

L'illustration 42 permet de visualiser les dates (en orange) pendant lesquelles aucune donnée piézométrique n'est disponible.

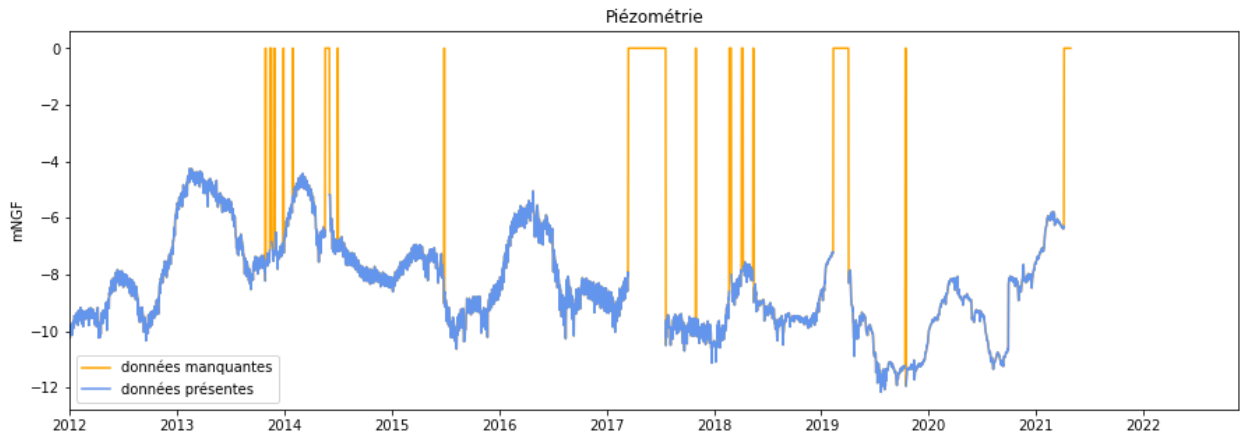


Illustration 42 Piézométrie. Mise en évidence des périodes lacunaires

Nombre de données manquantes	date min	date max
129	15/03/2017	20/07/2017
52	11/02/2019	03/04/2019
23	06/04/2021	28/04/2021
15	19/05/2014	02/06/2014
7	22/02/2018	28/02/2018
6	12/11/2013	17/11/2013
5	05/04/2018	09/04/2018
2	30/06/2014	01/07/2014
2	14/05/2018	15/05/2018
2	14/10/2019	15/10/2019
1	28/10/2013	28/10/2013
1	27/11/2013	27/11/2013
1	28/12/2013	28/12/2013
1	28/01/2014	28/01/2014
1	28/06/2015	28/06/2015
1	31/10/2017	31/10/2017

Illustration 43 Description des périodes lacunaires pour la piézométrie : nombre de jours sans donnée, date de début et date de fin de la période sans donnée.

On constate ainsi que la plus grande partie des périodes lacunaires représente des lacunes de quelques jours ( $\leq 15$  jours). Pour ces périodes, une interpolation linéaire a été appliquée.

Deux périodes présentent des lacunes beaucoup plus longues (129 jours en 2017 et 52 jours en 2019). Ces périodes sans données sont trop longues pour qu'une interpolation linéaire puisse être appliquée sans introduire un important biais dans les données.

Différentes options étaient possibles pour tenir compte de ce problème :

- La plus radicale aurait consisté à ne considérer que la période la plus longue (soit 2012-2017), et ne pas considérer les autres. Cette stratégie réduit considérablement le volume du jeu de données, elle n'a pas été adoptée.
- La stratégie retenue consiste à utiliser les périodes de lacunes comme des éléments qui séparent trois périodes distinctes (avant la première lacune, après la dernière lacune, et entre les deux).

Ce faisant, cela permet de partager le jeu de données en trois sous-ensembles. Cette stratégie est utilisée ici en lieu et place d'autres stratégies de validations croisées plus classiques pour les séries temporelles (k-fold notamment) en raison de l'existence de ces deux périodes de lacunes importantes. Les sous-ensembles de données sont ainsi définis tels que :

- La partie de chronique antérieure à 2017 est utilisée comme ensemble d'apprentissage
- La partie de chronique entre 2017 et 2019 est utilisée comme ensemble de validation
- La partie de chronique postérieure à 2019 est utilisée comme ensemble de test.

**Les ensembles d'apprentissage et de validation sont utilisés pendant la phase d'apprentissage.** L'algorithme est conçu pour apprendre à reproduire le signal contenu dans l'ensemble d'apprentissage puis, sur cette base, essayer de reproduire le signal contenu dans l'ensemble de validation. Le processus est itératif jusqu'à ce qu'un optimum soit atteint, c'est-à-dire lorsque le modèle est capable d'apprendre correctement la structure du signal dans la base d'apprentissage, et que cet apprentissage est suffisamment robuste pour être capable de reproduire le signal contenu dans l'ensemble de validation, sans qu'aucun nouveau paramétrage ne soit nécessaire.

**Pour valider cette démarche, la phase de test vérifie que lorsqu'on fournit au modèle des données totalement nouvelles (ensemble de test), le modèle conserve de bonnes performances.** Cette étape est désignée sous le terme de validation croisée (ou cross validation).

Pas de temps des données

Le jeu de données comporte des acquisitions au pas de temps journalier, ce qui constitue un volume de données important. Une stratégie d'optimisation du ratio entre volume de données et information a été mise en œuvre. Une analyse préliminaire des signaux portés par chacune des variables montre qu'un sous échantillonnage des signaux à une fréquence de 7 jours n'altère pas significativement le signal, tout en réduisant considérablement la taille du jeu de données. Un sous échantillonnage à 30 jours a paru au contraire introduire une trop forte perte d'information et n'a pas été retenu.

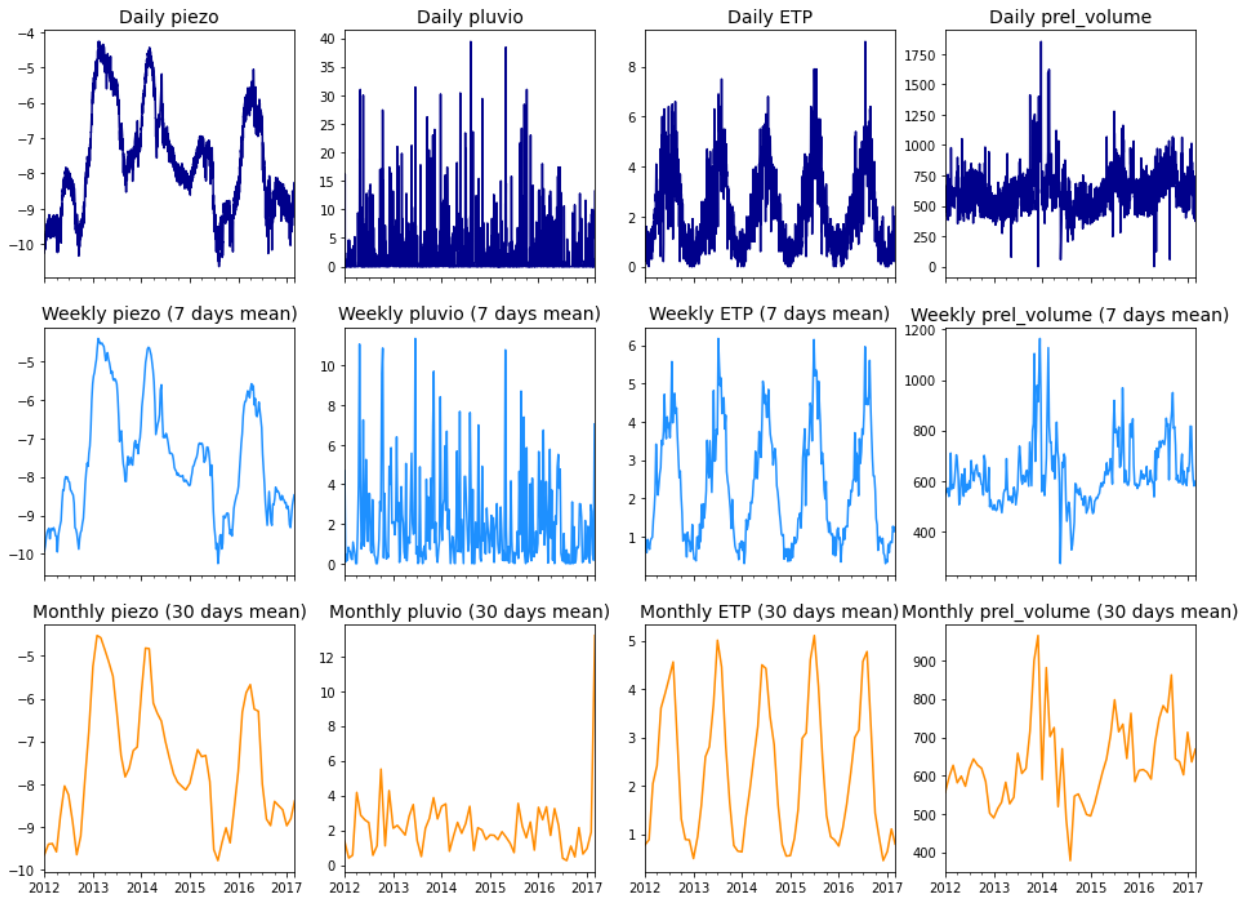


Illustration 44 Comparaison des signaux bruts (bleu foncé en haut, puis moyennés sur une période de 7 jours (bleu clair, au milieu) ou 30 jours (orange, en bas).

L'ensemble des signaux pris en compte *in fine* pour la modélisation est présenté à l'illustration 45. Ce sont ces jeux de données sur lesquels les modèles de machine learning sont construits.



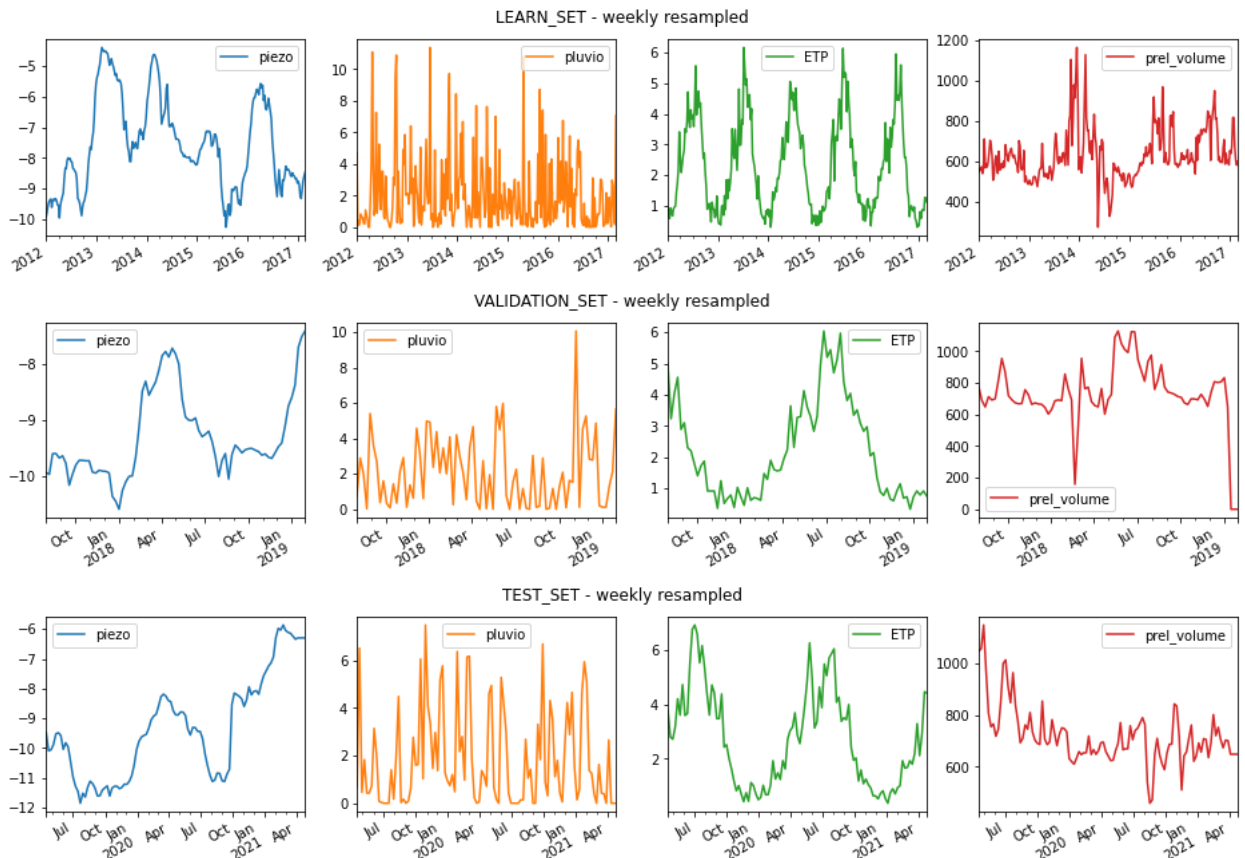


Illustration 45 Jeux de données pris en compte pour la modélisation : signaux sous échantillonnés au pas de temps 7 jours, détaillés par type d'observation (piézométrie, pluie, ...) et par ensemble (apprentissage (learn), validation, test).

Processus autorégressifs, interdépendance des signaux, choix de la profondeur de l'historique.

L'importance des processus autorégressifs pouvant exister au sein de chacune des séries a été évaluée en étudiant les fonctions d'autocorrélation complète et partielle (acf, et pacf) calculées sur les signaux sous-échantillonnés à 7 jours. Ces fonctions permettent de mesurer le degré de dépendance entre les valeurs d'une série à des instants différents.

Les décalages (lags) présentés à l'illustration 46 et l'illustration 47 sont ainsi à multiplier par 7 pour exprimer les valeurs en jours. Tous les signaux sauf la pluie présentent des autocorrélations fortes pour des décalages allant jusqu'à 25 pas de temps (soit environ 180 jours), souvent traduit par une fort effet mémoire.

L'étude des autocorrélations partielles (Illustration 47) permet de montrer que la **corrélation partielle reste significative pour des décalages de l'ordre de 7 à 14 jours concernant la piézométrie et les volumes prélevés**. En terme simple, cela revient à dire que les signaux des 7 à 14 jours passés ont une influence sur le signal observé dans le présent.

**Ces deux approches (étude d'autocorrélation complète et partielle) permettent d'orienter le type de modèle d'apprentissage à retenir et leur construction vers des modèles capables de tenir compte de l'historique des variables.** La profondeur de l'historique à considérer semble être (au moins en première approche) de l'ordre de 7 à 14 jours.

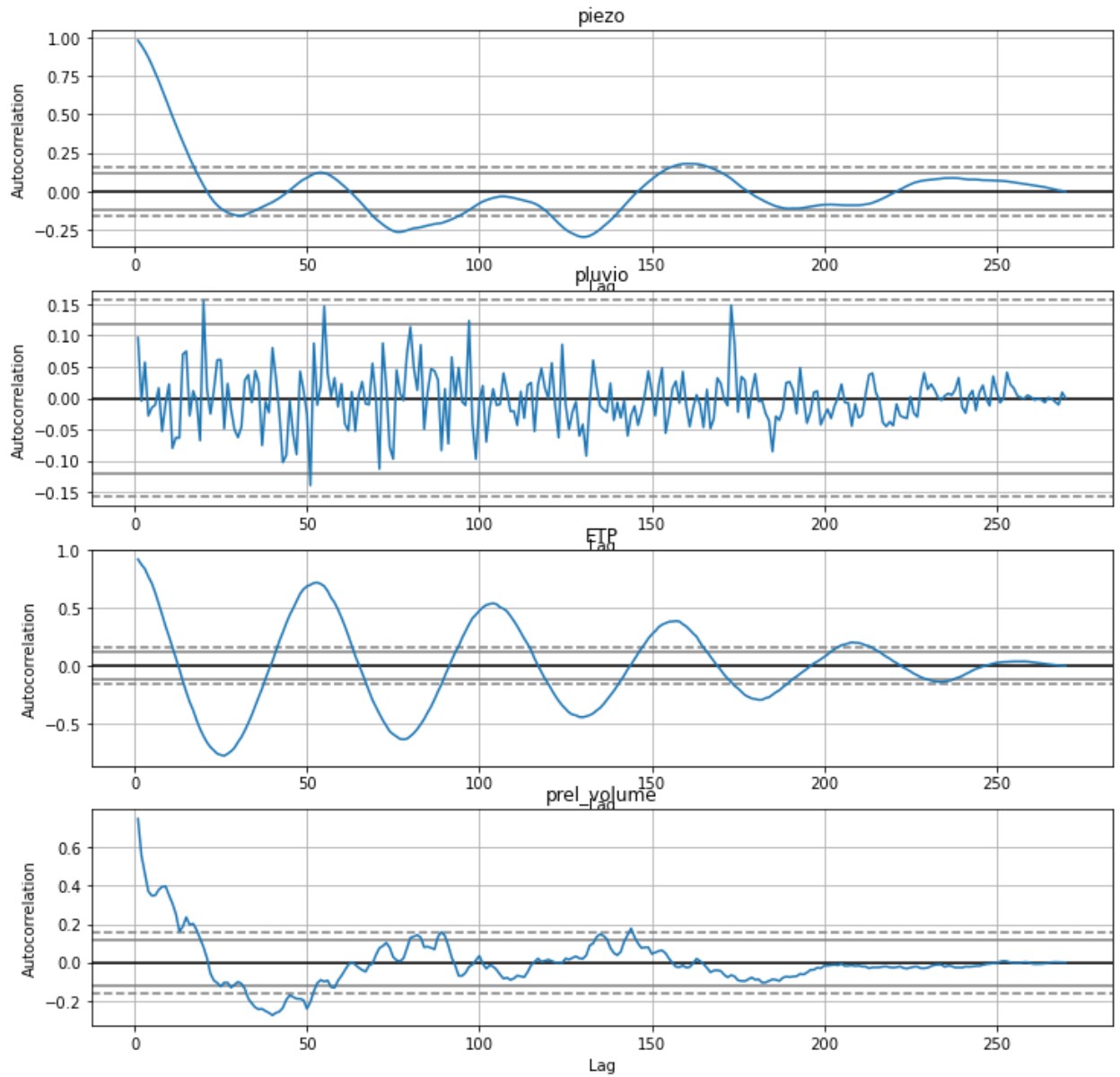


Illustration 46 Autocorrélation des séries temporelles considérées (sous échantillonnées à 7 jours).

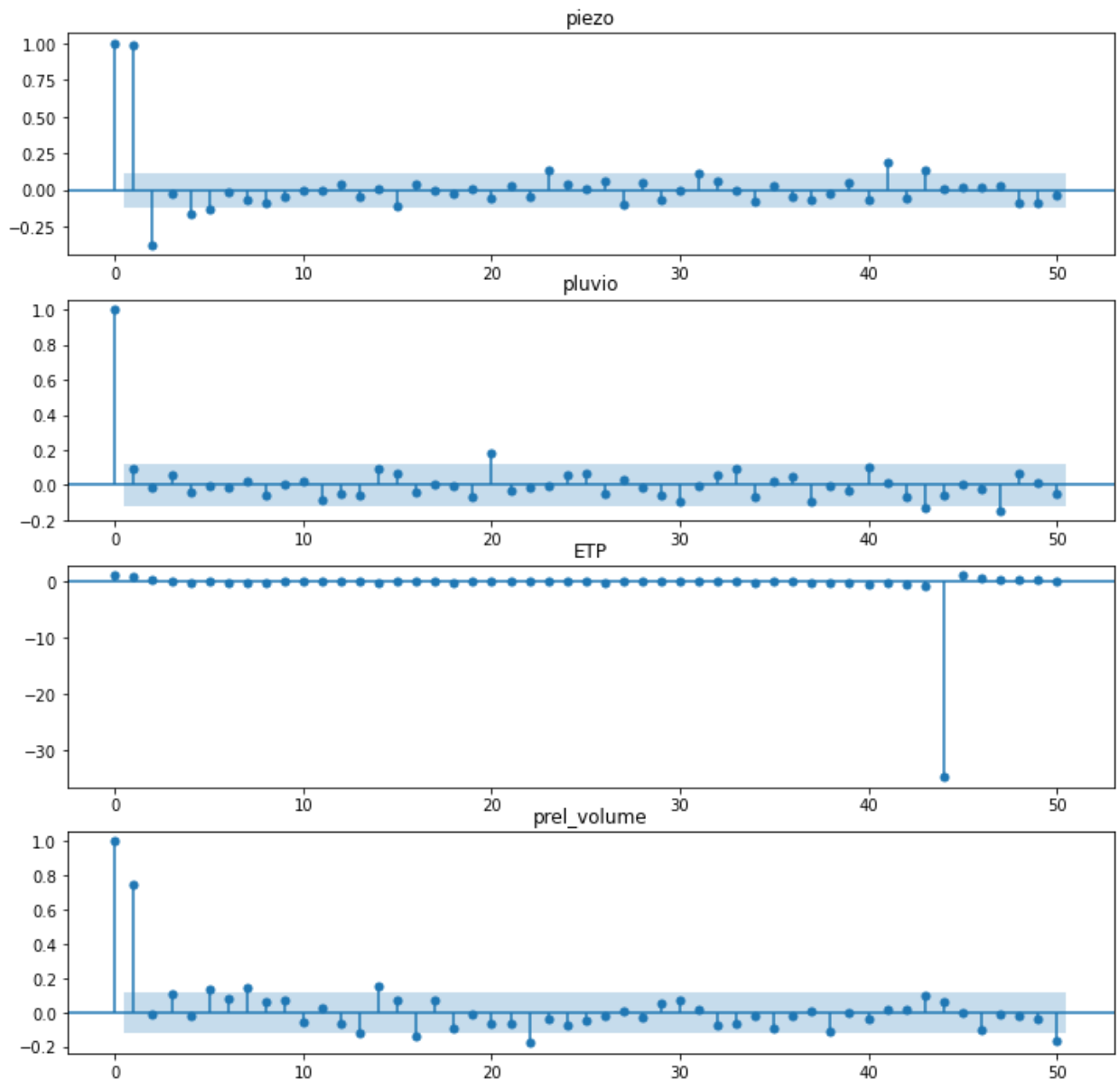


Illustration 47 Autocorrélation partielle des séries temporelles (sous échantillonnées à 7 jours).

#### Choix du modèle, implémentation

Deux types de modèles ont été testés : le modèle SVM (Séparateur à vastes marges) et le modèle LSTM (Long Short Term Memory). La description détaillée de ces modèles n'est pas faite ici. On retiendra que ces deux types de modèles cherchent à trouver, dans l'ensemble de l'espace des informations fournies, quelles informations permettent d'expliquer la valeur à prédire. Le modèle LSTM inclut spécialement un mécanisme de 'mémoire'/'oubli'.

#### Prétraitement

Pour les deux modèles, les données sont standardisées (centrées réduites), et quatre séries temporelles additionnelles sont ajoutées à l'ensemble d'apprentissage pour toutes les variables correspondant aux valeurs décalées de 1 à 3 pas de temps.

## - Objectif 1 – Prévisions saisonnières

### Apprentissage et validation des modèles

Les différentes phases d'optimisation des modèles ne sont pas reprises ici. On retiendra dans ce document les informations relatives à la capacité des modèles à reproduire le signal piézométrique, et la comparaison relative de leurs performances.

D'une manière générale, le modèle LSTM présente des performances meilleures tant sur l'ensemble d'apprentissage (MSE=0.22) que sur l'ensemble de test (MSE=0.75). Le modèle LSTM, en revanche, nécessite de prendre en compte une période d'historique importante (26 semaines dans le cas testé ici), qui ampute le début de la période modélisée de cette période de temps.

Ce mécanisme n'est pas nécessaire dans le modèle SVM, mais les performances du modèle sont moins bonnes dans le cas considéré ici (MSE=1.05 pour l'ensemble d'apprentissage, MSE=1.50 pour l'ensemble de test).

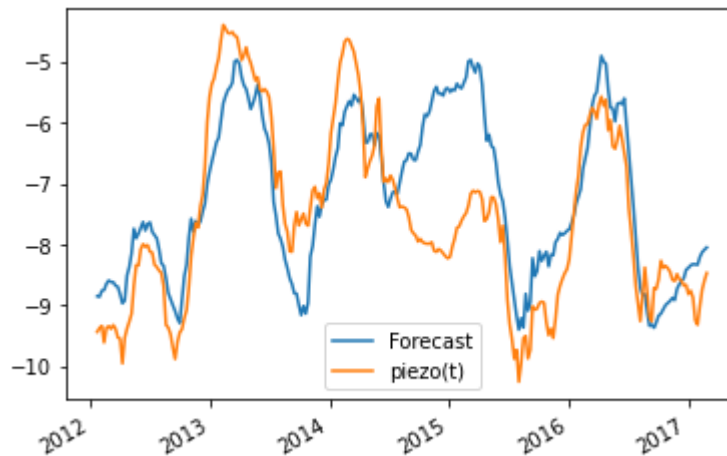


Illustration 35 Prédiction du modèle SVM sur l'ensemble d'entraînement. Erreur (MSE) = 1.05

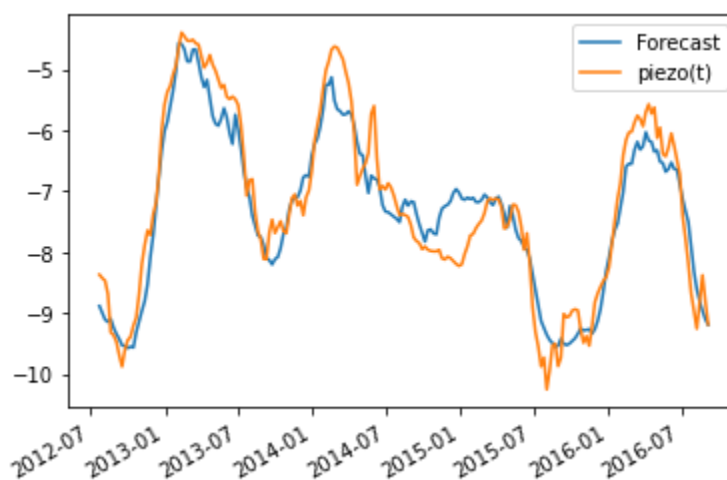


Illustration 36 Prédiction du modèle LSTM sur l'ensemble d'entraînement. Erreur (MSE) = 0.22

## Tests de prédictions

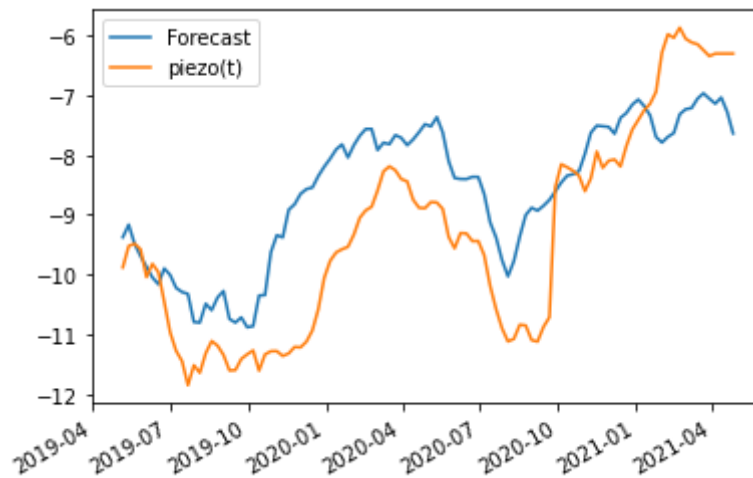


Illustration 37 Prédiction du modèle SVM sur l'ensemble de test. Erreur (MSE) = 1.50

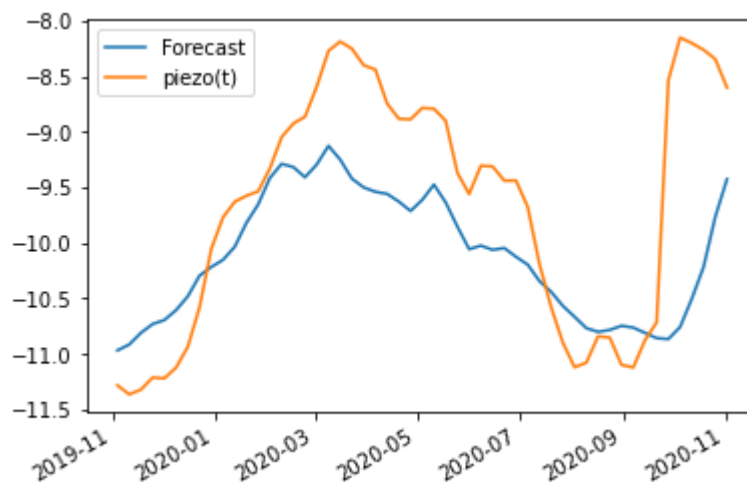


Illustration 38 Prédiction du modèle LSTM sur l'ensemble d'entraînement. Erreur (MSE) = 0.75

**Pour les données considérées ici, et dans les conditions dans lesquelles le premier test de modélisation du niveau piézométrique a été conduit, un modèle de type LSTM semble plus approprié.**

**Les résultats obtenus montrent qu'il est possible de reproduire une bonne partie du signal piézométrique retenu** (maxima hebdomadaires), et même si celui-ci est influencé par des prélèvements. Toutefois, il est évident que les performances d'un premier modèle de ce type doivent être améliorées. Si l'évolution générale au cours du temps, et à large échelle est bien reproduite, cela n'est pas vrai dans le détail (Illustration 38) et l'écart entre le modèle et les valeurs observées, est pour l'instant trop fort (parfois près d'un mètre). Ce 'défaut de jeunesse' pourrait très probablement être amélioré en considérant plusieurs pistes :

- le raffinement des modèles eux-mêmes (« entraînement » du modèle, architecture de modèle différente),
- l'introduction de nouvelles observations (piézomètres proches, ou réagissant de la même manière),

- des étapes de préparations de données plus poussées (calculs de cumuls, de différence à des valeurs moyennes, etc.),
- En dernier ressort, en considérant d'autres types de modèles capables de mécanismes « d'attention » (modèle transformers notamment).

d) *Résultats des tests et perspectives identifiées*

Les premiers tests de modélisations de chroniques piézométriques réalisés avec les deux types de modèles (modèle expert et machine learning) démontrent qu'il est d'ors et déjà possible de réaliser des prévisions saisonnières des niveaux piézométriques.

L'objectif 1 fixé pour ces tests « Prévisions saisonnières (jusqu'à 6 mois) de la piézométrie dans le piézomètre DCE et du niveau piézométrique maximum dans l'ouvrage AEP » ressort comme un objectif aujourd'hui accessible.

En effet, les résultats des tests réalisés avec GARDENIA montrent que la prévision saisonnière des niveaux piézométrique enregistrés dans le piézomètre DCE est tout à fait possible. En revanche, GARDENIA ne permet pas de modéliser les niveaux enregistrés dans l'ouvrage AEP avec des données journalières.

Par ailleurs, le premier test de faisabilité de l'utilisation des modèles de machine learning pour la modélisation du niveau piézométrique dans l'ouvrage AEP de Noyant s'avère également très prometteur pour cet objectif.

L'objectif 2 fixé « Prévisions à court terme (2 semaines) des niveaux minimums dans l'ouvrage AEP » n'est pas réalisable avec des données journalières sous GARDENIA. Il était prévu de tester les modèles ML dans cet objectif mais le budget imparti n'a pas permis d'aborder ce point.

A l'issue de ces tests, plusieurs directions se dessinent pour poursuivre ce type d'action, et offrent autant de perspectives :

- **La poursuite de l'action engagée peut être envisagée pour améliorer les performances des modèles.** Pour le modèle GARDENIA, il faudrait préciser les scénarios de prévisions et le tester avec des données horaires ou infra-horaires. Pour les modèles ML, le temps consacré à la mise en place du flux de données, au prétraitement, et à la mise en place des modèles étant capitalisable, les efforts se porteront vers le raffinement des modèles, des modélisations pour des pas de temps plus fins, l'amélioration des prédictions, voire - à plus long terme, une fois les premiers objectifs remplis - prévoir la mise en production de modèle 'en temps réel' ;
- **Des discussions avec les acteurs du projets** (département notamment), montrent que la modélisation de la charge hydraulique pourrait ne pas être le seul besoin. Les modèles de types 'machine learning' étant par nature versatiles et adaptables à de nombreuses thématiques ou besoins, **une phase d'expression des besoins pourrait conduire à identifier et à préciser les problématiques** des différents acteurs pour lesquelles construire des modèles ML s'avérerait pertinent ;
- **La poursuite de l'historisation des données est indispensable, et ce, de la meilleure qualité possible, avec le moins de lacunes.** Les données manquantes dans la base de données utilisée impliquent un mode de modélisation très particulier, et ce type d'approche n'est pas optimal. **Un travail d'analyse des lacunes des chroniques acquises dans le cadre du Réseau AEP49 (piézométrie, volumes prélevés, débits) serait utile** pour ensuite identifier les ouvrages pour lesquels les historiques de chroniques seraient à compléter ou à reconstituer et ceux, ayant des suffisamment continues, qui pourraient également faire l'objet de modélisations.

## **2.6. ANALYSE ET SYNTHÈSE**

### **2.6.1. Programme défini**

En vue de faire la synthèse des observations de l'année, chaque convention annuelle prévoit la réalisation par le BRGM d'un bilan par année civile basé principalement sur :

- la répartition des volumes prélevés pour l'AEP dans le temps et entre les différentes ressources en eau souterraine,
- les évolutions constatées en termes de piézométrie,
- les cas d'alerte signalés et les impacts des prélèvements constatés,
- les informations transmises par les collectivités et les exploitants.

L'analyse et la synthèse de ces éléments visent à dresser un état des ressources en eau souterraine sollicitées, de leur évolution et de leur vulnérabilité aux situations de basses à très basses eaux selon les secteurs géographiques.

Concernant les ouvrages de production, le bilan doit également intégrer un point sur les travaux réalisés et, si possible, indiquer l'évolution de leur état. Le point relatif aux informations transmises par les collectivités et les exploitants est restitué dans le chapitre 2.2.6 (p. 20) et n'est donc pas développé dans le présent chapitre.

### **2.6.2. Analyse des volumes prélevés pour la production d'eau potable**

#### **Volumes annuels**

Les prélèvements en eau souterraine pour la production d'eau potable apparaissent croissants depuis 2013 (Illustration 48). Toutefois, les données de volumes prélevés sont à utiliser avec prudence car l'évolution des volumes prélevés est en partie liée à celle des données transmises (en hausse notable de 2013 à 2019). Par ailleurs, les données de novembre et décembre 2021 ne sont pas intégrées.

Ceci étant, il apparaît que la répartition des prélèvements pour l'AEP entre les différentes ressources en eau souterraine reste stable. L'évolution des volumes annuels pourra être analysée à partir de 2019, les données transmises ayant alors atteint la quasi exhaustivité (cf. Chapitre 2.1.2, p.12).

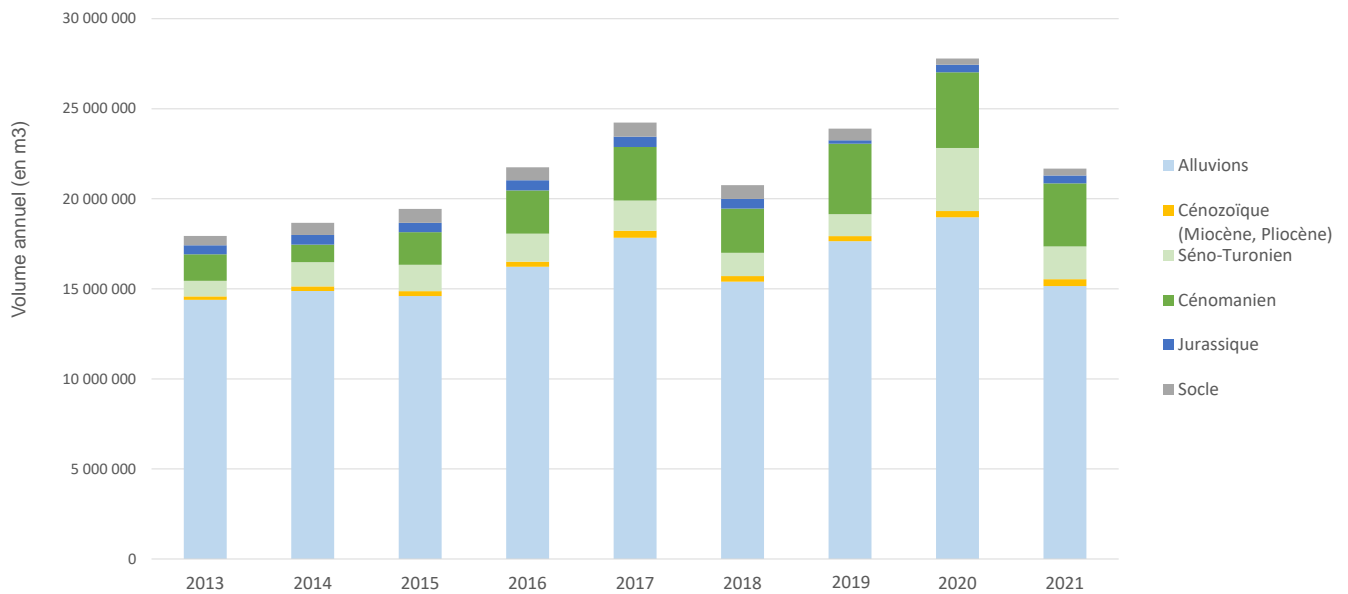


Illustration 48 – Evolution des prélèvements annuels par aquifère depuis 2013 (source : données transmises dans le cadre du Réseau AEP49)

Selon les données transmises dans le cadre du Réseau AEP49, en 2020 et en 2021 (novembre et décembre non intégrés), le volume total des prélèvements en eau souterraine pour la production d'eau potable en Maine-et-Loire a été respectivement de 27,80 millions de m<sup>3</sup> et de 21,68 millions de m<sup>3</sup>. En 2019, ce volume a été de 23,90 millions de m<sup>3</sup>.

En 2020 et 2021, la répartition globale entre les différentes ressources reste stable (Illustration 49). L'aquifère des alluvions de la Loire est la ressource la plus sollicitée (environ 70% du volume total). L'aquifère du Cénomaniens fournit quant à lui environ 15% du volume total annuel. L'aquifère du Séno-Turonien, autre grand réservoir sédimentaire, apporte autour de 10% du volume total annuel. Viennent ensuite la ressource du Miocène et du Pliocène, très localisée, du Jurassique, peu sollicitée, et celle du Socle.



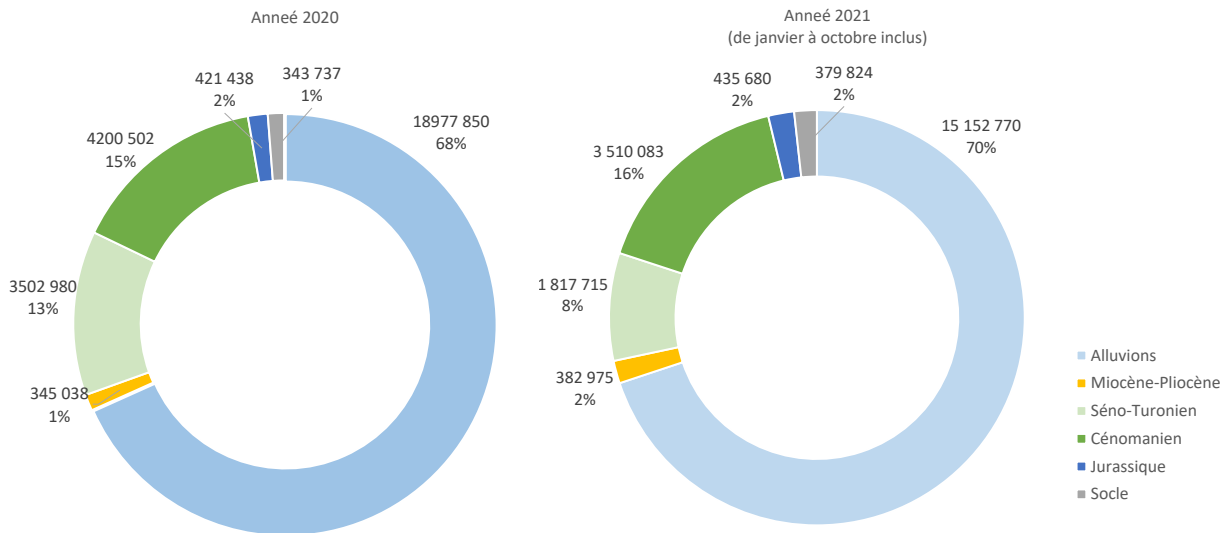


Illustration 49 - Répartition par aquifère des volumes prélevés en 2020 et 2021 (source : données transmises dans le cadre du Réseau AEP49)

### Répartition mensuelle

Les volumes mensuels prélevés de 2013 à 2021 sont représentés en Illustration 50. Là aussi, les données de volumes prélevés sont à utiliser avec prudence car l'évolution des volumes prélevés est en partie liée à celle des données transmises (en hausse notable de 2013 à 2019).

Néanmoins, la répartition mensuelle des prélèvements met en évidence des cycles saisonniers liés à la demande (plus forte en été et en cas de pics de chaleur). Les données acquises en 2019 montrent aussi la sensibilité de la ressource du Séno-Turonien aux périodes d'étiages sévères. La baisse des prélèvements sur cette ressource a alors été compensée par des prélèvements accrus dans la nappe des alluvions de la Loire.

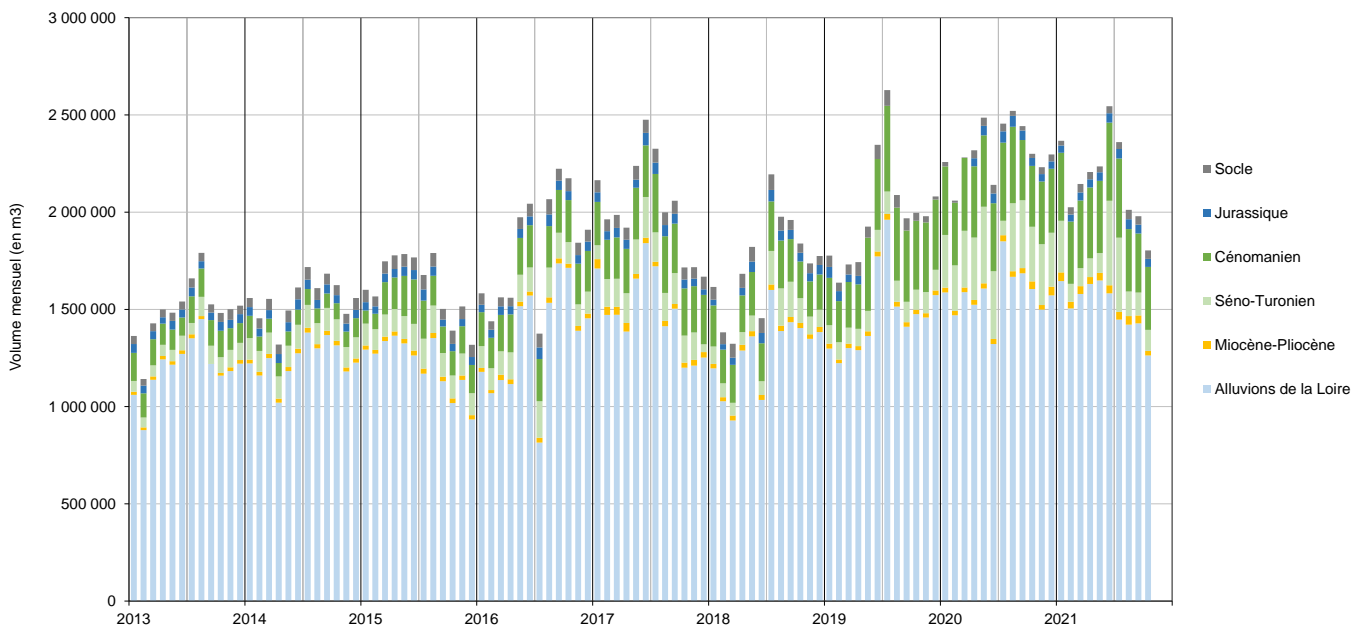


Illustration 50 - Volumes mensuels prélevés de 2013 à 2021 par aquifère (source : données transmises dans le cadre du Réseau AEP49)

### 2.6.3. Evolution de la piézométrie des ressources sollicitées en 2020 et 2021

#### Année 2020

En 2019, les nappes ont atteint pendant l'été des niveaux incitant à la plus grande vigilance pour maintenir la production d'eau potable sur 15 des unités suivies. La recharge des nappes s'est amorcée courant novembre à partir de niveaux piézométriques exceptionnellement bas. Du fait des précipitations conséquentes, la recharge a été régulière et s'est traduite par une hausse des niveaux d'ampleur suffisante pour retrouver des niveaux équivalents ou supérieurs aux moyennes calculées début 2020 (période 2004-2019).

**En mars-avril 2020, la période de vidange saisonnière des nappes (baisse des niveaux) s'est amorcée à partir de niveaux relativement élevés.** Dans les ouvrages de prélèvements pour l'approvisionnement en eau potable, les niveaux piézométriques étaient bien au-dessus des équipements dans les ouvrages.

Au droit des ouvrages de prélèvements, l'évolution des niveaux piézométriques résulte à la fois de l'évolution générale de la ressource sollicitée mais aussi des modifications de prélèvements.

**En juillet 2020, l'état des ressources a conduit au déclenchement de situations de vigilance (niveaux proches des seuils d'alerte) pour 4 unités et de situations d'alerte (seuils d'alerte atteints et donc un risque accru de dénoisement des équipements) pour 2 unités de captage. Ainsi, à fin juillet, 6 unités sur les 32 en production était en alerte ou en vigilance.** Ces cas de vigilance et d'alerte ont concerné les unités suivantes :

- Nappe des alluvions : Montjean sur Loire (P7, P2, P8, P9 - alerte), Saint Rémy la Varenne (P3, PDR4 - alerte), Saint Georges sur Loire (P1, P2, P3 - vigilance) et Champtoceaux (F91, F84 et F3 - vigilance) ;
- Nappe du Séno-Turonien : Noyant (vigilance) ;
- Nappe du Pliocène : Candé-Vritz (vigilance).

Des mesures d'adaptation ont rapidement été mises en œuvre dès fin juillet et août (surveillance accrue, travaux, reports de production sur d'autres unités). Cette situation s'est prolongée en août puis s'est améliorée du fait de la baisse des prélèvements saisonniers.

Fin 2020, selon la réactivité des ressources et l'influence ou non de prélèvements saisonniers, la recharge des nappes s'est amorcée entre septembre et décembre à partir de niveaux inférieurs ou proches des moyennes calculées. La recharge hivernale s'est traduite par une hausse des niveaux d'ampleur suffisante pour retrouver des niveaux équivalents à ceux enregistrés début 2020, soit des niveaux proches ou supérieurs aux moyennes calculées (période 2004-2019).

#### Année 2021

**Les précipitations de l'hiver ont occasionné une recharge d'amplitude notable des nappes.** Cette recharge a été ralentie dès février et mars en conséquence de conditions météorologiques peu pluvieuses. A fin mars, les niveaux piézométriques enregistrés étaient majoritairement équivalents ou supérieurs aux moyennes établies pour cette période de l'année (2004-2020).

**La période de vidange saisonnière des nappes s'est donc amorcée à partir de niveaux relativement élevés et ce assez précocement.** En mai, les précipitations abondantes ont occasionné une stabilisation voire une hausse des niveaux piézométriques pour certaines nappes suivies. A début juin, les conditions météorologiques particulièrement chaudes et sèches annoncées pour les trois prochains mois laissent craindre une période de vidange sévère et

durable. Les conditions météorologiques pluvieuses des mois de juillet et août n'ont pas confirmé les prévisions.

**Ainsi, la vidange des ressources en eaux souterraines s'est poursuivie de façon régulière et lente. Compte tenu de cette situation, les niveaux sont restés bien au-dessus des équipements dans les ouvrages de prélèvements AEP à l'exception de l'ouvrage P7 à Montjean-sur-Loire (particulièrement sensible).**

**A début novembre 2021, la période de recharge des nappes n'est pas amorcée et les niveaux enregistrés sont équivalents aux niveaux moyens de saison.**

Toutefois, faute de réalimentation, les nappes des grands réservoirs sédimentaires s'avèrent plus sensibles aux modifications de prélèvements. Aussi, les prélèvements plus conséquents d'octobre dans l'ouvrage de Genneteil ont causé une baisse niveaux jusqu'au seuil de vigilance. Dans les ouvrages sollicitant la nappe des alluvions de la Loire, particulièrement réactive, les niveaux sont également peu élevés (Montjean P7 en vigilance).

#### **2.6.4. Evolution des cas d'alerte et de vigilance signalés**

Avec l'amélioration des envois de données et celle de la fiabilité des données, le diagnostic de cas de vigilance et d'alerte gagne en efficacité et en qualité. L'analyse des cas d'alerte à l'échelle du département sur plusieurs années permet d'identifier les cas récurrents (ouvrages relativement sensibles). L'analyse qui suit a été réalisée sur les années 2019, 2020 et 2021 (envoi des données quasi exhaustif).

##### **Nombre annuel de cas d'alerte et de vigilance**

Le nombre d'ouvrages déclarés en vigilance et en alerte est lié à l'état des ressources en eau souterraine sollicitées mais aussi à leur exploitation.

En 2019, compte tenu des niveaux exceptionnellement bas atteints et du surcroît de demande occasionné par les pics de chaleur, le mois de juillet s'est avéré particulièrement tendu. En conséquence, des mesures d'adaptation ont été mises en œuvre dans l'urgence et ont permis d'éviter toute rupture de l'approvisionnement en eau potable.

En 2020, l'ouvrage de Noyant a de nouveau été déclaré en vigilance (à fin avril), puis en alerte (à fin mai). Des mesures d'adaptations ont été prises (pompe abaissée) et ont permis de retrouver un contexte de prélèvements plus favorable. Les cas de vigilance et d'alerte (15 ouvrages) se sont concentrés de fin juillet à fin septembre.

En 2021, avec l'amorçage précoce de la période de vidange des nappes, des cas de vigilance sont apparus dès le mois de mars et se sont confirmés en avril (Montjean P7, P9, P8 et Saint-Georges-sur-Loire P2). Ces quatre ouvrages sollicitent la nappe des alluvions. En mai, les précipitations abondantes ont occasionné une hausse des niveaux piézométriques de la nappe des alluvions ce qui a permis de lever les vigilances et les alertes.

En mai et juin, d'autres ouvrages ont été déclarés en vigilance (Mazé F5, Seiches – nappe du Cénomaniens ; Neuillé – nappe du Séno-Turonien). Les nappes sollicitées par ces ouvrages sont peu réactives et sollicitées par des prélèvements saisonniers. Les vigilances ont été levées en juillet.

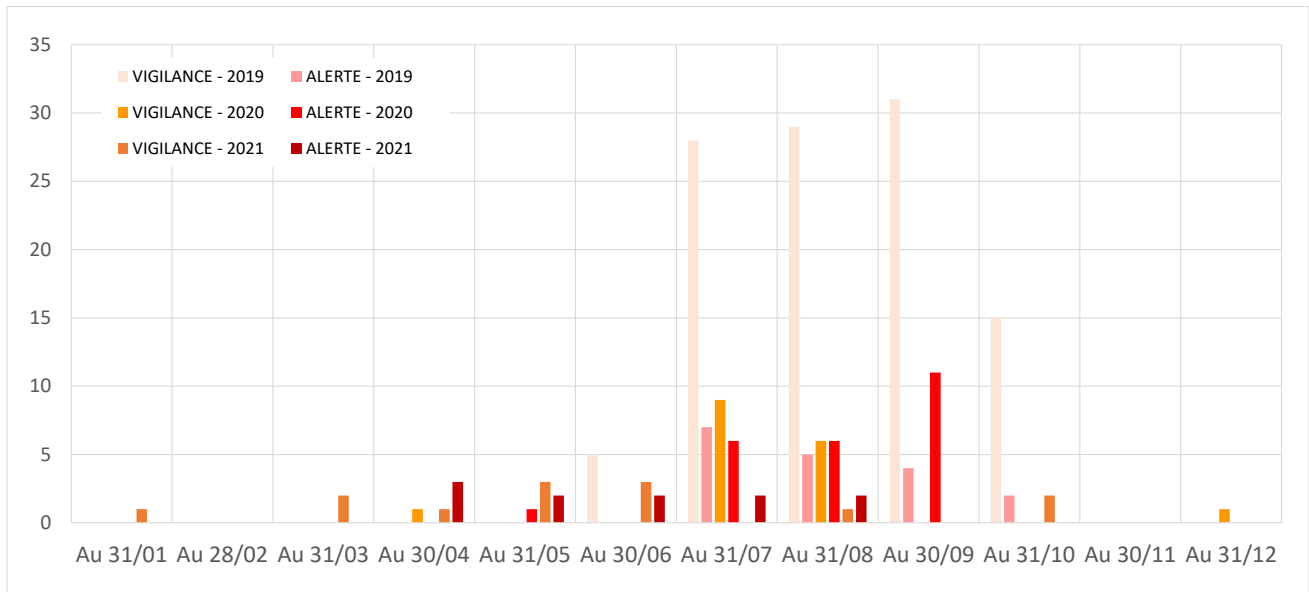


Illustration 51 – Nombre d’ouvrages déclarés en alerte et en vigilance de 2019 à 2021.

### Analyse des cas d’alerte et de vigilance (ouvrages et ressources)

Les niveaux piézométriques minimums enregistré ont atteint les seuils de vigilance voire celui d’alerte dans quatre ouvrages en 2019, 2020 et 2021. Il s’agit des ouvrages suivants :

- Genneteil L’aurière (04255X0002/F) ;
- Montjean-sur-Loire P7 (04536X0001/P1) ;
- Montjean-sur-Loire P8 (04536X0091/P8) ;
- Montjean-sur-Loire P9 (04537X0087/P9).

Compte tenu de cette situation, ces ouvrages sont à considérer comme particulièrement sensibles. Dans le cadre du Réseau AEP49, leur suivi fait l’objet d’une attention particulière.

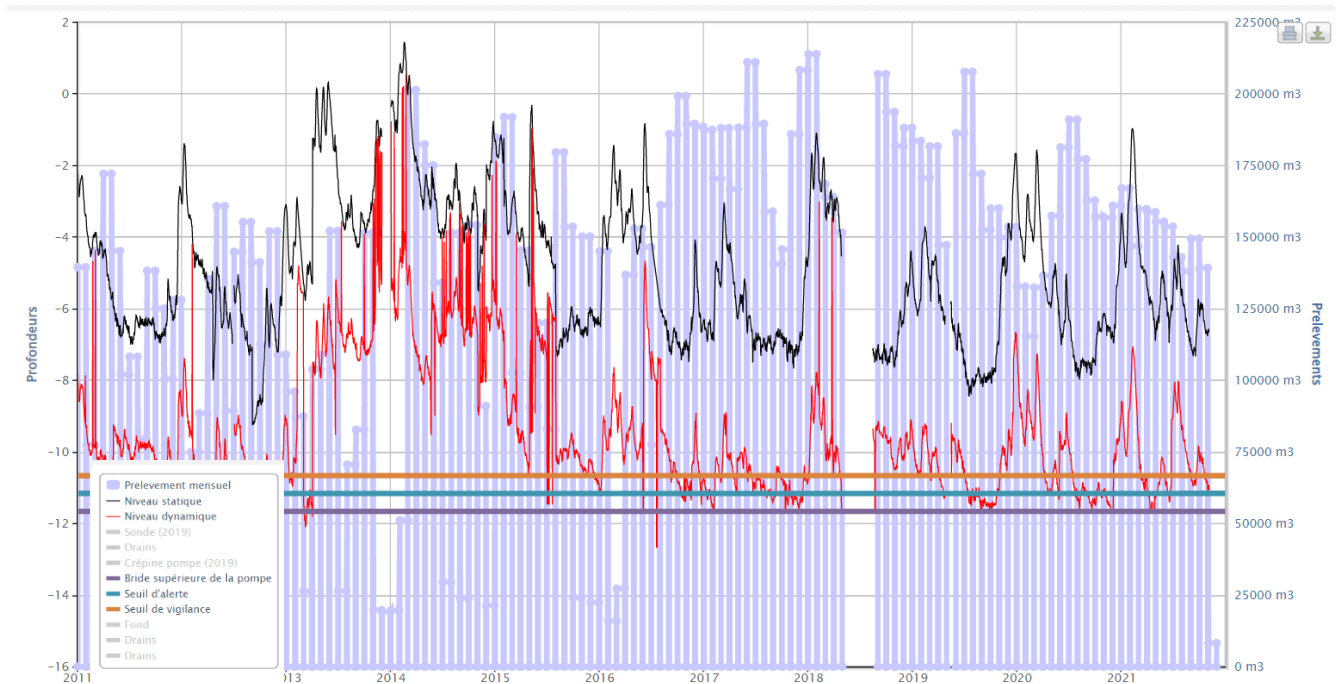


Illustration 52 – Evolution des niveaux et des prélèvements dans l'ouvrage P7 de Montjean-sur-Loire - 04536X0001/P1 (source : site internet <https://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>)

Les niveaux piézométriques minimums enregistrés ont aussi atteint les seuils de vigilance voire celui d'alerte deux années entre 2019 et 2021. Il s'agit des ouvrages suivants :

- Seiches-sur-le-Loir Pont Herbaux (04245X0015/F) ;
- Montjean-sur-Loire P2 (04536X0002/F2) ;
- Noyant Bouton (04562X0065/F) ;
- Champtoceaux F84 (04822X0046/F4-S4) ;
- Champtoceaux F91 (04822X0054/S5-F5).

Ces ouvrages sont également considérés comme étant sensibles et font l'objet d'une attention particulière dans le cadre du Réseau AEP49.

En termes de ressources, on peut résumer la situation de la manière suivante :

- La nappe des alluvions de la Loire offre une épaisseur saturée réduite (inférieure à 10 m) et se caractérise par une forte réactivité. Aussi, en période d'étiage sévère, les ouvrages sollicitant cette ressource sont les plus nombreux à être placés en vigilance ou en alerte ;
- Les grands réservoirs sédimentaires s'avèrent plus sensibles aux prélèvements lorsqu'ils n'ont pas bénéficié d'une recharge hivernale suffisante ou lorsque la période de recharge hivernale tarde à se mettre en place. Lorsqu'ils sont captifs, le dénoisement du toit de l'aquifère et des crépines des ouvrages - comme cela est constaté dans plusieurs ouvrages AEP - entraîne un colmatage partiel de l'ouvrage le rendant ainsi plus sensible à l'effet du prélèvement AEP (perte de productivité) ;
- Les aquifères du Miocène et du Pliocène sont d'une épaisseur et d'une extension limitées. Ainsi, leur suivi est important afin de préserver les ouvrages et les équipements.
- Les aquifères de socle sont très compartimentés et peu productifs. Aussi les ouvrages de prélèvements pour l'AEP situés à Cholet présentent des niveaux très réactifs aux prélèvements. L'autre unité sollicitant cet aquifère est celle de Chazé-Henry. Ce cas est particulier puisqu'il s'agit d'un ancien puits de mine.

**En vue de sécuriser durablement la production d'eau potable en Maine-et-Loire**, cette analyse sera poursuivie et enrichie.

### **2.6.5. Analyse ciblée pour une sélection d'ouvrages**

Une analyse de l'évolution du rabattement spécifique (évolution de l'état physique des ouvrages de production) plus ciblée pour des ouvrages disposant de chroniques de suivi piézométrique et de volumes prélevés de qualité (valeurs vérifiées, suivi depuis plus de 4 ans sans lacune importante) était prévue au cahier des charges pour les années 2020 et 2021. Les ouvrages dont la position des équipements est bien connue sont également privilégiés.

#### **Ouvrages de l'unité de Montjean-sur-Loire (4 ouvrages)**

Cette analyse ciblée a été initiée pour les 4 ouvrages de Montjean mais n'a pas pu être menée à son terme, d'autres points ayant pris beaucoup plus de temps que prévu (appuis aux maîtres d'ouvrage, visites d'unités et corrections des seuils en particulier). **Les travaux n'ont pas pu être finalisés mais feront l'objet d'une note spécifique et seront intégrés au prochain rapport annuel.**

#### **Ouvrage de Noyant Bouton (04562X0065/F)**

L'analyse de l'évolution du rabattement spécifique a été réalisée et menée à terme pour l'ouvrage de production de Noyant Bouton. Ceci a été demandé dans le cadre des appuis à maître d'ouvrage en 2021 et fait suite aux importants problèmes de production rencontrés depuis 2019.

L'illustration 53 permet de constater les points suivants :

- Rabattement important du niveau
- Dénoyage du toit de l'aquifère et dénoyage partiel de la crépine de l'ouvrage
- Exploitation :
  - o Augmentation des prélèvements par périodes
  - o Durée de pompage : 10 à 16 h/j
  - o Débit d'exploitation moyen :
    - Autorisé : 60 m<sup>3</sup>/h
    - Adapté pour sécuriser l'approvisionnement
    - 60 m<sup>3</sup>/h retrouvés après nettoyage 2018. Réduit à 55 m<sup>3</sup>/h en août puis à 50 m<sup>3</sup>/h en nov. (entre 46,5 et 51 m<sup>3</sup>/h en 2020-2021).

L'évolution du débit spécifique (débit par mètre de rabattement) indique une dégradation rapide et répétée de la productivité de l'ouvrage

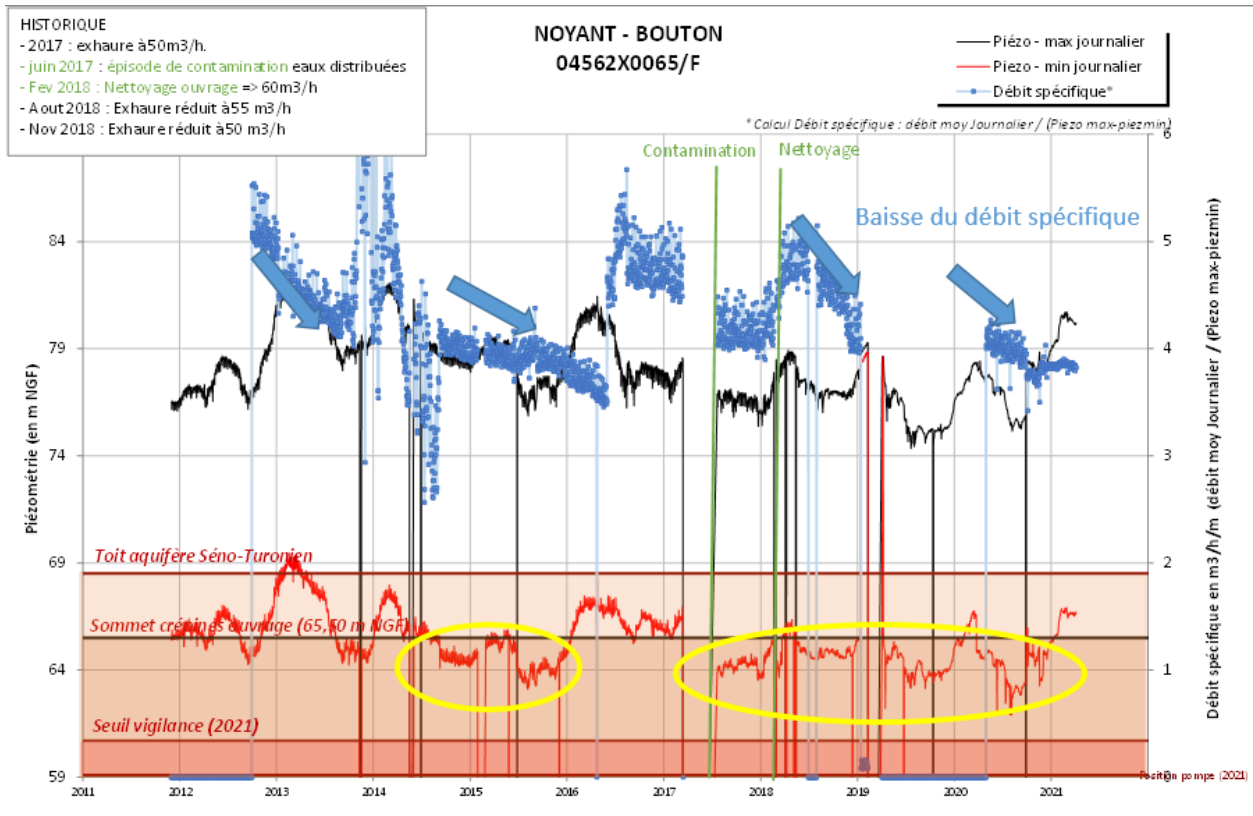


Illustration 53 – Evolution du débit spécifique et des niveaux minimum et maximum journaliers, ouvrage 04562X0065/F

L'évolution du débit spécifique à la baisse traduit la dégradation de la productivité de l'ouvrage (colmatage). Cette dégradation peut être accentuée par le dénoyage des crépines de l'ouvrage et par son exploitation.

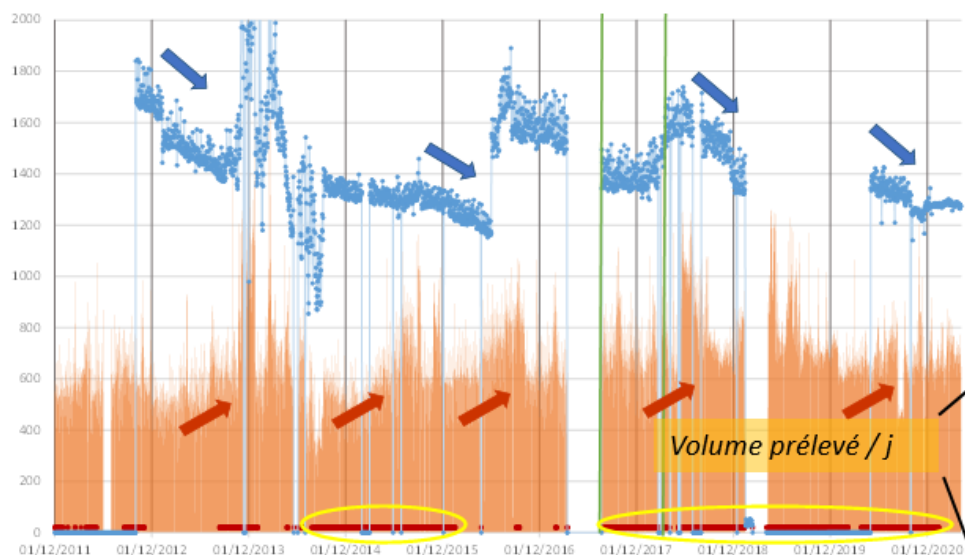


Illustration 54 – Evolution du débit spécifique et des prélèvements, ouvrage 04562X0065/F

Cette même analyse a été faite avec le temps de marche journalier et le débit d'exploitation.

L'évolution de la productivité de l'ouvrage 04562X0065/F est liée aux facteurs suivants :

- Exploitation de l'ouvrage : la hausse des prélèvements précède les périodes de baisse du débit spécifique ;
- Rabattement du niveau et dénoyage de la crépine : Favorise les phénomènes de colmatage (développement de bactéries, d'incrustations) et réduction de la capacité, dénoyage de niveaux productifs
- Etat de la ressource : variations saisonnières, surexploitation locale possible.

L'analyse des chroniques montre par ailleurs que la baisse du niveau constatée d'année en année dans l'ouvrage 04562X0065/F tient potentiellement aux facteurs suivants :

- Phénomène saisonnier : Influence des prélèvements
  - o AEP : Abaissement du niveau dans l'ouvrage sur plusieurs années (niveau maximum et niveau minimum) ;
  - o Autres, saisonniers : Accentuation de la baisse de niveau en période d'étiage (niveau maximum et niveau minimum)
- Phénomène plus ponctuel : Influence du dénoyage du toit de l'aquifère (18m de prof.) et du haut des crépines du tubage (21m de prof.)
  - o Quantité : Dénoyage vraisemblable de niveaux productifs entraînant la diminution de la productivité de l'ouvrage (avis BRGM de juillet 2020) ;
  - o Qualité : Développement bactérien et colmatage favorisé.

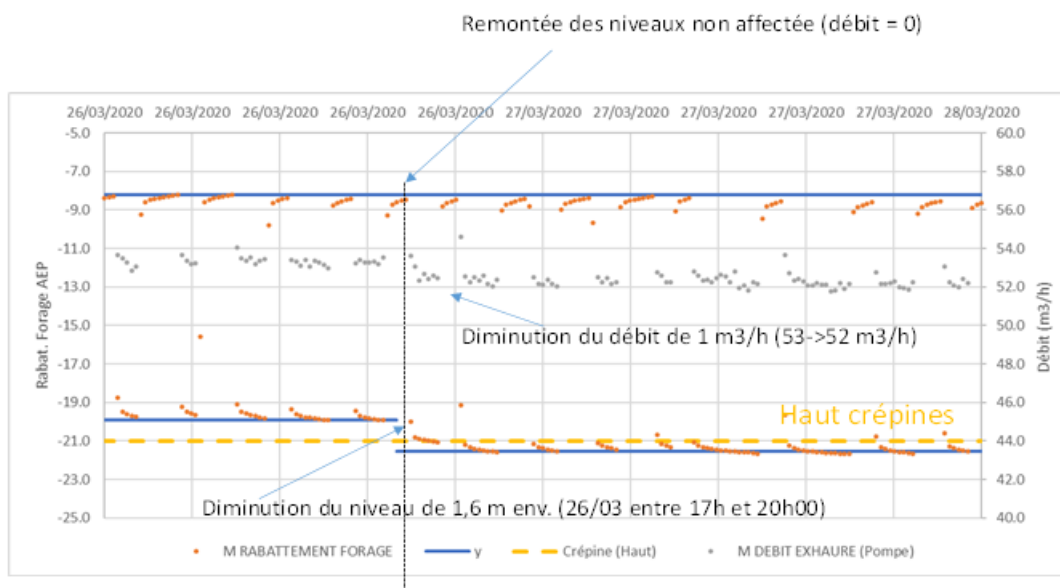


Illustration 55 - Evolution du niveau dans l'ouvrage AEP entre le 26 et le 28 mars 2020 (source données : SAUR)

Par ailleurs, pour ce même ouvrage, les données du pompage d'essai réalisé en 2018 ont été exploitées par le BRGM (méthode des dérivés) pour compléter le diagnostic. L'illustration 56 synthétise les éléments de connaissance déduits de cet essai.



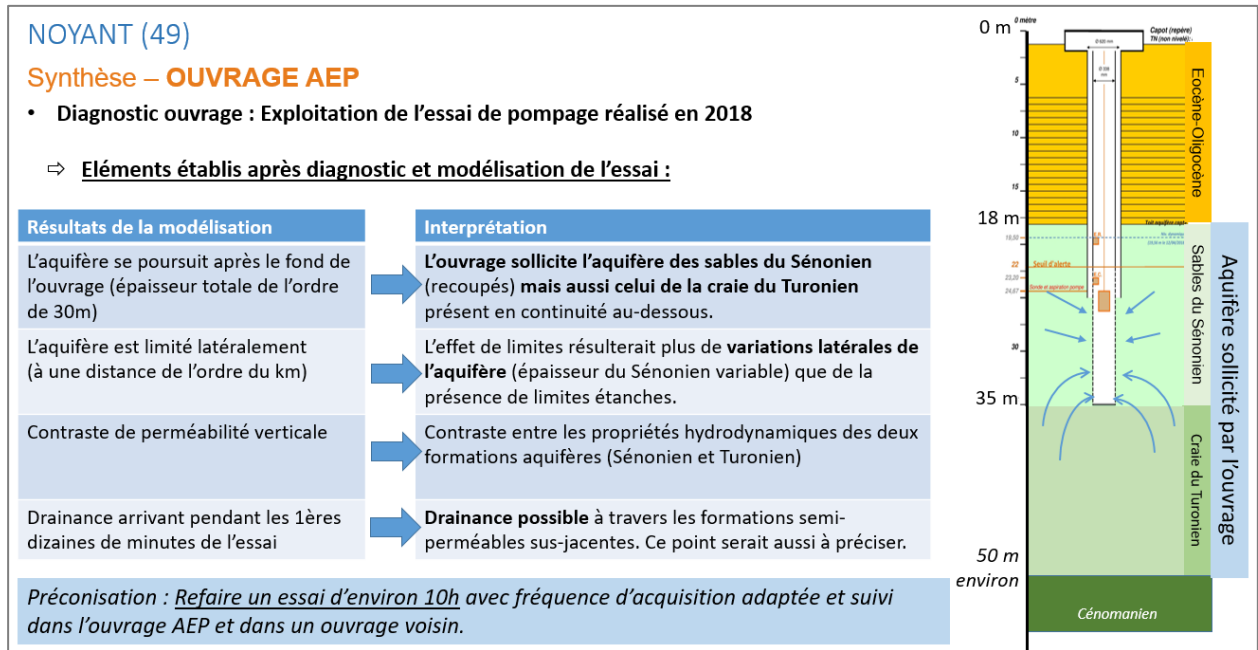


Illustration 56 – Synthèse des résultats de l'exploitation de l'essai de pompage réalisé en 2018, ouvrage 04562X0065/F

Sur la base de ces éléments de diagnostic, le BRGM a émis les préconisations suivantes :

- Court terme : Diagnostic à affiner et garantir un suivi fiable
  - o Contrôle mensuel du niveau piézométrique et, le cas échéant, recalage de la sonde ;
  - o Investigations géophysiques : gamma ray (précision de la coupe géologique : niveaux aquifères et épontes), résistivité (niveaux productifs) et contrôle de cimentation (CBL/VBL) ;
  - o Essai Micromoulinet : identification des zones productives ;
  - o Passage caméra : à refaire régulièrement (tous les 2-3 ans) pour contrôler l'état des tubages ;
  - o Pompage d'essai d'environ 10h : Pour préciser les résultats de l'essai de 2018 ;
  - o Essai par paliers : à refaire régulièrement (tous les 2-3 ans) pour contrôler l'évolution de l'ouvrage et – le cas échéant - ajuster le prélèvement ou prévoir des travaux de nettoyage.
- Court terme : Exploitation de l'ouvrage
  - o Éviter au maximum le dénoyage des crépines (contrainte : débit minimal à respecter pour la filière de traitement)
- Moyen terme : Sécuriser la production d'eau potable
  - o Réalisation d'un nouvel ouvrage de production et adaptation de la filière de traitement. 2 options : Forage de 50m (nappe du Séno-Turonien, crépines adaptées) ou Forage plus profond (ressource NAEP<sup>2</sup> du Cénomaniens Captif)

<sup>2</sup> NAEP : nappes à réserver en priorité à l'alimentation en eau potable (source : SDAGE Loire-Bretagne)



### 3. Perspectives de travail pour l'année 2022

En 2022, les travaux réalisés dans le cadre du réseau de suivi AEP49 se poursuivront. Outre les tâches mensuelles relatives à la gestion et au fonctionnement du réseau, les priorités de travail définies pour 2022 sont les suivantes :

#### **Amélioration du Réseau de suivi**

- Optimisation du fonctionnement : la position des équipements (pompe, sonde en particulier) ainsi que des seuils (alerte et vigilance) fera de nouveau l'objet des mises à jour nécessaires.
- Amélioration du recueil des données : En vue de réduire le temps passé et d'accélérer les étapes d'intégration et de vérification des données transmises, un audit du processus de traitement des fichiers sera effectué (report d'action). Sur cette base, des améliorations seront apportées (automatisation de tâches en particulier). Par ailleurs, l'exploitant VEOLIA sera recontacté en vue de réduire le délai d'envoi des données (automatisation, accès à un portail de données...).
- Enrichissement du contenu et développements : poursuites des travaux de développement d'outils de prévision (formalisation et priorisation des besoins, co-construction d'une proposition concrète de solution

#### **Actions connexes**

- Appuis techniques (à la demande) : le BRGM interviendra en appui à un Maître d'ouvrage pour des questions relevant de son domaine de compétences. Le BRGM peut être sollicité pour fournir un appui technique objectif à un Maître d'ouvrage pour l'exploitation ou le suivi des captages en eau souterraine ;
- Contrôle et amélioration de la validité des données de suivi : dans la continuité des visites amorcées en 2017, le BRGM réalisera la visite d'une dizaine de sites de captages. Ces visites visent à s'assurer de la qualité des données de suivi transmises (piézométrie et volumes prélevés). Elles permettent aussi de compléter et de mettre à jour les connaissances des ouvrages de prélèvement (vérification des seuils d'alerte pris en compte). Ces visites seront poursuivies chaque année de façon à ce que l'ensemble des unités de captage pour la production d'eau potable fasse l'objet d'une visite de ce type tous les 4 ans ;
- Journée ou demi-journée d'échanges : sur le même modèle que celle réalisée en 2019, une nouvelle demi-journée d'échanges sera organisée sur un autre thème.

#### **Analyse et synthèse**

- Bilan annuel à l'échelle du département ;
- Analyse ciblée pour 3 ouvrages.



## 4. Conclusion

**A fin 2021, 10<sup>ème</sup> année de son fonctionnement, le « Réseau AEP49 » compte 83 ouvrages** de prélèvements en eau souterraine pour l'Approvisionnement en Eau potable (usage « AEP »). **Les données de suivi piézométrique et de volume prélevé sont bien transmises pour 78 ouvrages.** La seule unité pour laquelle l'équipement en suivis et l'envoi des données de suivi reste à mettre en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages exploités dont 3 non suivis).

**Sur le plan des outils** (site internet <http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/> et base de données locale pour le gestionnaire), le BRGM a assuré la maintenance et initié des actions d'amélioration qui seront poursuivies en 2020 et 2021 (refonte du site pour une ergonomie plus actuelle et un contenu enrichi). La fréquentation du site a nettement augmenté en 2019 puis a ensuite baissé en 2020 et 2021, ce qui indique que celui-ci est plutôt consulté en cas de craintes portant sur l'état des ressources en eau souterraine. Par ailleurs, le site dédié reste régulièrement consulté par les services de l'Etat (ARS en particulier) et l'est de plus en plus par les nouvelles structures compétentes (Syndicats et Communautés de Communes).

**En ce qui concerne les appuis aux maîtres d'ouvrages**, les sollicitations se font plus nombreuses d'années en années. Aussi, le temps consacré à ce point a été plus important que prévu.

**Les visites d'unités se sont également poursuivies avec 20 unités de production d'eau potable visitées en 2021.** Celles-ci permettent de fiabiliser la qualité des suivis et d'affiner l'analyse faite par le BRGM dans le cadre du Réseau AEP49 grâce à la mise à jour des informations relatives aux ouvrages (et en particulier aux seuils d'alerte) et aux recalages des chroniques piézométriques (mesures manuelles de vérification de l'appareillage automatique).

**En 2020 et 2021, la situation des ressources en eau souterraine n'a pas posé de problèmes de production majeur.** Le suivi effectué permet d'identifier les ouvrages déclarés en vigilance ou en alerte de manière récurrente (ouvrages dits « sensibles ») et les ressources potentiellement sensibles. En vue de sécuriser durablement la production d'eau potable en Maine-et-Loire, **ce travail d'analyse sera poursuivi et pourra être fortement enrichi par le développement d'outils de prévisions afin d'anticiper les épisodes d'étiages sévères.**

**En 2022, l'ensemble de ces actions seront poursuivies dans le cadre d'une nouvelle convention couvrant cette fois-ci l'année civile.** A plus long terme, les outils mis en place pour le Réseau AEP49 et l'amélioration des suivis offrent de nombreuses perspectives intéressantes pour la gestion active et concertée des ressources en eau souterraine. Sur le plan de la gestion quantitative, ces outils permettent déjà d'optimiser les suivis et les alertes mais ils pourront également permettre d'établir des prévisions (analyses de chroniques en vue par exemple de l'adaptation au changement climatique). Sur le plan de la surveillance de la qualité, les outils peuvent être développés pour s'enrichir des données publiques de suivi qualité et aider à la mutualisation des données de suivi qualité produites par les collectivités.



## **Annexe 1**

### **Rappels concernant le Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP en Maine-et-Loire**





## **Finalités du réseau de suivi AEP49**

### **Accéder aux éléments de connaissance du comportement des nappes et des captages d'eau souterraine utilisés pour l'AEP**

Sur le site internet dédié au réseau (<http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>) sont regroupés tous les éléments de connaissance utiles concernant les ressources en eau souterraine et les ouvrages sollicités pour la production d'eau potable. Sur cet outil de diffusion, les données de suivi valorisées (graphiques et indicateurs) sont également consultables.

Le site internet dédié au réseau de suivi AEP49 est hébergé sur le serveur du Département et son accès est réservé aux interlocuteurs du réseau. Il a été développé par la Société AQUASYS et est administré par le gestionnaire du réseau (BRGM Pays de la Loire).

### **Améliorer 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.

De l'étude diagnostic réalisée en 2007-2008 (rapport BRGM/RP-56530-FR, 2008), il était ressorti que 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).

Le fonctionnement du réseau permet de favoriser l'amélioration des suivis piézométriques et des volumes prélevés, mais aussi de développer leur analyse.

### **Prévenir et anticiper les périodes d'étiage sévère de la ressource**

Les données de suivi piézométrique et de prélèvement permettent de suivre l'évolution de la productivité de l'ouvrage, l'état des ressources sollicitées et d'anticiper les épisodes de pénurie.

Le mode de fonctionnement du réseau de suivi AEP49 s'adapte pour gagner en réactivité en cas de niveaux piézométriques jugés bas. Cela permet à l'exploitant de moduler ses prélèvements et aux services départementaux d'anticiper d'éventuels problèmes d'approvisionnement.

### **Compléter et renforcer le volet « sécurisation » du Schéma Départemental Alimentation en Eau Potable**

A l'échelle du département, le réseau contribue à donner une meilleure visibilité des possibilités de production. Sur cette base, certains secteurs pourront être considérés comme fragiles avec une programmation éventuelle de travaux pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable.

## Principe de fonctionnement du réseau

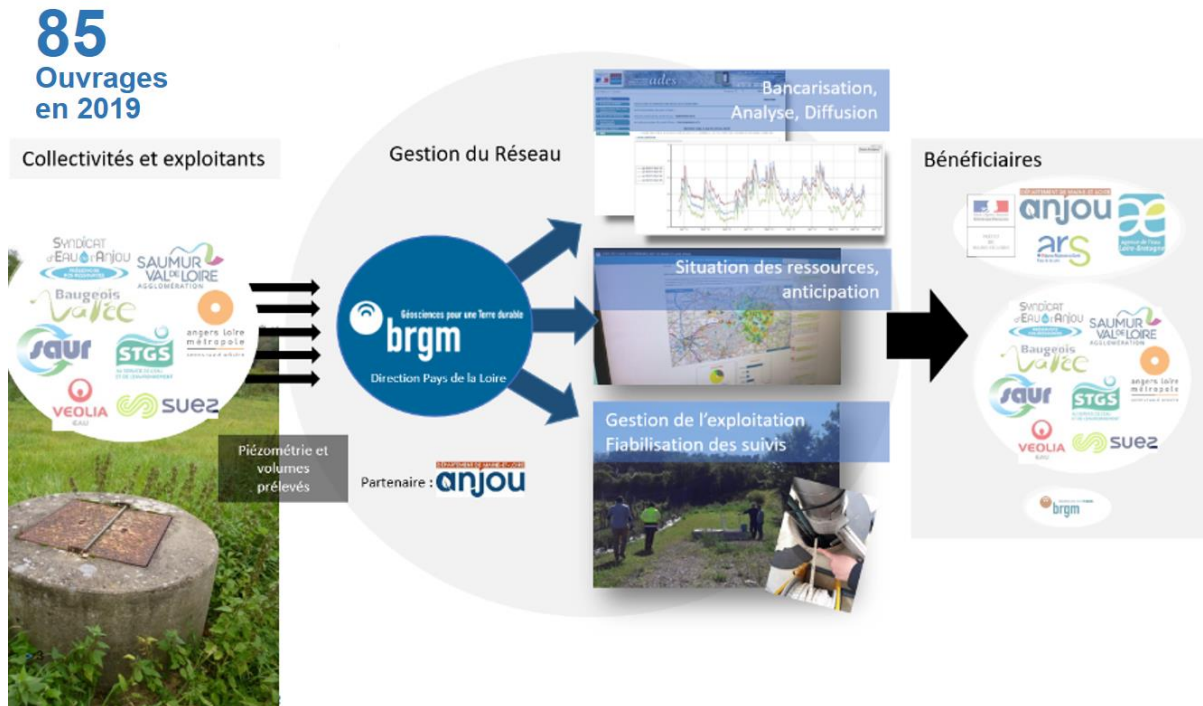


Illustration 57 - Schéma de fonctionnement du réseau AEP49, 2019

### Suivi des unités et envoi des données (Collectivités et exploitants)

Sur chaque unité de captage, l'exploitant gère le suivi des ouvrages (acquisition de données de suivi). Les données de suivi sont archivées selon un mode de fonctionnement propre à chaque exploitant.

A chaque début de mois, les exploitants transmettent au gestionnaire départemental un fichier par ouvrage reprenant les données de suivi du mois écoulé (envoi des fichiers de données journalières). Les fichiers sont transmis au format .xls, par mail vers l'adresse de messagerie dédiée.

### Synthèse départementale et diffusion (Gestionnaire du réseau)

A chaque début de mois, le gestionnaire du réseau effectue la synthèse départementale. En cas de niveaux piézométriques jugés trop bas (approche ou dépassement de seuil d'alerte), les données sont analysées tous les 15 jours pour le(les) ouvrage(s) concerné(s).

Pour réaliser la synthèse départementale, le gestionnaire réalise les opérations mentionnées ci-après.

- **Rapatriement des données transmises par mail par les exploitants** et relances en cas d'oubli d'envoi.
- **Intégration, traitement et valorisation des données**
- **Mise à jour du site internet dédié au réseau** (<http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>) : actualisation des graphiques et des indicateurs de suivi sur la plate-forme internet, mise en ligne du bulletin de situation des ressources en eau souterraine utilisées pour la production d'eau potable.

Le gestionnaire départemental s'assure également en continu du bon fonctionnement de la plateforme et de sa bonne accessibilité pour les consultants. Il prend ainsi en charge la maintenance du site internet.

### **Appuis**

Le Comité de suivi peut être sollicité par une collectivité pour un appui ou des conseils. Le gestionnaire départemental peut également intervenir en appui technique dans les domaines relevant de ses compétences.

Les unités de captages font l'objet de visites régulières (tous les 3 à 4 ans).

## **Les interlocuteurs**

### **Comité de suivi technique**

Le Comité de suivi est constitué par le Conseil Départemental 49, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, l'ARS 49, la DDT 49 et le BRGM. Il veille au bon état des ressources en eau souterraine sollicitées pour la production d'eau potable en Maine-et-Loire.

Le Comité de suivi a un rôle consultatif et approuvatif concernant l'évolution des outils dédiés (site internet) et du fonctionnement du réseau. Le Comité a également un rôle d'appui et de conseil vis à vis des collectivités sur les questions d'ordre technique ou financier relatives au suivi piézométrique et volumétrique.

Le fonctionnement du réseau prévoit une réunion des membres du Comité de suivi 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 sont importantes pour assurer l'adéquation du suivi aux besoins et le même niveau d'information de chacun sur l'évolution des points de prélèvements pour l'usage AEP.

Pour ces interlocuteurs, le suivi des ressources en eau souterraine sollicitées pour l'AEP doit répondre aux attentes suivantes :

- Gestion quantitative de la ressource et anticipation des périodes dites « de crise » (période d'étiage sévère par exemple);
- Accès aux éléments de connaissance synthétiques, homogènes et actualisés concernant les ouvrages, les ressources et leur suivi à l'échelle départementale ;
- Définition de secteurs fragiles et programmations de travaux de renforcement dans le cadre du Schéma Directeur Départemental d'Alimentation en Eau Potable ;
- Contribution à la protection des captages (définition des périmètres de protection).

### **Gestionnaire du réseau**

Le gestionnaire du réseau est le BRGM - Direction Pays de la Loire, désigné par les membres du Comité de suivi.

Le gestionnaire du réseau doit assurer de façon continue :

- le traitement et la valorisation des données : intégration et vérification des données transmises, travail d'analyse et de synthèse, état des ressources en eau sollicitées ;

- l'animation du réseau : entretien des contacts, recueil et diffusion d'informations, actualisation et amélioration des outils, production de documents utiles comme les fiches d'équipement, appui ponctuel technique, etc....
- la maintenance des outils informatiques

Pour les développements informatiques que demandent l'amélioration des outils (site internet et base de traitement des données), le BRGM fait appel à la Société AQUASYS en sous-traitance.

### **Collectivités et exploitants concernés**

Les collectivités et exploitants concernés sont ceux qui contribuent à la production d'eau potable à partir de prélèvements en eau souterraine.

La structure compétente et l'exploitant veillent à la bonne exploitation des ressources et des ouvrages de prélèvements pour l'unité de captage ou les unités de captage les concernant. Pour ces interlocuteurs, le suivi des ressources en eau souterraine sollicitées pour l'AEP répond aux attentes suivantes :

- Possibilités de production : meilleure gestion et meilleure visibilité ;
- Aide à l'amélioration du suivi et à la préservation des ouvrages ;
- Programmation de travaux de renforcement dans le cadre du Schéma Directeur Départemental d'Alimentation en Eau Potable
- Echange d'expérience, appui technique et accès aux éléments de connaissances actualisés et synthétiques.

## **Annexe 2**

# **Rappel du contexte hydrogéologique du Maine-et-Loire**

Le département du Maine-et-Loire possède une géologie très contrastée. La moitié Ouest du Maine-et-Loire s'étend sur les formations dites de socle du Massif Armoricaïn tandis que l'autre partie couvre les formations sédimentaires de la bordure Sud-Ouest du Bassin de Paris. Sur ces formations géologiques, les importants cours d'eau qui traversent le département (la Loire, la Sarthe) ont déposé des alluvions.

En Maine-et-Loire, on retrouve donc trois grands types d'aquifères (cf. Illustration 58) :

- Aquifères alluviaux
- Aquifères sédimentaires
- Aquifères de socle

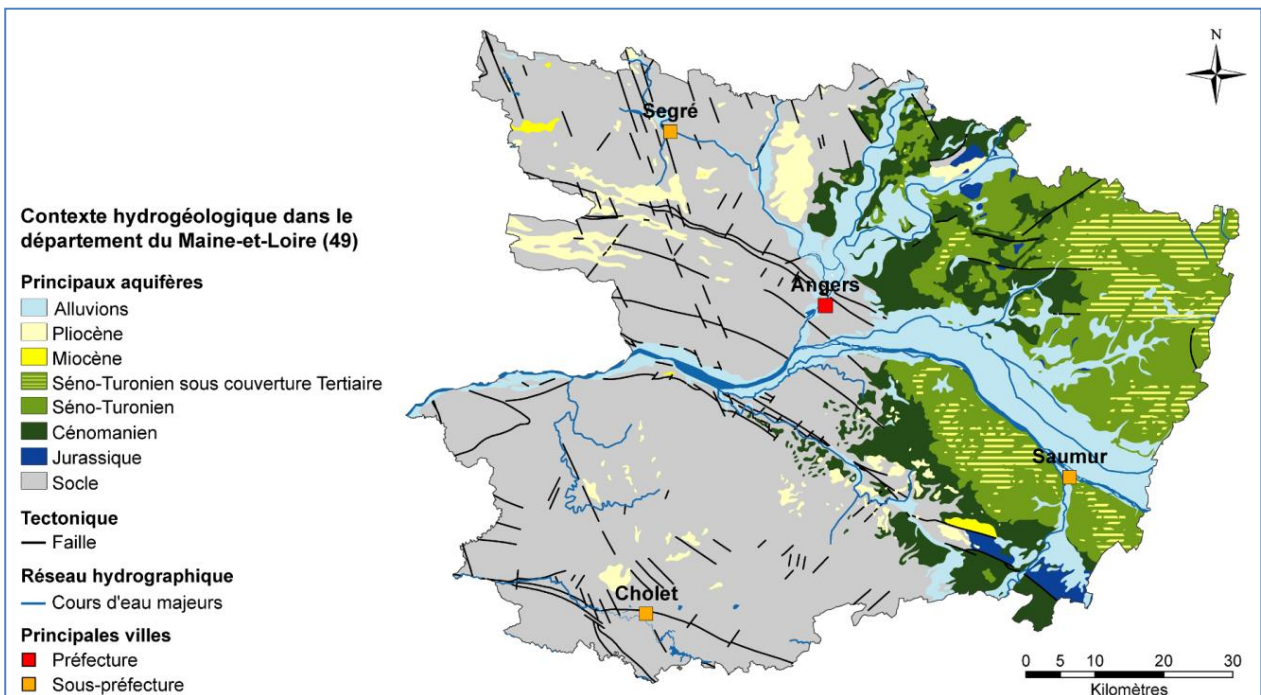


Illustration 58- Carte hydrogéologique simplifiée du Maine-et-Loire (BRGM, 2008).

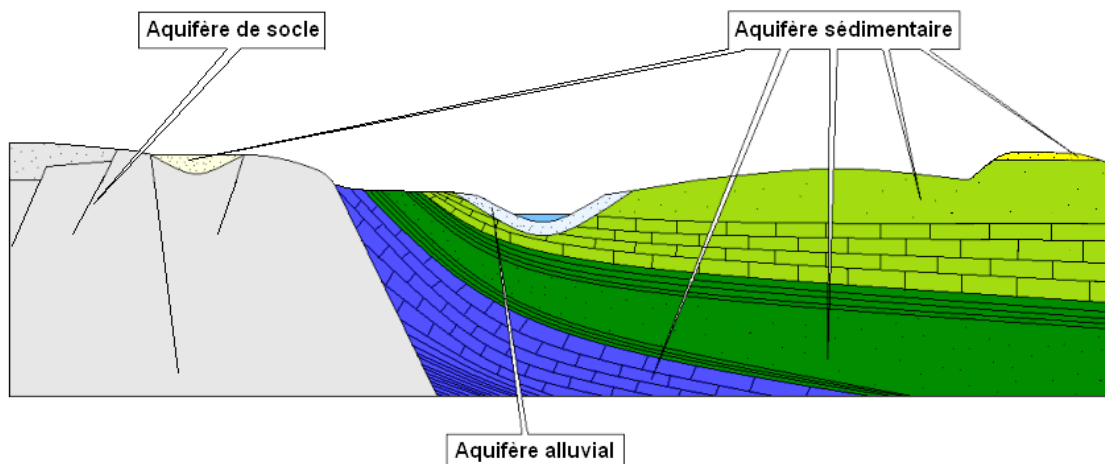


Illustration 59 - Coupe Sud-Ouest - Nord-Est du Maine-et-Loire présentant les types d'aquifères.

## Les aquifères alluviaux

Le principal aquifère alluvial est l'aquifère de la Loire qui 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. Cette ressource, très productive, est très liée à la Loire.

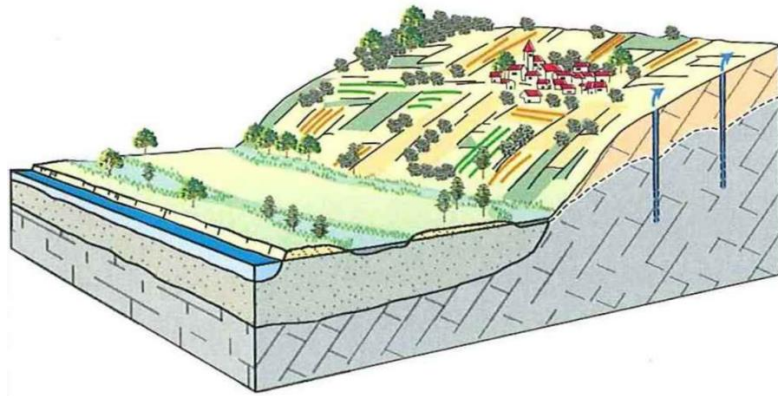


Illustration 60 - Schéma d'une nappe alluviale présentant ses connexions avec le cours d'eau et les formations encaissantes (Bloc diagramme)

## Les aquifères sédimentaires

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 Séno-Turonien et, dans une moindre mesure, le Dogger (Jurassique).

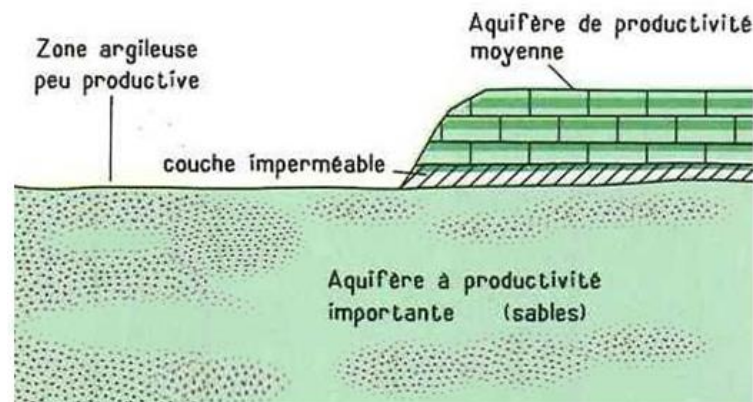


Illustration 61 – Coupe schématique des formations Cénomaniens et Séno-Turonien en Maine-et-Loire.

Les bassins cénozoïques piégés dans le domaine du Massif Armoricain constituent également des aquifères sédimentaires. Ces aquifères, de nature sableuse et de faible extension, sont également très productifs.

## Les aquifères de socle

Les formations de socle (granites, schistes, gneiss...) de la bordure orientale du Massif Armoricain constituent l'essentiel de la moitié Ouest du département. En domaine de socle, les



aquifères sont peu productifs du fait de leur faible extension et de leur perméabilité de fractures. Pour ce type d'aquifère, la productivité est principalement liée à la conjonction de deux paramètres : (i) la présence d'une couverture meuble (issue de l'altération météorique de la roche mère) faisant office de réservoir et (ii) un réseau de fissures suffisamment ouvertes et connectées qui permet de drainer les formations meubles sus-jacentes. Ce système hydrogéologique explique l'hétérogénéité spatiale des productivités des forages implantés en zone de socle.

**La variété des ressources en eau souterraine constitue une richesse pour le département du Maine-et-Loire. Elle permet de garantir un approvisionnement en eau potable sur tout le territoire satisfaisant tant sur le plan quantitatif que qualitatif.**



## **Annexe 3**

### **Liste des ouvrages du réseau, état des données transmises en 2020 et 2021**





Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

2021																
SUIVI	Identifiant	Commune	Nom de station	Nb Valeurs	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
OUI	04861X0538/P	ALLONNES	LA FONTAINE F1	284	26	26	27	27	30	30	29	29	30	30		
OUI	04861X0556/P2	ALLONNES	LA FONTAINE F2	274	26	21	24	25	30	30	29	29	30	30		
OUI	04861X0557/P3	ALLONNES	LA FONTAINE F3	279	31	20	26	24	30	30	29	29	30	30		
OUI	04552X0069/F1	BEAUFORT EN VALLEE	LE CLOS BERTIN 1	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0070/F2	BEAUFORT EN VALLEE	LE CLOS BERTIN 2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0081/FPJ	BEAUFORT EN VALLEE	PETIT JUSSON	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0129/F	BEAUFORT EN VALLEE	LES PIECES DE BOIS	304	31	28	31	30	31	30	31	31	31	30		
OUI	04565X0040/F	BEUILLE LES PINS	LA LANDE DE L'ETANG	254	30	28	31	30	2	15	29	29	30	30		
OUI	04225X0010/F	CANDE	LA KIRIAIE F1	153	0	0	0	0	0	30	31	31	30	31		
OUI	04225X0011/F5	CANDE	LA KIRIAIE F2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04225X0014/F	CANDE	LES THUYAS	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04538X0121/PDR	CHALONNES SUR LOIRE	LE CANDAIS P2	291	31	28	31	30	31	30	18	31	30	31		
OUI	04822X0046/F4-S4	CHAMPTOCEAUX La rivière	LA RIVIERE F84	291	31	28	31	30	31	30	18	31	30	31		
OUI	04822X0054/S5-F5	CHAMPTOCEAUX La rivière	LA RIVIERE F91	291	31	28	31	30	31	30	18	31	30	31		
OUI	03898X0014/S	CHAZE-HENRY	MINES DE FER	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0533/P	CHOLET	LA RUCETTE PAD	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0542/541	CHOLET	LA RUCETTE P1	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0543/543	CHOLET	LA RUCETTE P2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0544/5412	CHOLET	LA RUCETTE P3	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0545/5411	CHOLET	LA RUCETTE P4	288	31	28	31	18	27	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0546/5410	CHOLET	LA RUCETTE P5	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0549/548	CHOLET	LA RUCETTE P8	286	31	28	31	30	31	30	31	13	30	31		
OUI	05373X0550/547	CHOLET	LA RUCETTE P9	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05373X0551/545	CHOLET	LA RUCETTE P10	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04255X0002/F	GENNETEIL	L'AURIERE	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04246X0008/F2	JARZE	CLOS DES FERRIERS	300	31	28	31	30	27	30	31	31	30	31		
OUI	04533X0020/F1	LE LOUROUX BECONNAIS	LES CHAPONNEAUX F1	256	31	28	31	30	31	25	24	26	30	0		
OUI	04533X0021/F2	LE LOUROUX BECONNAIS	LES CHAPONNEAUX F2	256	31	28	31	30	31	25	24	26	30	0		
OUI	04555X0093/F1	LE THOUREIL	ILE SAINT MAUR P1	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04555X0095/F3	LE THOUREIL	ILE SAINT MAUR P2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
NON	04547X0045/PP	LES PONTS DE CE	L'ILE AU BOURG P62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NON	04547X0336/B3	LES PONTS DE CE	L'ILE AU BOURG P68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NON	04547X0337/B5	LES PONTS DE CE	L'ILE AU BOURG P72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NON	04547X0360/B	LES PONTS DE CE	L'ILE AU BOURG PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NON	04547X0361/D	LES PONTS DE CE	L'ILE AU BOURG PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
OUI	04552X0067/S5-FS	MAZE	LES GAINS F5	233	31	28	9	0	12	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0083/F8	MAZE	LES CHAINTRES F8	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0084/F6	MAZE	LES GAINS F6	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0085/F7	MAZE	CANTON DES CONGLANDS F7	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04552X0094/F4	MAZE	LA GRANDE OUCHE F4	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04536X0001/P1	MONTJEAUN SUR LOIRE	ILE RAGOT P7	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04536X0002/F2	MONTJEAUN SUR LOIRE	ILE RAGOT P2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04536X0091/P8	MONTJEAUN SUR LOIRE	ILE RAGOT P8	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04537X0087/P9	MONTJEAUN SUR LOIRE	ILE RAGOT P9	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	05124X0509/AEP	MONTREUIL-BELLAY	LA FONTAINE BOURREAU	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04865X0549/P3	MONTSOUREAU	LES PRES PACAUD F3	303	31	28	31	30	31	30	31	30	30	31		
OUI	04865X0556/FE4	MONTSOUREAU	LA MAUMENIERE F1	303	31	28	31	30	31	30	31	30	30	31		
OUI	04561X0026/AEP	MOULIERNE	LA POMMASSERIE S4	101	0	0	0	0	13	0	0	30	27	31		
OUI	04558X0073/F	NEUILLE	LA PETITE RUE NOIRE	293	30	28	30	28	31	29	29	30	27	31		
OUI	04854X0222/F	NEUILLE	BOISAUDIER	289	30	27	31	30	31	24	29	30	26	31		
OUI	04562X0065/F	NOYANT	BOUTON	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04562X0003/AEP	PARCAY LES PINS	LES MOULINS P1	273	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04562X0046/AEP	PARCAY LES PINS	LES MOULINS P2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04248X0001/F1	PONTIGNE	LES HAUTES ROCHES P1	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04248X0015/F	PONTIGNE	LES HAUTES ROCHES P2	276	31	0	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04248X0041/F3	PONTIGNE	LES HAUTES ROCHES F3	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04545X0096/F4	ROCHEFORT-SUR-LOIRE	LA CHAPELLE F4	231	0	0	17	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04545X0100/F5	ROCHEFORT-SUR-LOIRE	LA CHAPELLE F5	231	0	0	17	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04545X0120/PAD1	ROCHEFORT-SUR-LOIRE	PUITS A DRAINS	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04538X0027/F	SAINT GEORGES SUR LOIRE	LE BOIS TIERS P1	273	31	28	31	30	31	30	31	31	30	0		
OUI	04538X0077/P2	SAINT GEORGES SUR LOIRE	LE BOYAU P2	262	31	28	31	30	20	30	31	31	30	0		
OUI	04538X0122/P3	SAINT GEORGES SUR LOIRE	LE BOYAU P3	273	31	28	31	30	31	30	31	31	30	0		
OUI	04853X0079/P	SAINT MARTIN DE LA PLACE	LES CLERETS	296	31	28	31	30	31	30	28	30	26	31		
OUI	04558X0065/F	SAINT PHILBERT DU PEUPLE	PLANCHES DE BARON P1	285	30	27	29	24	30	28	30	30	26	31		
OUI	04558X0069/F	SAINT PHILBERT DU PEUPLE	PLANCHES DE BARON P2	285	30	27	29	24	30	28	30	30	26	31		
OUI	04555X0083/P3	SAINT REMY LA VARENNE	LE BOULET P3	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04555X0168/F4	SAINT REMY LA VARENNE	LE BOULET PDR4	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0185/U3	SAUMUR	LE PETIT PUY P3	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0186/P2	SAUMUR	LE PETIT PUY P2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0187/U5	SAUMUR	LE PETIT PUY P5	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0188/P1	SAUMUR	LE PETIT PUY P1	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0232/F2	SAUMUR	LE PETIT PUY F2	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0237/F1AVAL	SAUMUR	LE PETIT PUY F1	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0238/F3AMT	SAUMUR	LE PETIT PUY F3	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0242/F1	SAUMUR	LE PETIT PUY F6	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0247/AEP	SAUMUR	LE PETIT PUY F5	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04854X0263/F4	SAUMUR	LE PETIT PUY F4	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04858X0108/AEP	SAUMUR	LES LANDES FL3	210	30	28	31	26	29	28	25	0	13	0		
OUI	04858X0147/FC	SAUMUR	LES LANDES FL2	184	30	28	31	21	11	0	14	28	21	0		
OUI	BSS002QBWVY/X	SAUMUR	LES LANDES FL1	289	31	28	31	30	31	30	16	31	30	31		
OUI	04245X0015/F	SEICHES SUR LE LOIR	PONT HERBAUX	304	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		
OUI	04565X0042/F	VERNANTES	BOIS DE BUTON	266	30	28	30	30	31	29	0	30	27	31		
OUI	04565X0048/F	VERNANTES	LA MALADRIE	120	0	0	0	0	0	3	29	30	27	31		





## **Annexe 4**

### **Bulletins mensuels édités en 2020 et 2021 (synthèse départementale)**



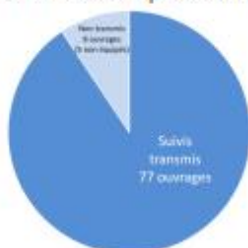


## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

### Bulletin de situation – 29 février 2020

#### Synthèse à l'échelle du département

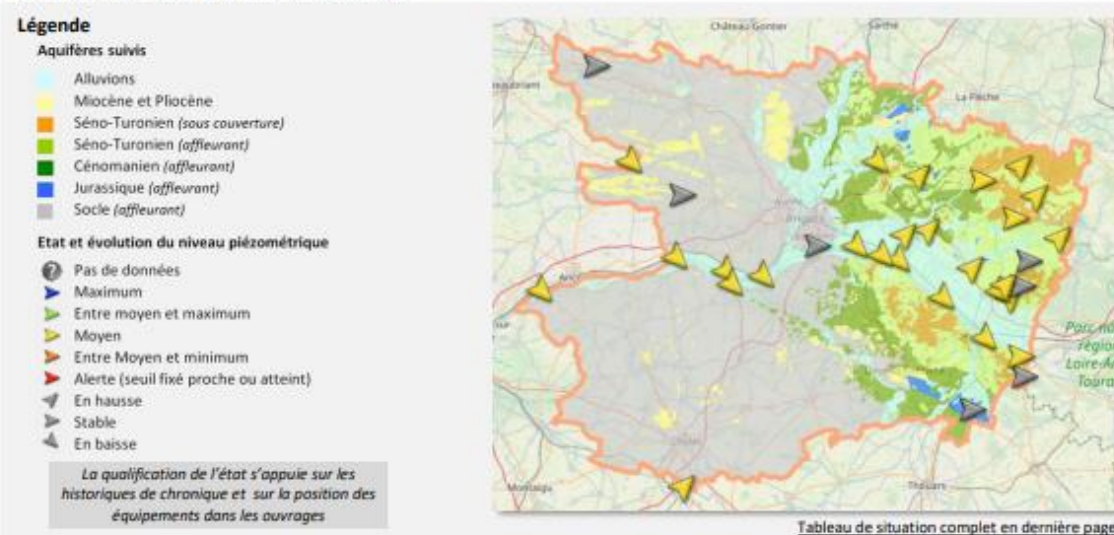
##### Bilan des suivis piézométriques AEP



Le Réseau AEP 49 comporte 87 ouvrages répartis en 32 unités. Aux ouvrages de production viennent s'ajouter 2 piézomètres complémentaires.

Pour le mois de février 2020, les données de suivi ont été transmises pour 77 ouvrages de production soit 29 unités de captage.

##### Situation des ressources en eau souterraine



- Evolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En janvier et février, sous l'effet des précipitations abondantes (fréquence et cumuls supérieures aux normales saisonnières), la hausse des niveaux piézométriques amorcée en octobre s'est poursuivie. A début mars, la période de recharge saisonnière a été d'amplitude notable et est en cours avec une majorité des suivis en hausse. Sur 35 piézomètres, seuls 5 suivant les nappes du Cénomaniens et du Séno-Turonien restent encore à des niveaux inférieurs aux moyennes des niveaux enregistrés à cette période depuis le début des suivis.

- Au droit des ouvrages de prélèvement pour l'AEP

En janvier et février, les niveaux ont suivi l'évolution générale des nappes et - en grande partie - évolué à la hausse. Les nappes les plus réactives présentent depuis la mi-février des niveaux en baisse.

**A fin février, la recharge des ressources sollicitées pour la production d'eau potable est en cours. Les niveaux enregistrés sont bien au-dessus des équipements.** Il est recommandé de procéder aux vérifications nécessaires au bon fonctionnement des équipements de suivi (en particulier pour Montreuil-Bellay, Seiches-sur-le-Loir, Saint-Philbert-du-Peuple, Breille-les-pins, Neuillé).

✓ **Vigilance levée pour Noyant.**

# Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

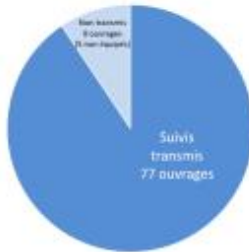
## Bulletin de situation – 31 mars 2020

### Synthèse à l'échelle du département

- **Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)**

En mars, la hausse des niveaux piézométriques s'est poursuivie même si elle est dorénavant moins marquée. Début avril, la période de recharge saisonnière se poursuit avec encore ¼ des niveaux suivis en hausse. Cependant, sur les 35 piézomètres, 6 présentent encore des niveaux inférieurs aux moyennes historiques de niveaux enregistrés à cette période : 2 pour la nappe du Cénomaniens, 2 pour le Séno-Turonien et 2 pour le Jurassique.

- **Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP**



Bilan des suivis piézométriques AEP

Le Réseau AEP 49 comporte 87 ouvrages répartis en 32 unités. Aux ouvrages de production viennent s'ajouter 2 piézomètres complémentaires.

Pour le mois de mars 2020, les données de suivi ont été transmises pour 77 ouvrages de production soit 29 unités de captage.

En mars, les niveaux ont globalement suivi l'évolution générale des nappes. Les nappes peu réactives du Cénomaniens et du Séno-Turonien réagissent toutefois aux hausses de prélèvement et présentent temporairement des tendances à la baisse.

**À fin mars, la recharge des ressources sollicitées pour la production d'eau potable se termine. Les niveaux enregistrés sont bien au-dessus des équipements.**

**Il est recommandé de procéder aux vérifications nécessaires au bon fonctionnement des équipements de suivi (en particulier pour Montreuil-Bellay, Seiches-sur-le-Loir, Saint-Philbert-du-Peuple, Breille-les-pins, Neuillé).**

### Carte de situation des unités de production pour l'AEP

#### Légende

##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Maximum
- Entre moyen et maximum
- Moyen
- Entre Moyen et minimum
- Alerte (seuil fixé proche ou atteint)
- En hausse
- Stable
- En baisse

La qualification de l'état s'appuie sur les historiques de chronique et sur la position des équipements dans les ouvrages

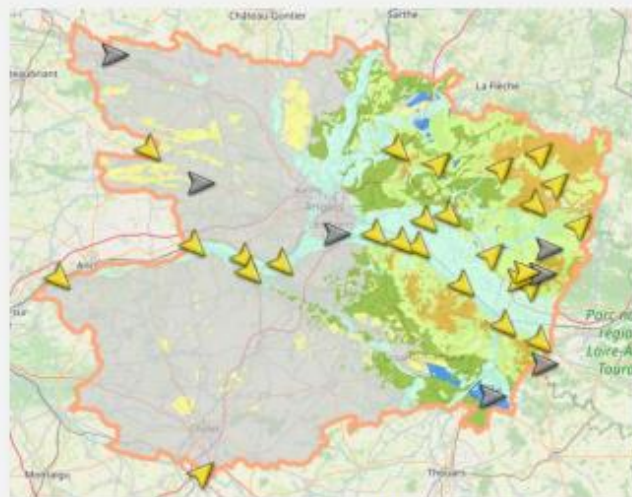


Tableau de situation complet en dernière page



<http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>



## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

### Bulletin de situation – 30 avril 2020

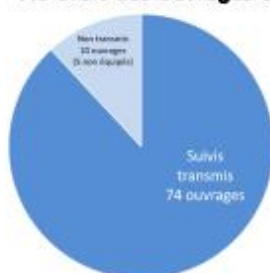
#### Synthèse à l'échelle du département

##### • Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En avril, la période de vidange des nappes s'est amorcée. Début mai, le démarrage de la période de vidange saisonnière se poursuit avec désormais la moitié des niveaux en baisse.

Sur les 35 piézomètres suivis, 20 piézomètres (soit plus de 50%) présentent un niveau supérieur à la moyenne calculée à fin avril (période 2004-2019). Cependant, 2 piézomètres (un pour la nappe du Cénomaniens et un pour celle du Séno-Turonien) présentent encore une situation exceptionnellement basse (niveau inférieur au niveau franchi une année sur cinq seulement).

##### • Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



Bilan des suivis piézométriques AEP

Le Réseau AEP 49 comporte depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020 86 ouvrages répartis en 31 unités (arrêté définitif de l'unité de Chalonnes-sur-Loire). A ces ouvrages de production viennent s'ajouter 2 piézomètres complémentaires.

Pour le mois d'avril 2020, les données de suivi ont été transmises pour 74 ouvrages de production soit 27 unités de captage.

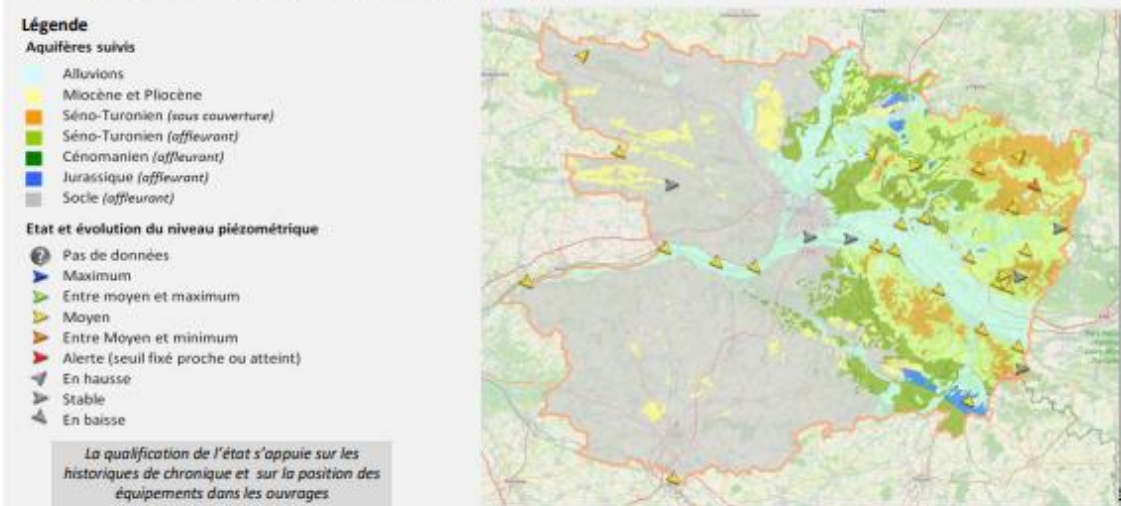
En avril, les niveaux ont globalement évolué à la baisse et ont suivi l'évolution générale des nappes. Pour les aquifères peu réactifs du Cénomaniens et du Séno-Turonien, l'influence des prélèvements (AEP et autres) se fait également sentir (baisse accentuée des niveaux).

À fin avril, la période de vidange des ressources sollicitées pour la production d'eau potable est amorcée. Toutefois les niveaux enregistrés sont globalement bien au-dessus des équipements.

La surveillance des niveaux et la gestion attentive de l'exploitation sont recommandées.

- **Vigilance (exploitation adaptée, seuils très proches) : 1 ouvrage (Noyant)**
- **Points à améliorer : vérification de la position des équipements (pompe, sonde) et du paramétrage des suivis (Allonnes, Pontigné, Neuillé, Breille les Pins, Saint Philbert-du-Peuple, Montreuil-Bellay).**

#### Carte de situation des unités de production pour l'AEP



# Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

## Bulletin de situation – 31 mai 2020

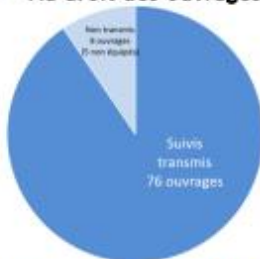
### Synthèse à l'échelle du département

- **Évolution générale des nappes : Réseau piézométrique DCE**

En mai, la période de vidange des nappes s'est poursuivie et affirmée. Pour la majorité, cette baisse de niveaux s'est amorcée en avril à partir de niveaux équivalents ou supérieurs aux moyennes calculées (période 2004-2019).

Au 31 mai, sur les 35 piézomètres suivis, 19 piézomètres (soit plus de 50%) présentent un niveau supérieur à la moyenne calculée à cette période (historique 2004-2019).

- **Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP**



Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020, le Réseau AEP 49 comporte 86 ouvrages répartis en 31 unités (arrêté définitif de l'unité de Chalonnnes-sur-Loire).

Aux 84 ouvrages de production viennent s'ajouter 2 piézomètres complémentaires.

Pour le mois de mai 2020, les données de suivi ont été transmises pour 2 piézomètres et 76 ouvrages de production soit 28 unités de captage.

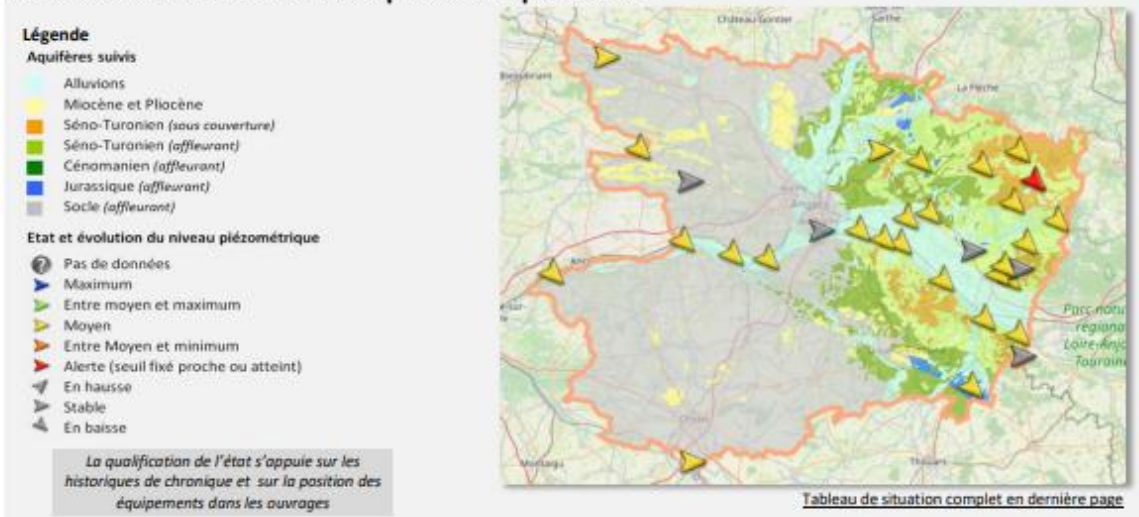
En mai, les niveaux ont très majoritairement évolué à la baisse et ont suivi l'évolution générale des nappes. Pour les aquifères peu réactifs du Cénomaniens et du Séno-Turonien, l'évolution des prélèvements liée à l'augmentation des températures (AEP et autres) se fait également sentir (baisse plus accentuée des niveaux).

À fin mai, la période de vidange des ressources sollicitées pour la production d'eau potable est en cours.

Les niveaux enregistrés se situent à un niveau sécuritaire vis-à-vis des équipements dans tous les ouvrages sauf à Noyant (situation à réétudier après le déplacement de la pompe). La surveillance des niveaux et la gestion attentive de l'exploitation sont recommandées.

- **Alerte (exploitation adaptée, seuils dépassés) : 1 ouvrage : Noyant**
- **Points à améliorer : vérification de la position des équipements (pompe, sonde) et du paramétrage des suivis : Allonnes, Pontigné, Neuillé, Breille les Pins, Saint Philbert-du-Peuple, Montreuil-Bellay.**

### Carte de situation des unités de production pour l'AEP





## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

### Bulletin de situation – 30 juin 2020

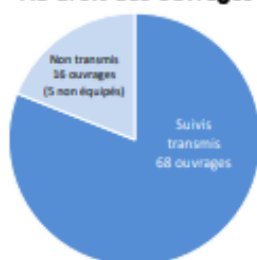
#### Synthèse à l'échelle du département

- **Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)**

En juin, la vidange naturelle des nappes se poursuit, atténuée dans plusieurs secteurs par une brève remontée des niveaux sous l'effet des précipitations qui ont arrosé le département au cours de la première quinzaine de juin. Les effets des prélèvements saisonniers restent encore peu visibles sur l'ensemble des nappes.

À de très rares exceptions près, les nappes du département se maintiennent à des niveaux compris entre le niveau moyen mensuel quinquennal sec et le niveau moyen mensuel quinquennal humide. 90 % des piézomètres suivis présentent un niveau comparable à la moyenne calculée à fin juin (période 2004-2019).

- **Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP**



Bilan des suivis piézométriques AEP

Le Réseau AEP 49 comporte depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020 86 ouvrages répartis en 31 unités (arrêté définitif de l'unité de Chalonnes-sur-Loire). A ces ouvrages de production viennent s'ajouter 2 piézomètres complémentaires.

Pour le mois de juin 2020, les données de suivi ont été transmises pour 68 ouvrages de production.

En juin, l'évolution des niveaux est contrastée. 4 unités sur 10 présentent une évolution à la baisse des niveaux, tandis qu'on observe dans les autres unités des niveaux qui ont peu varié depuis le mois précédent. Aucune tendance particulière ne peut être dégagée vis-à-vis des aquifères exploités.

À fin juin, la période de vidange des ressources sollicitées pour la production d'eau potable est amorcée, bien qu'elle ait été atténuée par les précipitations du mois. Les niveaux enregistrés demeurent globalement bien au-dessus des équipements. Il est par ailleurs intéressant de noter qu'une large majorité des unités enregistrent en juin une baisse de la production par rapport à mai, peut-être en lien avec les conditions climatiques. A Noyant, la pompe a été abaissée de près de 2 m, ce qui permet de lever la vigilance sur cet ouvrage. La surveillance des niveaux et la gestion attentive de l'exploitation sont toutefois recommandées.

- **Points à améliorer : vérification de la position des équipements (pompe, sonde) et du paramétrage des suivis (Allonnes, Breille-les-Pins, Parçay-les-Pins, Chazé-Henry, Saint Philbert-du-Peuple).**

Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

31 Juillet 2020

Aquifère	Maître d'ouvrage	Commune	Etat niveaux	Evolution niveaux	Précisions niveaux	Contrôle à effectuer	Précisions prélèvements	Etat pompes (Arrêt / Vannée/HS)	Etat ouvrage (Infos travaux)
Sode	Agglomération du Choletais	CHOLET	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	En baisse (juin : 23 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 12 500m <sup>3</sup> ) Répartis sur PAD, P2, P1 jusqu'au 19/07/20	usine à l'arrêt depuis le 20/07/20	-
Alluvions	Angers Loire Métropole	LA BOHALLE	Données non intégrées	Données non intégrées	-	-	-	-	Abandon, prélèvements reportés sur Les Ponts de Cé
Alluvions	Angers Loire Métropole	LES PONTS DE CE	-	-	-	envois à initier	-	-	-
Cénomaniens	Baugeois Vallée	BEAUFORT EN VALLEE	Au-dessus des équipements	En baisse	problème de calage de la mesure sur Petit Jusson	calage niveau Petit Jusson	En hausse (juin : 45 600 m <sup>3</sup> ; juillet : 54 400 m <sup>3</sup> )	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	GENNETEIL	Au-dessus des équipements	En baisse	sonde HS retirée le 31/07/20	-	En hausse (juin : 8 100 m <sup>3</sup> ; juillet : 10 800 m <sup>3</sup> )	-	Pompe abaissée de 2 m le 11 juin
Cénomaniens	Baugeois Vallée	MAZE	Au-dessus des équipements	En baisse	sonde Les Gains F6 hors service	Correction des historiques en cours	En hausse (juin : 82 400 m <sup>3</sup> ; juillet : 97 000 m <sup>3</sup> )	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	NOYANT	Proche des équipements	En baisse	-	-	En hausse (avr : 19 800 m <sup>3</sup> ; mai : 21 000 m <sup>3</sup> )	-	Pompe abaissée de 2 m le 09 juin
Cénomaniens	Baugeois Vallée	PARCAY LES PINS	Données non intégrées	Données non transmises	Données non transmises	-	Données non transmises	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	PONTIGNE	Données non intégrées	Données non intégrées	-	système de télégestion opérationnel à partir du 07/08/2020	Données non intégrées	-	-
Alluvions	Mauges Communauté	CHAMPTOCEAUX La rivière	Proche des équipements	En baisse	-	-	En hausse (juin : 63 600 m <sup>3</sup> ; juillet : 66 000 m <sup>3</sup> )	F81 sollicité F84 sollicité ponctuellement	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	ALLONNES	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	-	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	BREILLE LES PINS	Données non intégrées	Données non intégrées	Données transmises incorrectes	Système de télégestion	Données non intégrées	-	Système de télégestion
Jurassique	Saumur Val de Loire	MONTREUIL-BELLAY	Au-dessus des équipements	En baisse	Données transmises (lacune de mai 2017 à avril 2020)	Paramétrage suivis : contrôle du niveau manuel (exploitant)	En hausse (juin : 50 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 58 400 m <sup>3</sup> )	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	MOULIHERNE	Données non intégrées	Données non intégrées	Données non transmises	-	Données non transmises	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	NEUILLE	Au-dessus des équipements	Stable	Baisse ponctuelles causées par pics de prélèvements AEP	-	En hausse (mai : 12 500 m <sup>3</sup> ; juin : 14 000 m <sup>3</sup> )	-	-
Alluvions	Saumur Val de Loire	ST MARTIN DE LA PLACE	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	En hausse (juin : 22 900 m <sup>3</sup> ; juillet : 26 000 m <sup>3</sup> )	-	-
Cénomaniens	Saumur Val de Loire	ST PHILBERT DU PEUPLE	Données non transmises en totalité	En hausse	P1 et P2 : Niveaux dynamiques non transmis	Paramétrage sondes P1 et P2	En hausse (juin : 24 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 30 600 m <sup>3</sup> )	remise en fonction de P2 bridage de P1	-
Alluvions	Saumur Val de Loire	SAUMUR	Au-dessus des équipements	En baisse	-	Paramétrage sondes piézométriques (P4)	En hausse (juin : 392 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 428 000 m <sup>3</sup> ) P3, F1, F2, F3, F5 et F4 + F6	F2, F1, F6, F5 non sollicités - P2 sollicité depuis mi-juin.	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	VERNANTES Bois de Buton	Au-dessus de la pompe	En baisse	Haut des crépines dénoyé (permanent)	-	En hausse (juin : 11 400 m <sup>3</sup> ; juillet : 12 900 m <sup>3</sup> )	-	-
Cénomaniens	Saumur Val de Loire	VERNANTES	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	En hausse (juin : 30 200 m <sup>3</sup> ; juillet : 32 900 m <sup>3</sup> )	-	-
Alluvions	SIDAEP Mauges Gatine	MONTJEAN SUR LOIRE	Seuil d'alerte atteint	En baisse	niveau dynamique proche des équipements. Mesures correctives appliquées	-	En hausse (juin : 737 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 805 500 m <sup>3</sup> )	pompe P7 bridée	-
Alluvions-Cénomaniens	SMAEP MONTSOIREAU-CANDES	MONTSOIREAU	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	En hausse (juin : 23 200 m <sup>3</sup> ; juillet : 30 000m <sup>3</sup> )	-	-
Pliocène-Miocène	Syndicat d'eau de l'Anjou	CANDE	Proche des équipements	En baisse	Niveau dynamique < 1m du seuil d'alerte. Inférieur à juillet 2019	-	En hausse (juin : 26 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 31 700 m <sup>3</sup> )	-	-
Sode	Syndicat d'eau de l'Anjou	CHAZE-HENRY	Données non intégrées	Données non intégrées	sonde déplacée lors des travaux (à partir du 24/06)	-	En hausse (juin : 23 400 m <sup>3</sup> ; juillet 27 000 m <sup>3</sup> )	-	sonde mesure de niveaux HS
Cénomaniens	Syndicat d'eau de l'Anjou	JARZE	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	En baisse (juin : 24 000 m <sup>3</sup> ; juillet 23 000 m <sup>3</sup> )	-	-
Pliocène-Miocène	Syndicat d'eau de l'Anjou	LE LOUROUX BECONNAIS	-	-	-	envois à initier	-	-	-
Alluvions	SIDAEP Mauges Gatine	LE THOUREIL	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	En hausse (mai : 244 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 282 000 m <sup>3</sup> )	P3 non sollicité	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ROCHFORT-SUR-LOIRE	Au-dessus des équipements	En baisse	-	-	En baisse (juin : 43 300 m <sup>3</sup> ; juillet : 42 000 m <sup>3</sup> )	PAD sollicité	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ST GEORGES SUR LOIRE	Proche des équipements	En baisse	les niveaux dynamiques sont proches du seuil d'alerte (env 50cm)	Etat ouvrages (exploitant)	En hausse (mai : 127 000 m <sup>3</sup> ; juillet : 143 600 m <sup>3</sup> )	P2 et P3 sollicités	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ST REMY LA VARENNE	Seuil d'alerte atteint	En baisse	P3 et PDR4 : niveau dynamique < niveau d'alerte 1, proche du niveau 2 de l'exploitant (1,50m au-dessus de la pompe)	-	En hausse (juin : 169 000m <sup>3</sup> ; juillet : 197 000 m <sup>3</sup> )	-	-
Cénomaniens	Syndicat d'eau de l'Anjou	SEICHES SUR LE LOIR	Au-dessus des équipements	En baisse	Hausse du niveau minimum (désormais légèrement au dessus du toit de l'aquifère)	verification paramétrage et position de la sonde (en attente)	En baisse (juin : 5 900 m <sup>3</sup> ; juillet : 5 600 m <sup>3</sup> )	-	-

Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

31 août 2020

Aquifère	Maître d'ouvrage	Commune	Etat niveaux	Evolution niveaux	Précisions niveaux	Contrôle à effectuer	Précisions prélèvements	Etat pompes (Arrêt / Vannée/HS)	Etat ouvrage (infos travaux)
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	ALLONNES	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	-	-	-
Cénomannien	Baugeois Vallée	BEAUFORT EN VALLEE	Au-dessus des équipements	En hausse	problème de calage de la mesure sur Petit Jusson	calage niveau Petit Jusson	En baisse (juillet : 54 400 m3 ; aout : 51 900 m3)	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	BREILLE LES PINS	Données non intégrées	Données non intégrées	Données transmises incorrectes	Système de télégestion	Données non intégrées	-	Système de télégestion
Pliocène-Miocène	Syndicat d'eau de l'Anjou	CANDE	Proche des équipements	En baisse	Niveau dynamique < 10 cm du seuil d'alerte.	-	En baisse (juillet : 31 700 m3 ; aout : 28 900 m3)	-	-
Alluvions	Mauges Communauté	CHAMPTOCEAUX La rivière	Au-dessus des équipements	En hausse	F3 proche du seuil d'alerte	-	En baisse juillet : 66 000 m3 ; aout : 60 000 m3)	F84 non sollicité	-
Socle	Syndicat d'eau de l'Anjou	CHAZE-HENRY	Données non intégrées	Données non intégrées	sonde déplacée lors des travaux (à partir du 24/06)	-	En baisse ( juillet 27 000 m3 ; aout : 25 500 m3)	-	sonde mesure de niveaux HS
Socle	Agglomération du Choletais	CHOLET	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	Pas de prélèvement	usine à l'arrêt depuis le 20/07/20	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	GENNETEIL	Données non intégrées	Données non intégrées	sonde HS retirée le 31/07/20	-	Stable (juillet : 10 800 m3 ; aout : 11 000 m3)	-	Pompe abaissée de 2 m le 11 juin
Cénomannien	Syndicat d'eau de l'Anjou	JARZE	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	En hausse ( juillet 23 000 m3 ; aout : 25 800 m3)	-	-
Alluvions	Angers Loire Métropole	LA BOHALLE	Données non intégrées	Données non intégrées	-	-	-	-	Abandon, prélèvements reportés sur Les Points de Cé
Pliocène-Miocène	Syndicat d'eau de l'Anjou	LE LOUROUX BECONNAIS	Données non intégrées	-	-	envois à initier	-	-	-
Alluvions	SIDAEP Mauges Gâtine	LE THOUREIL	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	En baisse (juillet : 282 000 m3 ; aout : 242 000 m3)	P3 non sollicité	-
Alluvions	Angers Loire Métropole	LES PONTS DE CE	Données non intégrées	-	-	envois à initier	-	-	-
Cénomannien	Baugeois Vallée	MAZE	Au-dessus des équipements	En hausse	sonde Les Gains F6 hors service	Correction des historiques en cours	En baisse (juillet : 97 000 m3 ; aout : 62 700 m3)	-	-
Alluvions	SIDAEP Mauges Gâtine	MONTJEAN SUR LOIRE	Seuil d'alerte atteint	Stable	niveau dynamique proche des équipements.	-	En baisse (juillet : 805 500 m3 ; aout : 750 000 m3)	-	-
Jurassique	Saumur Val de Loire	MONTREUIL-BELLAY	Au-dessus des équipements	Stable	Données transmises (lacune de mai 2017 à avril 2020)	Paramétrage suivi ; contrôle du niveau manuel (exploitant)	En baisse (juillet : 58 400 m3 ; aout : 56 200 m3)	-	-
Alluvions-Cénomannien	SMAEP MONTSOIREAU-CANDES	MONTSOIREAU	Au-dessus des équipements	Stable	-	-	En baisse (juillet : 30 000m3 ; aout : 23 200 m3)	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	MOULHERNE	Données non intégrées	Données non intégrées	Données non transmises	-	Données non transmises	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	NEUILLE	Au-dessus des équipements	Stable	-	-	En baisse (juillet 15 100 m3 ; aout : 13 700 m3)	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	NOYANT	Au-dessus des équipements	En baisse	niveau dynamique 50cm au-dessus des équipements	-	En baisse (juillet : 23 300 m3 ; aout : 15 700 m3)	-	Pompe abaissée de 2 m le 09 juin
Cénomannien	Baugeois Vallée	PARCAY LES PINS	Données non intégrées	Données non transmises	Données non transmises	-	Données non transmises	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	PONTIGNE	Au-dessus des équipements	Données non intégrées	niveau de P2 à recalcer	système de télégestion opérationnel à partir du 07/08/2020	aout : 37 000 m3 (à partir du 06/08/20)	-	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ROCHFORT-SUR-LOIRE	Au-dessus des équipements	En baisse	Données anormales sur F4. vérifier position alerte/crépines	-	En baisse (juillet : 42 000 m3 ; aout : 38 700 m3)	PAD sollicité	-
Alluvions	Saumur Val de Loire	SAUMUR	Au-dessus des équipements	Stable	-	Paramétrage sondes piézométriques (F4)	En baisse (juillet : 438 000 m3 ; aout : 409 000m3) P3, F1,F2+F3, F5 et F4 + F6	-	-
Cénomannien	Syndicat d'eau de l'Anjou	SEICHES SUR LE LOIR	Au-dessus des équipements	Stable	Hausse du niveau minimum (généralment légèrement au dessus du toit de l'aquifère)	Vérification paramétrage et position de la sonde (exploitant)	En hausse (juillet : 5 600 m3 ; aout : 6 200m3)	-	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ST GEORGES SUR LOIRE	Proche des équipements	En hausse	les niveaux dynamiques sont proches du seuil d'alerte (env 50cm)	Etat ouvrages (exploitant)	En baisse (juillet : 143 600 m3 ; aout : 106 600 m3)	-	-
Alluvions	Saumur Val de Loire	ST MARTIN DE LA PLACE	Au-dessus des équipements	Stable	-	-	En baisse (juillet : 26 000 m3 ; aout : 23 300 m3)	-	-
Cénomannien	Saumur Val de Loire	ST PHILBERT DU PEUPLE	Au-dessus des équipements	En baisse	P1 et P2 : Niveaux dynamiques non transmis en totalité	Paramétrage sondes P1 et P2	En baisse (juillet : 30 600 m3 ; aout : 25 200 m3)	-	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ST REMY LA VARENNE	Seuil d'alerte atteint	Stable	P3 et PDR4 : niveau dynamique < niveau d'alerte 1. proche du niveau 2 de l'exploitant (1,50m au-dessus de la pompe)	-	En baisse (juillet : 197 000 m3 ; aout : 181 000 m3)	-	-
Cénomannien	Saumur Val de Loire	VERNANTES	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	En baisse (juillet : 32 900 m3 ; aout : 27 500 m3)	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	VERNANTES Bois de Buton	Au-dessus des équipements	Stable	Haut des crépines dénoyé (permanent)	-	Stable (juillet 12 900 m3 ; aout : 12 900 m3)	-	-

Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022

30 septembre 2020

Aquifère	Maître d'ouvrage	Commune	Etat niveaux	Evolution niveaux	Précisions niveaux	Contrôle à effectuer	Précisions prélèvements	Etat pompes (Arrêt / Vannée/HS)	Etat ouvrage (infos travaux)
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	ALLONNES	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	-	-	-
Cénomaniens	Baugeois Vallée	BEAUFORT EN VALLEE	Au-dessus des équipements	En hausse	problème de calage de la mesure sur Petit Jusson	calage niveau Petit Jusson	En baisse (aout : 51 900 m3 ; septembre : 46 700m3)	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	BREILLE LES PINS	Données non intégrées	Données non intégrées	Données transmises incorrectes	Système de télégestion	Données non intégrées	-	Système de télégestion
Pliocène-Miocène	Syndicat d'eau de l'Anjou	CANDE	Seuil d'alerte atteint	En baisse	Niveau dynamique sous seuil d'alerte sur Kiriala F2	-	En baisse (aout : 28 900 m3 ; septembre : 27 000 m3)	-	-
Alluvions	Mauges Communauté	CHAMPTOCEAUX La rivière	Seuil d'alerte atteint	Stable	F3 : seuil d'alerte atteint	-	En baisse (aout : 60 000 m3 ; septembre : 59 000m3)	F84 non sollicité	-
Socle	Syndicat d'eau de l'Anjou	CHAZE-HENRY	Données non intégrées	Données non intégrées	sonde déplacée lors des travaux (à partir du 24/06)	-	En baisse ( juillet 27 000 m3 ; aout : 25 500 m3)	-	sonde mesure de niveaux HS
Socle	Agglomération du Choletais	CHOLET	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	Pas de prélèvement	usine à l'arrêt depuis le 20/07/20	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	GENNETEIL	Données non intégrées	Données non intégrées	sonde HS retirée le 31/07/20 remplacée le 15/09/20 niveau dynamique aberrant	-	données aberrantes	-	Pompe abaissée de 2 m le 11 juin
Cénomaniens	Syndicat d'eau de l'Anjou	JARZE	Données non intégrées	Données non intégrées	Pas de données reçues	-	Pas de données reçues	-	-
Alluvions	Angers Loire Métropole	LA BOHALLE	Données non intégrées	Données non intégrées	-	-	-	-	Abandon, prélèvements reportés sur Les Ponts de Cé
Pliocène-Miocène	Syndicat d'eau de l'Anjou	LE LOUROUX BECONNAIS	Données non intégrées	-	-	envois à initier	-	-	-
Alluvions	SIDAEP Mauges Gatine	LE THOUREIL	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	En hausse (aout : 242 000 m3 ; septembre : 269 000 m3)	P3 non sollicité	-
Alluvions	Angers Loire Métropole	LES PONTS DE CE	Données non intégrées	-	-	envois à initier	-	-	-
Cénomaniens	Baugeois Vallée	MAZE	Au-dessus des équipements	Stable	sonde Les Gains F6 hors service	Correction des historiques en cours	En hausse (aout : 62 700 m3 ; septembre : 67 800 m3)	-	-
Alluvions	SIDAEP Mauges Gatine	MONTJEAN SUR LOIRE	Seuil d'alerte atteint	Stable	niveau dynamique proche des équipements.	-	En baisse (aout : 750 000 m3 ; septembre : 695 000 m3)	-	-
Jurassique	Saumur Val de Loire	MONTREUIL-BELLAY	Données non intégrées	Stable	Données transmises (lacune de mai 2017 à avril 2020)	vérification seuil d'alerte	En baisse (aout : 56 200 m3 ; septembre : 49 200 m3)	-	-
Alluvions-Cénomaniens	SMAEP MONTMOREAU-CANDES	MONTMOREAU	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	En baisse (aout : 29 300 m3 ; septembre : 23 000 m3)	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	MOULIERNE	Données non intégrées	Données non intégrées	Données non transmises	-	Données non transmises	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	NEUILLE	Au-dessus des équipements	Stable	-	-	En baisse (aout : 13 700 m3 ; septembre : 12 500 m3)	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	NOYANT	Au-dessus des équipements	En hausse	niveau dynamique 50cm au-dessus des équipements	-	En hausse (aout : 15 700 m3 ; septembre : 19400 m3)	-	Pompe abaissée de 2 m le 09 juin
Cénomaniens	Baugeois Vallée	PARCAY LES PINS	Données non intégrées	Données non transmises	Données non transmises	-	Données non transmises	-	-
Séno-Turonien	Baugeois Vallée	PONTIGNE	Au-dessus des équipements	Données non intégrées	niveau de P2 à recalcer	système de télégestion opérationnel à partir du 07/08/2020	En baisse ( aout : 37 000 m3 - à partir du 06/08/20 ; septembre : 36 500 m3)	-	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ROCHEFORT-SUR-LOIRE	Au-dessus des équipements	Stable	Données anomaliques sur F4, vérifier position alerte/crépines	-	En hausse (aout : 38 700 m3 ; septembre : 47 332 m3)	PAD sollicité	-
Alluvions	Saumur Val de Loire	SAUMUR	Au-dessus des équipements	Stable	-	Paramétrage sondes piézométriques (F4)	En hausse (aout : 409 000m3 ; septembre : 438 000 m3) P3, F1,F2+F3, F5 et F4 + F6	-	-
Cénomaniens	Syndicat d'eau de l'Anjou	SEICHES SUR LE LOIR	Données non intégrées	Données non transmises	Hausse du niveau minimum (désormais légèrement au dessus du toit de l'aquifère)	Vérification paramétrage et position de la sonde (exploitant)	Données non transmises	-	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ST GEORGES SUR LOIRE	Au-dessus des équipements	En hausse	les niveaux dynamiques sont proches du seuil d'alerte (env 50cm)	Etat ouvrages (exploitant)	En hausse (aout : 106 600 m3 ; septembre : 144 000 m3)	-	-
Alluvions	Saumur Val de Loire	ST MARTIN DE LA PLACE	Au-dessus des équipements	Stable	-	-	En baisse (aout : 23 300 m3 ; septembre : 20 800 m3)	-	-
Cénomaniens	Saumur Val de Loire	ST PHILBERT DU PEUPLE	Au-dessus des équipements	En baisse	P1 et P2 : Niveaux dynamiques non transmis en totalité	Paramétrage sondes P1 et P2	En baisse (aout : 25 200 m3 ; septembre : 23 100 m3)	-	-
Alluvions	Syndicat d'eau de l'Anjou	ST REMY LA VARENNE	Seuil d'alerte atteint	En hausse	P3 et PDR4 : niveau dynamique < niveau d'alerte 1, proche du niveau 2 de l'exploitant (1,50m au-dessus de la pompe)	-	En baisse (aout : 181 000 m3 ; septembre : 161 000 m3)	-	-
Cénomaniens	Saumur Val de Loire	VERNANTES	Au-dessus des équipements	En hausse	-	-	Stable (aout : 27 500 m3 ; septembre : 27 800 m3)	-	-
Séno-Turonien	Saumur Val de Loire	VERNANTES Bois de Buton	Au-dessus des équipements	Stable	Haut des crépines dénoyé (permanent)	-	en hausse (aout : 12 900 m3 ; septembre : 13 900 m3)	-	-



## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

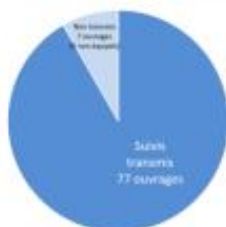
### Bulletin de situation – 31 décembre 2020

#### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En décembre, les niveaux observés ont tous connu une nette hausse traduisant une recharge notable des nappes. Pour les nappes très peu réactives (nappe du Séno-Turonien suivie au Guédéniau et à Vaulandry, nappe des faluns du Miocène suivie à Doué-la-Fontaine), les niveaux restent en légère baisse ou se sont stabilisés.

A début janvier 2021, les nappes du département présentent un niveau proche ou supérieur au niveau moyen calculé (période 2004-2020). Seule la nappe du Séno-Turonien présente un niveau bas (inférieur à la quinquennale sèche) à Neuillé, Vaulandry et Vernouillet-Fourrier.

#### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le Réseau AEP 49 comporte 84 ouvrages répartis en 30 unités. A ces ouvrages de production viennent s'ajouter 2 piézomètres complémentaires.

Pour le mois de décembre 2020, les données de suivi ont été transmises pour 77 ouvrages de production (soit 28 unités).

En décembre, les niveaux des ressources sollicitées enregistrés ont majoritairement connu une évolution à la hausse. Du fait de l'inertie des nappes du Cénomaniens et du Séno-Turonien, les niveaux enregistrés au droit de quelques unités évolue encore à la baisse ou s'est stabilisé. De même, les niveaux enregistrés au droit des ouvrages sollicitant les nappes du Pliocène sont également en baisse.

À fin décembre, la majorité des niveaux suivis dans les ouvrages de prélèvements pour l'eau potable sont en hausse. Les niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements.

- En Vigilance : Candé – Kiriaie F2 (niveau dynamique proche de la pompe)

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

##### Légende

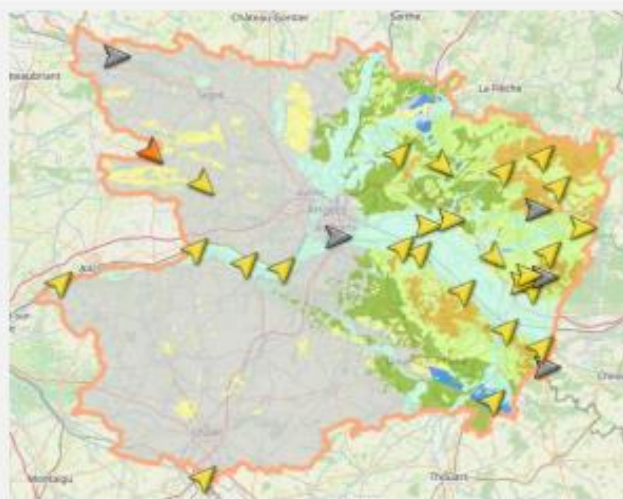
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Solaie (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>



# Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

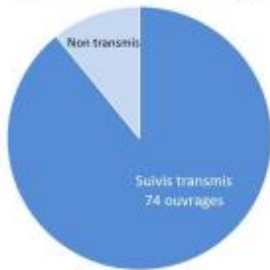
## Bulletin de situation – 31 janvier 2021

### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En janvier, la hausse des niveaux observés s'est poursuivie et opérée pour l'ensemble des nappes traduisant une recharge hivernale notable.

**A début février 2021, les niveaux enregistrés sont au-dessus des moyennes calculées (période 2004-2020) dans 22 piézomètres (soit 70% des suivis).** Les nappes de socle, des alluvions de la Loire présentent des niveaux élevés à très élevés (proches des niveaux les plus hauts enregistrés). Pour les nappes moins réactives du Cénomaniens et du Séno-Turonien, la situation s'améliore grâce à la recharge saisonnière. Les niveaux enregistrés pour la nappe du Séno-Turonien évoluent cependant plus lentement.

### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

**Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le Réseau AEP 49 comporte 84 ouvrages répartis en 30 unités.** Les 2 piézomètres complémentaires qui s'ajoutaient aux ouvrages AEP ne sont actuellement plus suivis.

**Pour le mois de janvier 2021, les données de suivi ont été transmises pour 74 ouvrages de production (soit 24 unités).**

En janvier, les niveaux des ressources sollicitées enregistrés ont majoritairement connu une évolution à la hausse. Malgré les importantes quantités de précipitations du mois, les niveaux enregistrés au droit de quelques unités évoluent encore à la baisse ou restent stables. Ceci concerne surtout les ressources en eau souterraine très inertielles.

**À fin janvier, la majorité des niveaux suivis dans les ouvrages de prélèvements pour l'eau potable sont en hausse. Les niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements, au-dessus des niveaux enregistrés à la même période depuis 2019.**

- **En Vigilance : Candé – Kiraie F2 (niveau dynamique proche de la pompe)**

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

##### Légende

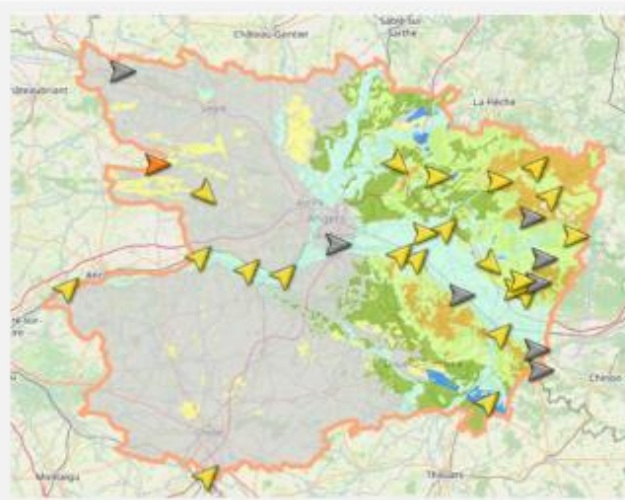
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>



<http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>



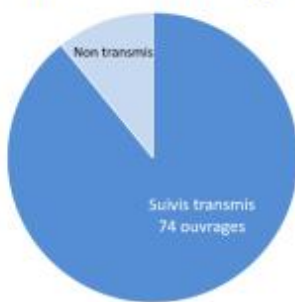
## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire Bulletin de situation – 31 mars 2021

### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En mars, la tendance à la baisse des niveaux piézométriques amorcée depuis mi-février d'abord pour les nappes les plus réactives s'est affirmée. Les niveaux enregistrés pour les nappes du Cénomaniens et du Séno-Turonien poursuivent néanmoins encore leur hausse.

**A début avril 2021, la période de recharge saisonnière des nappes tend à sa fin. A l'amorce de la période de vidange des aquifères (baisse naturelle des nappes), les nappes du département présentent majoritairement des niveaux proches ou supérieurs aux niveaux moyens calculés (période 2004-2020).** Quatre points de suivi dont celui de Longué-Jumelles (nappe du Jurassique) et celui de Neuillé (nappe du Séno-Turonien) présentent un niveau relativement bas (inférieur à la quinquennale sèche).

### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le Réseau AEP 49 comporte 84 ouvrages répartis en 30 unités. Les 2 piézomètres complémentaires qui s'ajoutaient aux ouvrages AEP ne sont actuellement plus suivis.

Pour le mois de mars 2021, les données de suivi ont été transmises pour 74 ouvrages de production (soit 24 unités).

En mars, les niveaux des ressources sollicitées ont suivi l'évolution générale des ressources. L'ensemble des niveaux enregistrés ont évolué à la baisse ou se sont stabilisés. Les prélèvements pour l'AEP sont globalement restés stables.

À fin mars, la majorité des niveaux suivis dans les ouvrages de prélèvements pour l'eau potable sont en baisse. Les niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements.

- En Vigilance : Montjean-sur-Loire ( P7 et P9 : niveaux minimum au-dessous du seuil de vigilance)

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

##### Légende

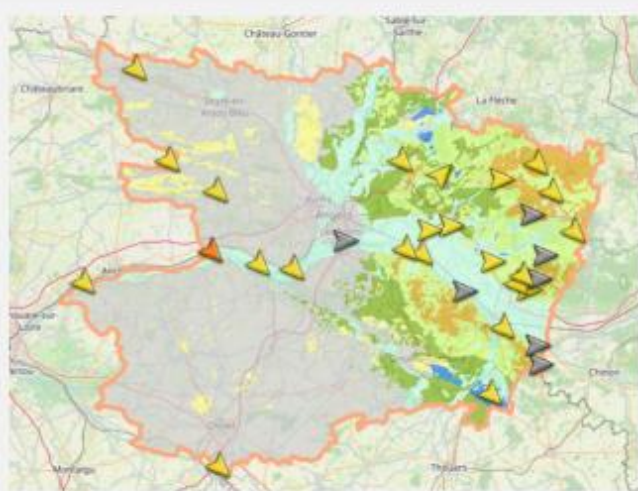
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout-maine-et-loire.fr>



# Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

## Bulletin de situation – 30 avril 2021

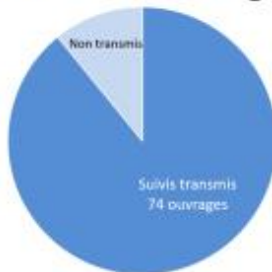
### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

Les précipitations de l'hiver ont permis de bien recharger les nappes jusqu'en février.

En avril, la tendance à la baisse des niveaux piézométriques s'est poursuivie et étendue. Les niveaux enregistrés pour les nappes du Cénomaniens et du Séno-Turonien sont désormais stabilisés ou ont amorcé une baisse.

**A début mai 2021, la décharge saisonnière des nappes est amorcée. La majeure partie des nappes sont à un niveau inférieur mais proche de la moyenne. 80% des niveaux suivis en Maine-et-Loire sont désormais en baisse.**

### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

**Au 1<sup>er</sup> janvier 2021, le Réseau AEP 49 comporte 84 ouvrages répartis en 30 unités.** Les 2 piézomètres complémentaires qui s'ajoutaient aux ouvrages AEP ne sont actuellement plus suivis.

**Pour le mois d'avril 2021, les données de suivi ont été transmises pour 74 ouvrages de production (soit 24 unités).**

En avril, les niveaux des ressources sollicitées ont suivi l'évolution générale des ressources. L'ensemble des niveaux enregistrés ont évolué à la baisse. Dans quelques ouvrages, les niveaux enregistrés sont restés stables du fait de l'inertie de la ressource ou de la baisse des prélèvements pour l'usage AEP.

**À fin avril, la majorité des niveaux suivis dans les ouvrages de prélèvements pour l'eau potable sont en baisse. Les niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements. Néanmoins, dans certains ouvrages sollicitant la nappe des alluvions de la Loire, les niveaux ont atteint les seuils d'alerte fixés et l'exploitation est adaptée.**

#### En Vigilance

*(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)*

- Montjean-sur-Loire : P8

#### En Alerte

*(Seuil d'alerte atteint, niveaux proches des équipements malgré une exploitation déjà adaptée)*

- Montjean-sur-Loire : P7 et P9
- Saint-Georges-sur-Loire : P2

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

##### Légende

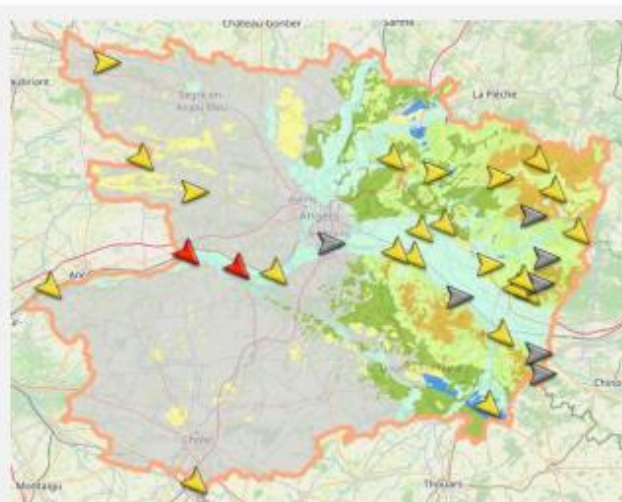
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>





## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

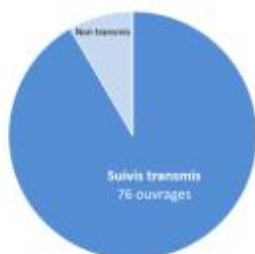
### Bulletin de situation – 31 mai 2021

#### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

Les précipitations de l'hiver ont permis de bien recharger les nappes, même si depuis fin février, certaines nappes ont entamé leur décharge assez précocement. En mai, les précipitations abondantes ont occasionné une stabilisation voire même une hausse des niveaux piézométriques pour certaines nappes suivies.

**A début juin, bien qu'interrompue ou ralentie en mai, la décharge saisonnière des nappes se poursuit. La majeure partie des nappes (24 ouvrages soit 72% des suivis) sont à un niveau proche de la moyenne.**

#### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

Au 1<sup>er</sup> juin 2021, le Réseau AEP 49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.

Pour le mois de mai 2021, les données de suivi ont été transmises pour 76 ouvrages de production (27 unités). Les données de suivi des ouvrages AEP de Vernantes La Maladrerie et de Breille-les-pins n'ont pas été transmises. La seule unité pour laquelle l'envoi des données de suivi n'est pas en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages dont 3 non suivis).

En mai, en conséquence des précipitations abondantes, la majorité des niveaux enregistrés dans les ouvrages de prélèvements pour l'AEP se sont stabilisés ou ont connu une hausse selon la réactivité de la nappe.

À fin mai, la majorité des niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements. Dans l'ouvrage P7 à Montjean (nappe des alluvions de la Loire), la situation s'est améliorée néanmoins le niveau reste inférieur au seuil de vigilance. Pour les autres ouvrages en vigilance et en alerte, les niveaux sont proches des équipements et il est indispensable de contrôler et – le cas échéant – de rectifier le paramétrage des sondes de suivi (ce qui pourra amener à reconsidérer la situation).

#### En Vigilance

(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)

- Montjean-sur-Loire : P7 (seuil de vigilance franchi)
- Mazé : F5 (paramétrage suivi à contrôler)
- Seiches-sur-loir (paramétrage suivi à contrôler)

#### En Alerte

(Seuil d'alerte atteint, niveaux proches des équipements malgré une exploitation déjà adaptée)

- Vritz-Candé : Kiriaie F1 et F2 (niveaux proches des équipements, paramétrage des suivis à contrôler)

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

##### Légende

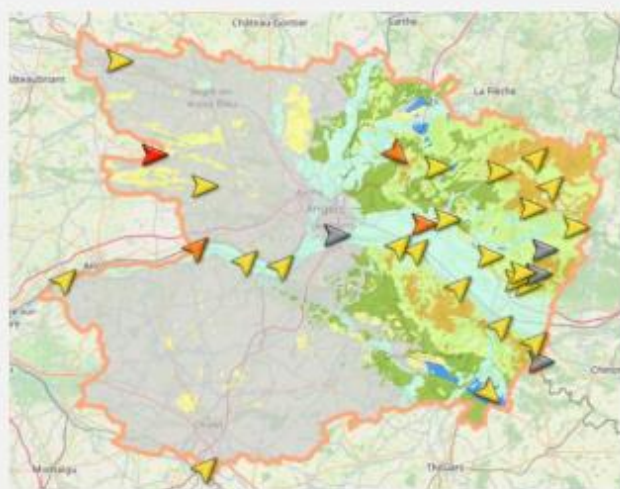
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>



# Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

## Bulletin de situation – 30 juin 2021

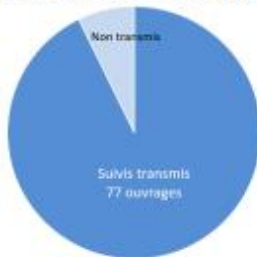


### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En juin, la baisse des niveaux amorcée en février a été interrompue pour une partie des nappes suivies. En conséquence des importantes précipitations, les suivis ont enregistré des hausses de niveaux piézométriques dans la plupart des ouvrages en deuxième quinzaine de juin.

**A début juillet, la décharge saisonnière des nappes est momentanément interrompue.** Les nappes les plus réactives (nappes alluviales, nappes de socle) présentent des niveaux majoritairement en hausse. **La majeure partie des nappes (20 ouvrages sur les 33 suivis) sont à un niveau supérieur à la moyenne (proche des maximales enregistrées pour 5 d'entre eux).**

### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

Au 1<sup>er</sup> juillet 2021, le Réseau AEP 49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.

Pour le mois de juin 2021, les données de suivi ont été transmises pour 77 ouvrages de production (27 unités). Les données de suivi des ouvrages AEP de Breille-les-pins et Mouliherne n'ont pas été transmises. La seule unité pour laquelle l'envoi des données de suivi n'est pas en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages dont 3 non suivis).

En juin, comme en mai, en conséquence des précipitations abondantes, la majorité des niveaux enregistrés dans les ouvrages de prélèvements pour l'AEP se sont stabilisés ou ont connu une hausse selon la réactivité de la nappe.

**À fin juin, la majorité des niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements et sont équivalents à ceux du début de mois. Pour les ouvrages en vigilance et en alerte, les niveaux sont proches des équipements et il est indispensable de contrôler et – le cas échéant – de rectifier le paramétrage des sondes de suivi (ce qui pourra amener à reconsidérer la situation).**

#### En Vigilance

(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)

- **Noyant** (niveau min proche du seuil de coupure)
- **Mazé : F5** (paramétrage suivi à contrôler)
- **Seiches-sur-loir** (paramétrage suivi à contrôler)

#### En Alerte

(Seuil d'alerte atteint, niveaux proches des équipements malgré une exploitation déjà adaptée)

- **Vritz-Candé : Kiriaie F1 et F2** (niveaux proches des équipements, paramétrage des suivis à contrôler)

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

##### Légende

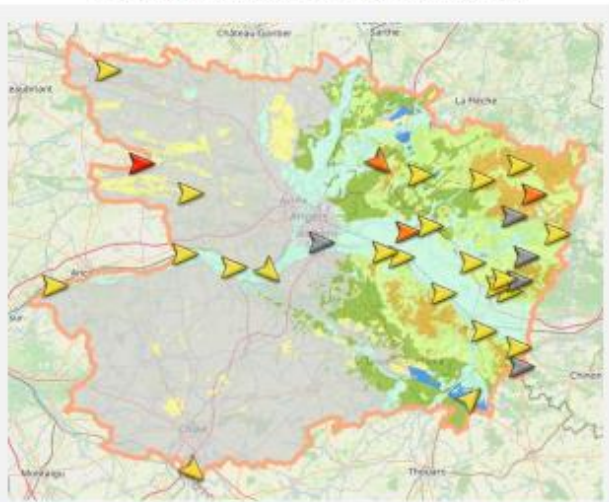
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- ▲ Au-dessus des équipements
- ▲ Proche des équipements (vigilance)
- ▲ Seuil d'alerte atteint (alerte)
- ▲ En hausse
- ▲ Stable
- ▲ En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>





## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

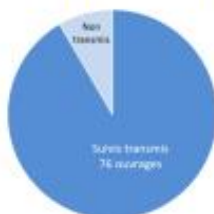
### Bulletin de situation – 31 juillet 2021

#### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En juillet, le niveau des ressources en eaux souterraines suivies a majoritairement connu une baisse relativement faible en conséquence des conditions météorologiques.

**A début août, la décharge saisonnière des nappes se poursuit de manière plus lente que les années précédentes.** Aussi, 22 ouvrages (soit les 2/3 des suivis) présentent désormais un niveau supérieur à la moyenne calculée et même relativement élevé à très élevé pour 11 d'entre eux. Seul 1 niveau suivi reste relativement bas par rapport à l'historique enregistré (nappe du Séno-Turonien suivie à Neullillé).

#### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP



#### • Bilan des suivis piézométriques AEP

**Au 1<sup>er</sup> août 2021, le Réseau AEP 49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.**

**Pour le mois de juillet 2021, les données de suivi ont été transmises pour 76 ouvrages de production (26 unités).** Les données de suivi des ouvrages AEP de Vernantes, de Breille-les-pins et Mouliherne n'ont pas été transmises. La seule unité pour laquelle l'envoi des données de suivi n'est pas en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages dont 3 non suivis).

En juillet, l'évolution des niveaux dans les ouvrages de prélèvements pour l'usage Eau Potable a été très similaire à celle de l'état général des nappes. Les ressources en eau souterraine sont en cours de vidange saisonnière mais, du fait des précipitations abondantes, la baisse naturelle des niveaux a été ralentie. Ainsi, seules 10 unités AEP présentent des niveaux en baisse légère. Les niveaux enregistrés sont restés stables pour 13 unités (soit 50%) et 2 unités sollicitant la ressource des alluvions de la Loire présentent même encore des niveaux en légère hausse.

**À fin juillet, la majorité des niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements et sont proches de ceux enregistrés en début de mois. Pour les ouvrages en alerte, il est indispensable de contrôler et – le cas échéant – de rectifier le paramétrage des sondes de suivi (ce qui pourra amener à reconsidérer la situation).**

#### En Vigilance

(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)

#### En Alerte

(Seuil d'alerte atteint, niveaux proches des équipements malgré une exploitation déjà adaptée)

• **Vritz-Candé : Kiriale F1 et F2** (niveaux proches des équipements, paramétrage des suivis à contrôler)

#### • Carte de situation des unités de production pour l'AEP

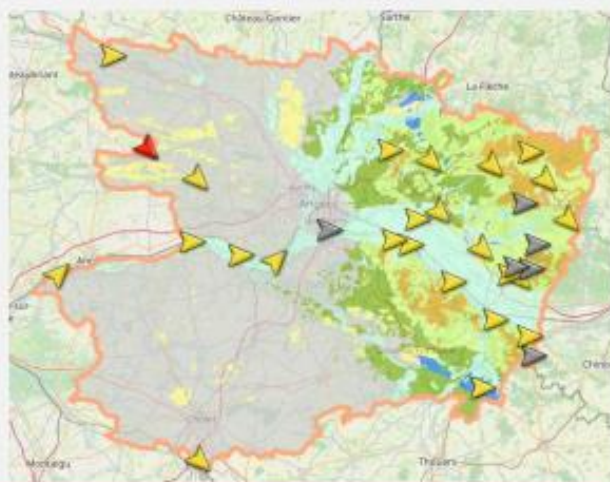
##### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurement)
- Cénomannien (affleurement)
- Jurassique (affleurement)
- Socle (affleurement)

##### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>



## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

### Bulletin de situation – 31 août 2021

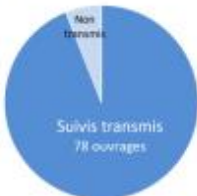
#### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En août, la vidange des ressources en eaux souterraines s'est poursuivie. La baisse des niveaux s'est effectuée de façon régulière. Certains suivis mettent cependant en évidence une baisse de niveau plus forte témoignant de prélèvements saisonniers ponctuels à proximité (nappe du Séno-Turonien à Noyant, nappe du Cénomaniens à Vivy, à Neuillé et - dans une moindre mesure - à la Fontaine-Milon).

A début septembre, la vidange saisonnière des nappes se poursuit de manière plus lente que les années précédentes. La situation des ressources en eaux souterraines n'est pas préoccupante. Sur les 33 suivis, 31 ouvrages présentent un niveau comparable ou supérieur à la moyenne calculée à cette date. 12 d'entre eux présentent un niveau élevé à très élevé (supérieur au maximum enregistré à cette date).

#### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP

- Bilan des suivis piézométriques AEP



Au 1<sup>er</sup> septembre 2021, le Réseau AEP 49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.

Pour le mois d'août 2021, les données de suivi ont été transmises pour 78 ouvrages de production (29 unités). La seule unité pour laquelle l'envoi des données de suivi n'est pas en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages exploités dont 3 non suivis).

En août, les niveaux dans les ouvrages de prélèvements AEP ont majoritairement évolué à la baisse en conséquence de la vidange saisonnière des ressources en eau souterraine en cours. Selon les unités, les prélèvements pour l'AEP sont restés stables ou ont légèrement baissés. 23 unités AEP présentent donc des niveaux en baisse et pour les 4 unités restantes, des niveaux stables (Pontigné et Moulis - nappe du Séno-Turonien ; Jarzé - nappe du Cénomaniens ; Chazé-Henry - nappe de socle).

À fin août, la majorité des niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements. Pour les ouvrages en alerte (Vritz-Candé), il est indispensable de contrôler et - le cas échéant - de rectifier le paramétrage des sondes de suivi.

#### En Vigilance

(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)

- Montjean : P7 (seuil de vigilance atteint)

#### En Alerte

(Seuil d'alerte atteint malgré une exploitation déjà adaptée)

- Vritz-Candé : Kiriakie F1 et F2 (niveaux proches des équipements, paramétrage des suivis à contrôler)

- Carte de situation des unités de production pour l'AEP

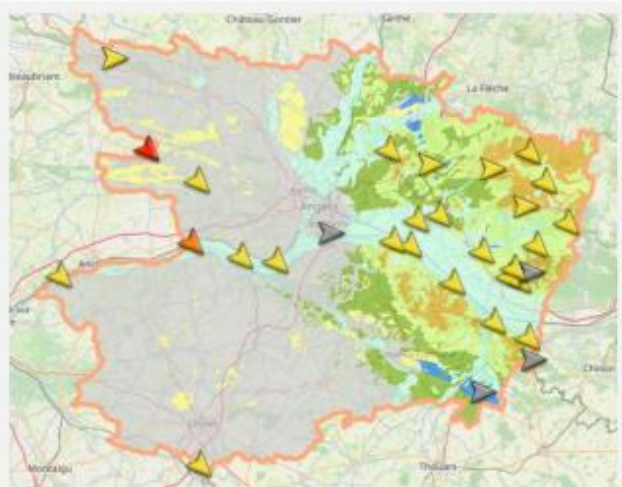
#### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

#### Etat et évolution du niveau piézométrique

- Pas de données
- Au-dessus des équipements
- Proche des équipements (vigilance)
- Seuil d'alerte atteint (alerte)
- En hausse
- Stable
- En baisse

Le détail des évolutions de niveaux et de prélèvements est disponible sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>





## Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

Bulletin de situation – 30 septembre 2021

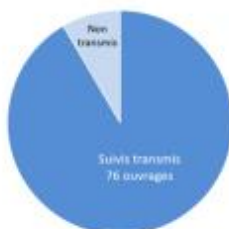
### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

**En septembre, la vidange naturelle des ressources en eaux souterraines s'est poursuivie. Fin septembre, le niveau de certaines nappes se sont stabilisés ou - pour les plus réactives - ont amorcé une hausse.** Certains suivis mettent aussi localement en évidence une hausse de niveau rapide témoignant de l'effet de l'arrêt de prélèvements (nappe du Séno-Turonien à Noyant et Pontigné, nappe du Cénomaniens à Vivy).

**A début octobre, la vidange saisonnière des nappes se termine. La situation des ressources en eaux souterraines n'est pas préoccupante. La recharge des nappes produisant la hausse saisonnière des niveaux devrait s'amorcer prochainement selon les conditions météorologiques.**

### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP

- Bilan des suivis piézométriques AEP



**Au 1<sup>er</sup> octobre 2021, le Réseau AEP 49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.**

**Pour le mois de septembre 2021, les données de suivi ont été transmises pour 76 ouvrages de production (28 unités).** La seule unité pour laquelle l'envoi des données de suivi n'est pas en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages exploités dont 3 non suivis).

**En septembre, les niveaux enregistrés dans les ouvrages de prélèvements AEP ont évolué différemment selon la réactivité de la nappe sollicitée.** Dans les ouvrages sollicitant la nappe très réactive des alluvions, les niveaux ont été en hausse. Dans ceux qui sollicitent les autres réservoirs, la majorité des niveaux se sont stabilisés et quelques-uns ont poursuivi leur baisse. Cette évolution n'est

pas liée aux prélèvements pour l'AEP qui sont restés stables ou ont légèrement baissé mais à la situation des ressources sollicitées et – localement – à l'effet de l'arrêt des prélèvements saisonniers.

**À fin septembre, les niveaux enregistrés se situent bien au-dessus des équipements dans tous les ouvrages.**

**Bien que la situation des ressources en eau souterraine soit actuellement favorable, il reste nécessaire d'enregistrer des données de suivi fiables.** Les contrôles à effectuer sont indiqués dans le tableau ci-après pour chaque unité.

#### En Vigilance

(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)

Aucun

#### En Alerte

(Seuil d'alerte atteint malgré une exploitation déjà adaptée)

Aucun

- Carte de situation des unités de production pour l'AEP

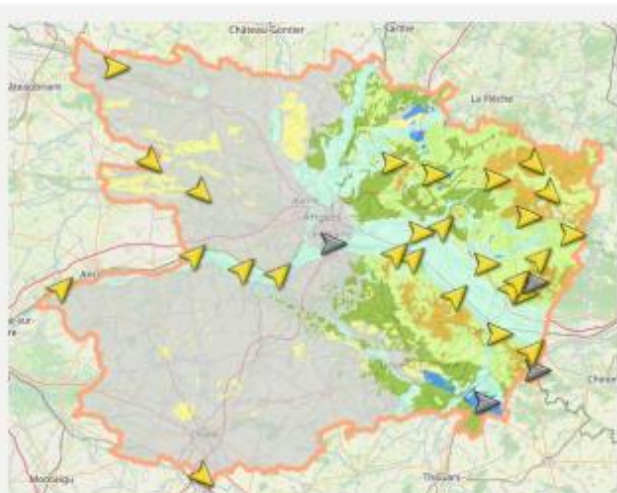
#### Aquifères suivis

- Alluvions
- Miocène et Pliocène
- Séno-Turonien (sous couverture)
- Séno-Turonien (affleurant)
- Cénomaniens (affleurant)
- Jurassique (affleurant)
- Socle (affleurant)

#### Etat et évolution du niveau piézométrique

- ⊙ Pas de données
- ▲ Au-dessus des équipements
- ▲ Proche des équipements (vigilance)
- ▲ Seuil d'alerte atteint (alerte)
- ▲ En hausse
- ▲ Stable
- ▲ En baisse

Les graphiques de niveaux et de prélèvements sont consultables sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>



anjou

brgm

ars



<http://eausout.maine-et-loire.fr/aep49/>

# Suivi des eaux souterraines AEP du Maine-et-Loire

## Bulletin de situation – 31 octobre 2021



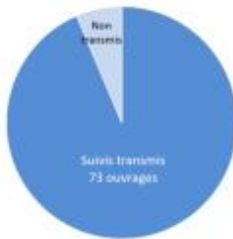
### Évolution générale des nappes (Réseau piézométrique DCE)

En octobre, les niveaux se sont stabilisés ou ont amorcé une hausse pour les nappes des alluvions et de socle. La vidange naturelle s'est poursuivie pour les nappes peu réactives (Cénomaniens, Séno-Turonien). Localement, en conséquence de l'arrêt de prélèvements saisonniers, certains suivis mettent en évidence une hausse de niveau pour ces nappes peu réactives (nappe du Séno-Turonien à Noyant et Pontigné, nappe du Cénomaniens à Vivy).

A début novembre, la période de recharge s'amorce mais reste encore timide. La situation des ressources en eaux souterraines n'est pas préoccupante. La recharge des nappes produisant la hausse saisonnière des niveaux devrait s'amorcer prochainement selon les conditions météorologiques.

### Au droit des ouvrages de prélèvements pour l'AEP

- Bilan des suivis piézométriques AEP



Au 1<sup>er</sup> novembre 2021, le Réseau AEP 49 comporte 83 ouvrages répartis en 30 unités.

Pour le mois d'octobre 2021, les données de suivi ont été transmises pour 73 ouvrages (26 unités). La seule unité pour laquelle l'envoi des données de suivi n'est pas en place est celle des Ponts de Cé (5 ouvrages exploités dont 3 non suivis).

En octobre, les prélèvements sont restés stables ou ont baissé selon les unités. Les niveaux enregistrés dans les ouvrages de prélèvements AEP ont évolué différemment la nappe sollicitée et le contexte environnant. Dans les ouvrages sollicitant la nappe des alluvions, la nappe du Jurassique ou les nappes de socle, les niveaux ont été stables ou ont évolué à la baisse. Dans ceux qui sollicitent les grands réservoirs sédimentaires (Cénomaniens et Séno-Turonien), la majorité des niveaux ont évolué

à la hausse malgré l'absence de précipitations à partir du 4 octobre. Cette évolution n'est pas liée aux prélèvements pour l'AEP qui sont restés stables ou ont légèrement baissé mais plus vraisemblablement à l'effet de l'arrêt des prélèvements saisonniers.

À fin octobre, les niveaux enregistrés se situent au-dessus des équipements dans tous les ouvrages sauf à Genneteil (baisse du niveau accentuée par le prélèvement AEP) et à Montjean (P7). La situation des ressources en eau souterraine est actuellement favorable, il reste nécessaire d'enregistrer des données de suivi fiables. Aussi cette période est propice aux responsables d'exploitation pour effectuer le contrôle de leurs suivis (détail dans le tableau ci-après pour chaque unité).

#### En Vigilance

(Seuil d'alerte proche, exploitation déjà adaptée ou à adapter)

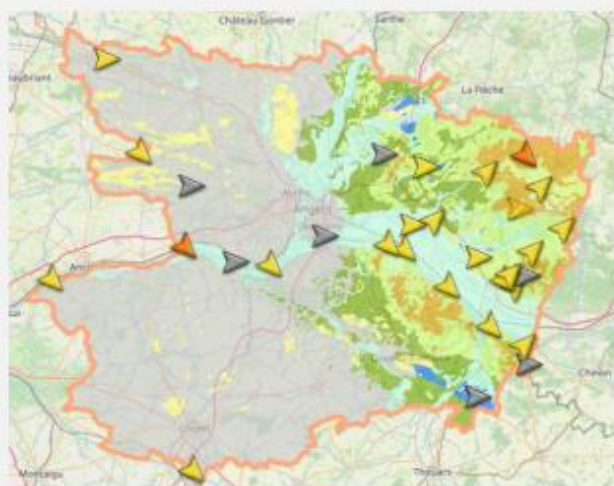
- Genneteil
- Montjean-sur-Loire P7

#### En Alerte

(Seuil d'alerte atteint malgré une exploitation déjà adaptée)

Aucun

- Carte de situation des unités de production pour l'AEP



Les graphiques de niveaux et de prélèvements sont consultables sur le site <http://eausout.maine-et-loire.fr>

## **Annexe 5**

# **Présentation du logiciel GARDENIA**





Développé par le BRGM, le logiciel GARDÉNIA sert à la modélisation hydrologique globale d'un bassin versant par bilan Pluie - Débit de rivière - Niveau de nappe.

GARDÉNIA est un modèle hydrologique global à réservoirs. Il simule les principaux mécanismes du cycle de l'eau dans un bassin versant (pluie, évapotranspiration, infiltration, écoulement) par des lois physiques simplifiées. Ces lois physiques simplifiées correspondent à un écoulement à travers une succession de réservoirs. Les transferts d'un réservoir à l'autre sont régis par des lois simples décrites par les paramètres dimensionnels du modèle (capacité de rétention du sol, temps de transfert, seuils de débordement, etc.).

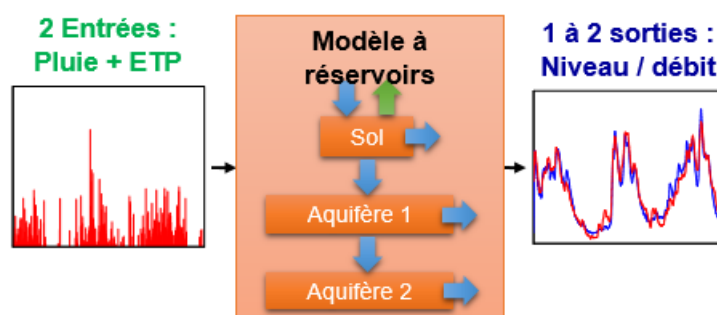


Illustration 62 – Principe de fonctionnement du logiciel Gardénia

Les calculs peuvent être réalisés au pas de temps journalier, hebdomadaire, décadaire (dix jours) ou mensuel.

Le modèle, une fois calibré, est en mesure :

- De reconstituer, pour un bassin versant donné, les débits d'une rivière ou d'une source, et / ou les niveaux piézométriques en un point d'une nappe, durant une période pendant laquelle on ne possède pas de mesures,
- De simuler :
  - o des débits résultant de périodes de sécheresse (débits d'étiage ou dimensionnement de barrage) ou de séquences de précipitations exceptionnelles (dimensionnement de fondations, de parkings, d'ouvrages enterrés),
  - o des niveaux piézométriques ponctuels de nappe à partir de précipitations effectivement observées, prolongées par des scénarios de précipitations prévisionnels (sécheresses, périodes de hautes eaux).

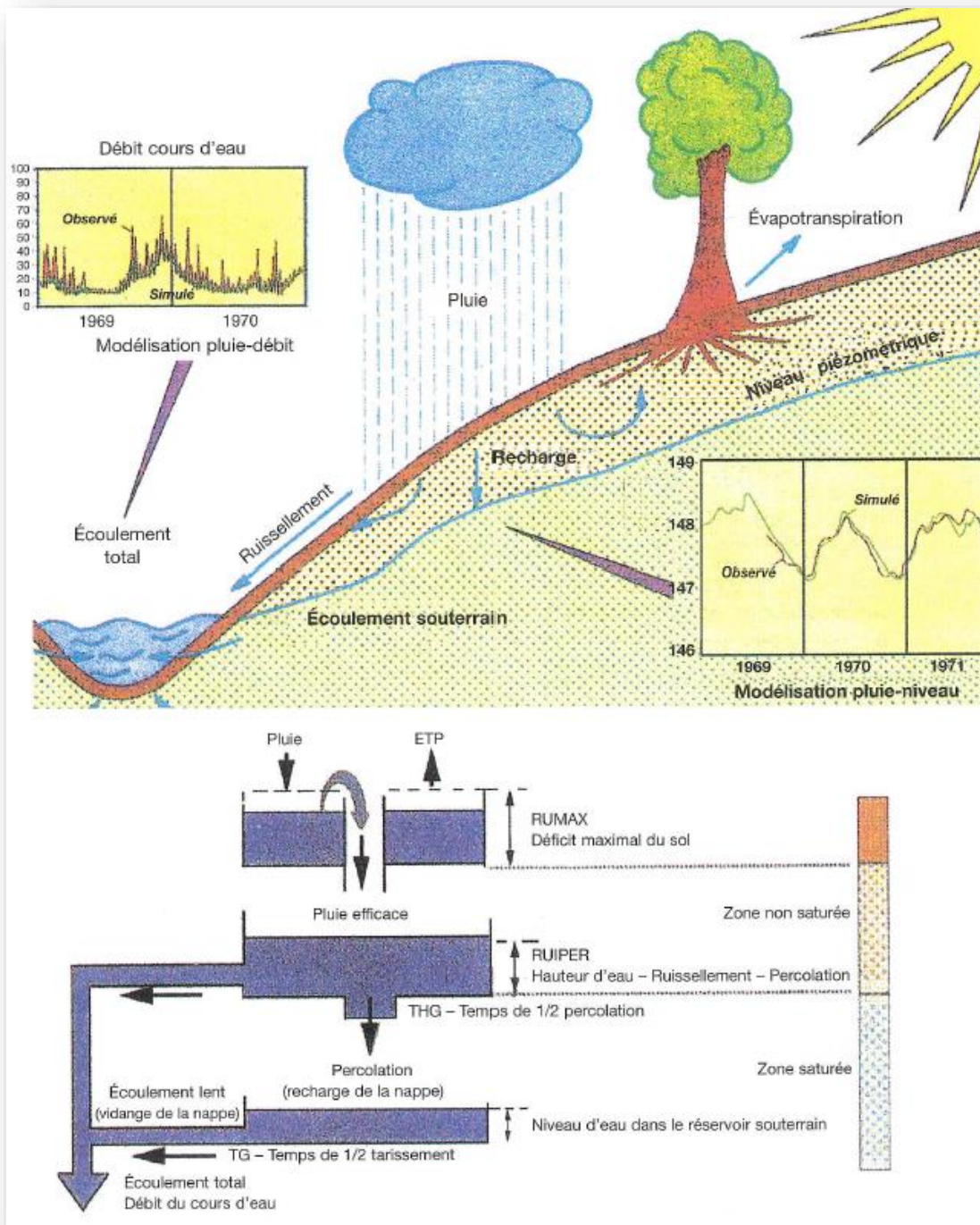


Illustration 63 - Schéma de principe de GARDÉNIA, et schéma du modèle GARDÉNIA avec un réservoir souterrain à deux orifices de vidange

## **Annexe 1**

# **Présentation de l'Intelligence artificielle appliquée aux eaux souterraines**





Le terme d'Intelligence artificielle revêt de nombreux concepts dans le langage courant, relevant souvent plutôt plus du domaine du fantasme que de la réalité. Il y a pour cela de nombreuses explications, au rang desquelles le fait que le terme couvre des concepts très larges : raisonnement, déduction, apprentissage, imagination, etc... Le concept original de « L'intelligence artificielle » formulé à l'origine (1956, John Mc Carthy, Marvin Minsky, Dartmouth conference) était de doter les ordinateurs de toutes les capacités analogues aux traits humains : l'apprentissage, la lecture d'image, le jeu, le raisonnement etc. Cette branche de l'informatique traite donc, depuis ses débuts, de nombreux domaines. Pourtant l'idée des concepteurs était au départ que l'intelligence artificielle soit vue comme une approche unique (ou holistique) englobant ces nombreuses approches.

Dans les faits, ce sont plutôt chacun de ces domaines, individuellement, qui se sont développés, à des vitesses différentes, et suivant i) la complexité de la tâche, ii) la puissance de calcul disponible à la réalisation de la tâche, iii) le besoin.

L'apprentissage constitue ainsi un des domaines de l'intelligence artificielle, et le premier terme (apprentissage) est à préférer au second (intelligence), car il est plus précis. C'est celui qui sera retenu dans la suite du document.

L'apprentissage statistique, apprentissage machine, apprentissage automatique sont des locutions équivalentes, pour traduire le terme anglo-saxon 'Machine Learning'. On se référera à ce terme abrégé sous la forme ML.

#### - **Le concept de l'apprentissage statistique**

La définition générale du machine learning (ML) est d'être une technique de programmation qui rend les ordinateurs capables d'apprendre depuis les observations, c'est-à-dire les données. Il existe plusieurs sortes de ML, celle considérée ici est l'apprentissage dit 'supervisé' qui consiste à laisser l'algorithme apprendre sur un jeu de données qui contient la réponse (ou le signal) que l'on cherche à reproduire.

Dans un autre domaine que l'étude des eaux souterraines, un exemple serait d'apprendre à faire des catégories d'images : celles représentant des voitures, et les autres. Chaque image (une collection de pixels) serait associée, dans le jeu de données d'apprentissage, à une catégorie : *voiture* ou *autre*. L'algorithme sera performant s'il est capable, une fois la phase d'apprentissage effectuée, d'attribuer à une image (une collection de pixels) représentant une voiture la catégorie *voiture*, et la catégorie *autre* pour les images qui ne comporte pas de voiture.

Dans le domaine des eaux souterraines, il s'agit de prédire non plus une catégorie mais une valeur, en fonction d'une collection de valeurs (la pluie, la température, voire la piézométrie elle-même). Une méthode très classique (et très simple) est l'utilisation pour cela des méthodes de régression linéaire. Il s'agit, pour faire très simple, d'exprimer une variable (la variable expliquée) en fonction d'une autre (la variable explicative ou prédicteur). Il est par exemple possible de prédire le poids d'un individu en fonction de sa taille. D'autres méthodes, plus complexes, permettent de résoudre des problèmes plus complexes.

Pour être en capacité d'apprendre, les algorithmes reposent ainsi sur le jeu de données qui leur est fourni. Cela a comme conséquences que :

- Le jeu de donnée doit être suffisamment fourni pour que toutes les situations y soient représentées, et que les prédicteurs adéquats soient présent;
- Des données manquantes, très bruitées, erronées auront un fort impact sur la capacité d'apprentissage du modèle, ou pire, sur l'information apprise (le modèle apprendra à reproduire l'erreur).

La capacité du modèle de prédire, par la suite, de nouvelles situations, dépend ainsi assez étroitement du fait qu'il ait, ou non, déjà analysé une situation identique dans le jeu de données qui a servi à l'apprentissage. Cette notion est désignée sous le terme 'capacité de généralisation' du modèle. On le voit ici encore, les données sont au cœur de la démarche de machine learning.

Une attention particulière doit être portée aux données manquantes. En effet, bien qu'il existe des stratégies pour être en capacité de mettre en œuvre des modèles ML reposant sur des jeux de données avec des données manquantes, elles constituent toute une stratégie de contournement du problème et réduisent la portée du modèle. Il s'agit, en général, soit de supprimer une partie du jeu de données, soit de 'deviner' les valeurs manquantes. Dans les deux cas, le risque de réaliser l'apprentissage sur des données biaisées est fort. **Aussi, lorsqu'il est possible d'agir simplement sur la complétude du jeu de données (fiabilisation des capteurs, redondances, contrôle d'intégration dans les bases de données), cette solution est toujours à préférer.**

Enfin dans certains cas, le gain économique de disposer de modèles ML performants (rationalisation des stocks, coûts de matière, rationalisation de l'énergie, etc.) peut être en faveur d'un investissement plus élevé dans la tâche d'acquisition et stockage de la donnée.

#### - La mise en œuvre

La mise en œuvre des modèles ML suit une série d'étapes qui sont, en général, toujours les mêmes, quel que soit le projet :

1. Définition du problème
2. Construction du jeu de données
3. Analyse du jeu de donnée, visualisation
4. Choix d'un modèle, des méthodes d'évaluations
5. Transformation du jeu de données (traitement des données manquantes, réductions des variables, gestion des données catégorielles, augmentation (agrégation statistiques,), ou réduction aux variables principales, mise au format adéquat, partition ensemble d'apprentissage / ensemble de test)
6. Instanciation du modèle
7. Entraînement du modèle
8. Évaluation du modèle. A cette étape, si le modèle n'est pas performant, il est possible : i) de faire varier les hyperparamètres du modèles, ii) de changer de type de modèle, ou de modifier la structure du modèle, iii) de modifier les données d'entrées : retrait/ajout de nouvelles variables explicatives, ajouts/traitements de prétraitements
9. Si le modèle est performant : sauvegarde des paramètres de modèle, sauvegarde du modèle
10. Mise en production : réalisations de prédictions

L'ensemble de ces étapes est réalisé sous forme de deux types d'objets. Si le projet est dans une phase exploratoire, un support interactif est en général utilisé (Jupyter Notebook très souvent). Ce support permet tout à la fois i) de lire les données, les visualiser, les prétraiter ii) de tester des hypothèses, et documenter ces tests, iii) partager la démarche, la documenter. Si le projet est dans une phase de production, seules les actions essentielles à la réalisation des prédictions







**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34

**Direction régionale ou UTAM**

Adresse

Tél. :

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**