



DÉFINITION DU PROTOCOLE DE SUIVI QUANTITATIF DES SOURCES DE MANTHES ET DE BEAUFORT

Rapport de phase 2

Version finale

V4 – Décembre 2023

 	BRL Ingénierie 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5
HYDROFIS®	Hydrofis

Date du document	Décembre 2023
Contact	Sébastien CHAZOT – Sebastien.Chazot@brl.fr

Titre du document	Définition du protocole de suivi quantitatif des sources de Manthes et de Beaufort. Rapport de phase 2 – Version finale
Référence du document :	A00921_Phase_2_VF
Indice :	V4

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et validé par
Août 2023	V1		Thomas LEGAY (BRLi), Pascal FENART (HYDROFIS) Jérémie RINAUDO (HYDROFIS) Ninon SICARD (BRLi)	Sébastien CHAZOT (BRLi)
Octobre 2023	V2			
Novembre 2023	V3			
Décembre 2023	V4			

DÉFINITION DU PROTOCOLE DE SUIVI QUANTITATIF DES SOURCES DE MANTHES ET DE BEAUFORT

Rapport de phase 2

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
1.1	Objectif de l'étude.....	2
1.2	Déroulement général de l'étude.....	3
2	ÉLÉMENTS DE CONTEXTE	5
2.1	Présentation des sources de Manthes et de Beaufort.....	5
2.1.1	Localisation géographique	5
2.1.2	Géologie de la plaine Bièvre-Liers-Valloire et positionnement des sources	6
2.2	Organisation et fonctionnement hydraulique des sources.....	7
2.2.1	Sources de Manthes	7
2.2.2	Sources de Beaufort	8
3	PROPOSITION DE SCÉNARIOS DE SUIVI.....	10
3.1	Préambule	10
3.1.1	Rappels sur les objectifs des systèmes de suivi	10
3.1.2	Observations réalisées en mai 2023	10
3.1.2.1	Principales observations	10
3.1.2.2	Hierarchisation des phénomènes.....	14
3.1.3	Les zones humides liées aux sources	16
3.2	Nos propositions de suivi.....	23
3.2.1	Suivi métrologique minimal	24
3.2.2	Suivi métrologique renforcé.....	28
3.2.3	Suivi métrologique complet	32
3.3	Coûts des scénarios de suivi	35
3.3.1	Hypothèses	35
3.3.2	Suivi métrologique minimal	37
3.3.3	Suivi métrologique renforcé.....	38
3.3.4	Suivi métrologique complet	39
3.3.5	Suivi optionnel pour les crues	40
	BIBLIOGRAPHIE	41
	Annexes	43
Annexe 1.	Synthèse bibliographique sur les échanges nappes-rivières	45
Annexe 2.	Informations complémentaires sur la géologie.....	61
Annexe 3.	Observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire les 25 et 26 mai 2023	71

TABLE DES ILLUSTRATIONS

◆ Liste des figures

Figure 1-1 : Principaux exutoires de la nappe bièvre-Liers-Valloir (SOGREAH, 2008).....	4
Figure 2-1 : Localisation des sources de Manthes et de Beaufort	5
Figure 2-2 : Localisation des principales unités géologiques de l'aquifère fluvio-glaciaire de Bièvre Valloire.....	6
Figure 2-3 : Alimentation et circulation de l'eau au niveau des sources de Manthes	8
Figure 2-4 : Alimentation et circulation de l'eau au niveau des sources des Fontaines de Beaufort	9
Figure 3-1 : Observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire les 25 et 26 mai 2023.....	11
Figure 3-2 : Carte de la végétation des Fontaines de Beaufort	19
Figure 3-3 : Carte des habitats naturels des Fontaines de Beaufort	19
Figure 3-4 : Carte des habitats patrimoniaux du site des sources de Manthes	21
Figure 3-5 : Carte des habitats humides et aquatiques du site des sources de Manthes	21
Figure 3-6 : Système de suivi hydrométrique et piézométrique minimal	27
Figure 3-7 : Système de suivi hydrométrique et piézométrique renforcé.....	31
Figure 3-8 : Système de suivi hydrométrique et piézométrique complet	34
Figure 3-9 : Mesures de débit réalisées en avril 2017	48
Figure 3-10 : Mesures de débit réalisées en juin 2017	49
Figure 3-11 : Mesures de débit réalisées en août 2017	50
Figure 3-12 : Mesures de débit réalisées en décembre 2017.....	51
Figure 3-13 : Plaine de Bièvre-Valloire. Réseau hydrographique et pluviométrie	54
Figure 3-14 : Bassin de Bièvre-Valloire. Qualité physico-chimique des eaux superficielles.....	55
Figure 3-15 : Campagne de prélèvements et de mesures des débits des 18 et 19 novembre 1980.....	56
Figure 3-16 : Évolution du débit des cours d'eau d'après les jaugeages effectués dans l'étude L'eau dans le bassin Bièvre-Valloire.....	57
Figure 3-17 : Débits des émergences de Bièvre-Valloire.....	59
Figure 3-18 : Principales zones d'émergence et d'infiltration des eaux souterraines	60
Figure 3-19 : Environnement de dépôt glaciaire et périglaciaire.....	62
Figure 3-20 : Nature des dépôts sédimentaires selon leur système de mise en place.....	63
Figure 3-21 : Vue cartographique du positionnement des différentes moraines en fonctions des cycles glaciaires.....	64
Figure 3-22 : Proposition d'un schéma chronologique de mise en place des dépôts glaciaires issu de notre synthèse des données.....	65
Figure 3-23 : Coupe géologique de la Bièvre-Valloire	65
Figure 3-24 : Cartes des Pentes et des altitudes	66
Figure 3-25 : Localisation supposée des rias miocènes	67
Figure 3-26 : Carte de profondeur et de nature des formations au mur des dépôts quaternaires.....	68

◆ Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Hiérachisation des phénomènes naturels observés en termes de niveau de priorité à être intégré dans le modèle numérique de nappe.....	15
Tableau 3-2 : Prise en compte des phénomènes à être intégré dans le modèle numérique de nappe dans le suivi métrologique minimal	26
Tableau 3-3 : Prise en compte des phénomènes à être intégré dans le modèle numérique de nappe dans le suivi métrologique renforcé.....	30
Tableau 3-4 : Prise en compte des phénomènes à être intégré dans le modèle numérique de nappe dans le suivi métrologique complet	33
Tableau 3-5 : Coût du scénario de suivi minimal	37
Tableau 3-6 : Coût du scénario de suivi métrologique renforcé.....	38
Tableau 3-7 : Coût du scénario de suivi métrologique complet	39
Tableau 3-8 : Estimation de l'intégration de l'évènement crue dans le protocole	40
Tableau 3-9 : Caractéristiques des émergences de nappe de Bièvre-Liers Valloire	60
Tableau 3-10 : Observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire les 25 et 26 mai 2023.....	71

1 Contexte et objectifs

Le bassin Bièvre Liers Valloire est délimité au nord par le massif de Bonnevaux, au sud par celui de Chambaran et à l'ouest par le Rhône, exutoire du bassin.

D'une superficie de 900 km², le bassin est constitué par 3 grandes plaines fluvio-glaciaires : La Bièvre, le Liers et la Valloire. Il est caractérisé par une puissante nappe souterraine, en relation étroite avec les milieux aquatiques et humides de surface.

Aujourd'hui, cette nappe est largement exploitée pour les différents usages en eau du bassin.

Le territoire Bièvre Liers Valloire avait été classé comme zone de déficit quantitatif en eau par le SDAGE Rhône Méditerranée Corse 2010 – 2015. Dans les SDAGE RMC 2016-2021 et 2022-2027, le bassin-versant de la Bièvre Liers Valloire, la nappe des alluvions et celle de la molasse, sont identifiés comme nécessitant des actions de préservation des équilibres quantitatifs.

Face à ces enjeux, la Commission Locale de l'Eau (CLE) a été constituée, par arrêté inter préfectoral du 24 mars 2005, avec pour mission d'élaborer le SAGE et de suivre sa mise en œuvre. Ce SAGE a été adopté par la CLE le 3 décembre 2019 et approuvé par arrêté préfectoral le 13 janvier 2020. Le Syndicat d'Irrigation des Rivières Rhône Aval (SIRRA) est la structure porteuse de la CLE.

Le SAGE vise, entre autres, à assurer l'équilibre quantitatif de la ressource en eau organisé autour de 3 grands objectifs généraux :

- Assurer un équilibre quantitatif au service du développement territorial et des écosystèmes aquatiques ;
- Préparer l'avenir en retrouvant un fonctionnement naturel optimum pour augmenter la ressource en eau du territoire ;
- **Préserver les sources de Manthes et de Beaufort et leurs écosystèmes associés.**

C'est dans le but de répondre à ce troisième objectif que s'inscrit la présente étude.

1.1 Objectif de l'étude

Les sources de Manthes et de Beaufort constituent les zones d'émergence de la nappe les plus remarquables du territoire Bièvre Liers Valloire. Ces dernières années, les acteurs du territoire ont constaté une baisse du débit de ces émergences avec une augmentation de l'occurrence d'assèchement des sources.

Préserver les sources de Manthes et de Beaufort implique de comprendre les relations entre eau de surface et eau souterraine et les impacts des prélèvements sur l'alimentation des sources. Les différentes études entreprises à ce jour soulignent une connaissance insuffisante du fonctionnement des sources :

- En 2011, la CLE a engagé l'Etude d'Evaluation des Volumes Prélevables (EEVP) du bassin-versant Bièvre Liers Valloire. L'impact des prélèvements sur le débit des sources y est étudié. L'étude montre que le débit des sources est influencé par les prélèvements situés dans leur voisinage. Cependant, la baisse du débit des sources est en premier lieu due à une baisse générale de la piézométrie, elle-même due à une faible recharge de la nappe.
L'EEVP souligne également une connaissance insuffisante du fonctionnement des zones humides associées aux sources et des débits des sources permettant de satisfaire leur bon fonctionnement.
- En 2013, le BRGM réalise, à la demande de la DDT de l'Isère, un état des lieux des connaissances et données disponibles afin de préciser les éléments de connaissance manquants pour étudier l'impact potentiel des prélèvements d'eau dans le secteur des zones humides de Manthes et de Beaufort.
Le BRGM conclut qu'un modèle hydrogéologique devrait être constitué mais que les données disponibles rendent impossible un tel exercice.

2

Le SAGE recommande alors de mettre en place un suivi des sources de Manthes et de Beaufort afin de mieux comprendre leur fonctionnement.

La présente étude a pour objectif de définir le protocole de suivi quantitatif des sources de Manthes et de Beaufort qui permettra d'acquérir les données complémentaires pour une meilleure compréhension de leur fonctionnement.

Ce suivi doit permettre :

- L'acquisition de données de débits et de nouvelles chroniques piézométriques ;
- La définition des besoins hydrauliques des zones humides liées aux sources.

La mise en œuvre de ce protocole de suivi quantitatif, sur une période de 5 années, devra permettre de répondre aux objectifs suivants :

- Préciser le fonctionnement des sources de Manthes et de Beaufort ;
- Préciser l'impact de l'ensemble des prélèvements souterrains sur le débit des sources en mettant notamment en corrélation les niveaux piézométriques relevés dans les sources, les débits des sources, la pluviométrie, l'impact des prélèvements réalisés au voisinage des sources et l'impact des prélèvements réalisés en amont par un affinage du modèle hydrogéologique élaboré par Artelia en 2012 sur ces zones humides ;
- Fixer des objectifs de niveau de nappe et des objectifs de débits à respecter au niveau des sources de Manthes et de Beaufort, à l'instar des débits d'objectif d'étiage définis sur les cours d'eau ;
- Compléter, si nécessaire, la gestion quantitative de la ressource mise en place dans le cadre du SAGE en identifiant les mesures spécifiques à mettre en place pour assurer la préservation des sources de Manthes et de Beaufort et leurs écosystèmes associés ;

- Déterminer la nécessité de poursuivre le suivi quantitatif mis en place afin d'évaluer notamment l'efficacité des mesures qui pourraient être prises et, le cas échéant, d'en préciser les modalités.

1.2 Déroulement général de l'étude

La définition du protocole de suivi des sources de Manthes et de Beaufort comprend 3 phases principales :

- **Phase 1 : Etat des lieux du fonctionnement hydrologique des zones de sources et des dispositifs de suivi de la ressource.**

Cette première phase vise à comprendre la relation entre les eaux souterraines et les eaux surfaciques au niveau des sources. Elle vise également à identifier et faire une synthèse des dispositifs de suivi existants.

- **Phase 2 : Proposition de scénarios visant à renforcer la connaissance du fonctionnement des sources de Manthes et de Beaufort.**

À partir des connaissances acquises durant la phase 1, cette seconde phase a pour objectif de proposer différents scénarios permettant le suivi des sources de Manthes et de Beaufort.

- **Phase 3 : Développement du scénario retenu – Plan organisationnel de suivi quantitatif de la ressource au stade avant-projet.**

À partir des scénarios proposés dans la phase 2 et en tenant compte des moyens financiers et humains du SIRRA, cette 3^e phase a pour objectif de sélectionner et détailler un scénario au stade avant-projet.

Le présent rapport présente la phase 2 de l'étude.

Cette phase a pour principale objectif de proposer un dispositif de suivi pour les années à venir pour « nourrir » le processus de modélisation à venir de données pertinentes.

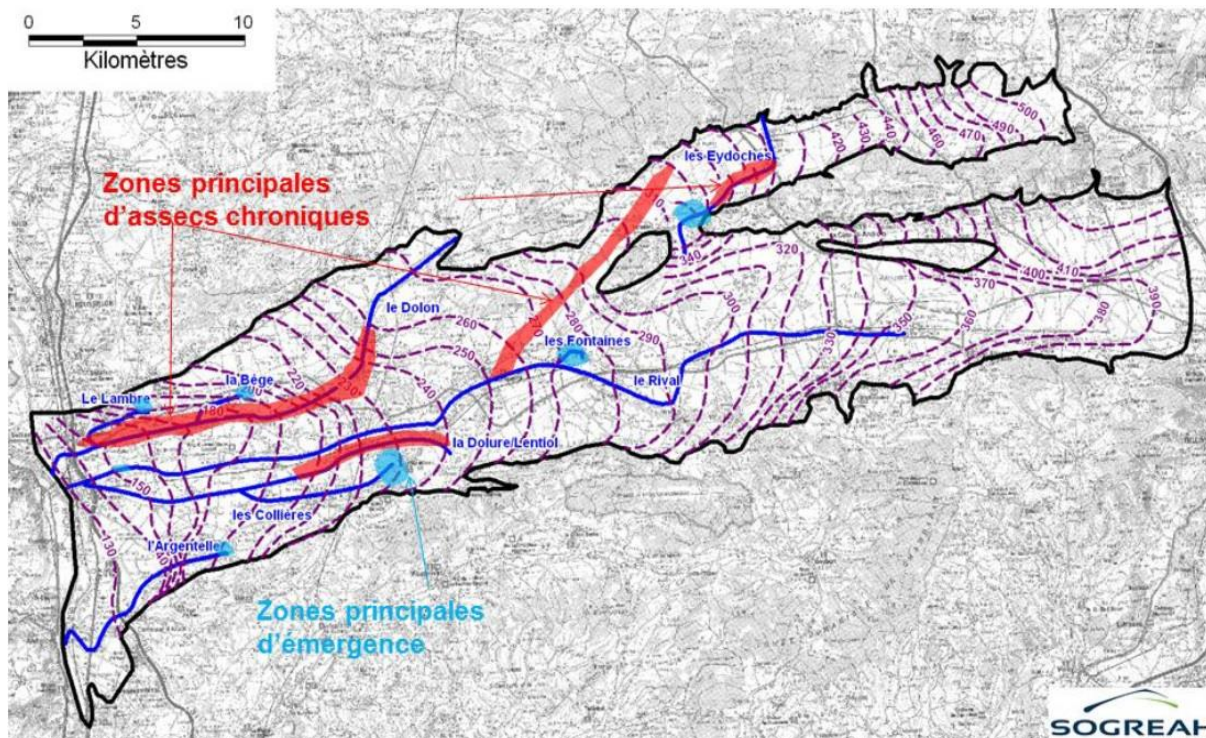
Ce suivi doit théoriquement permettre :

- L'acquisition de données de débits et de nouvelles chroniques piézométriques.
- La définition des besoins hydrauliques des zones humides liées aux sources.

La mise en œuvre de ce protocole de suivi quantitatif, sur une période de 5 années, permettra de collecter suffisamment de données afin d'alimenter un modèle hydrogéologique du fonctionnement des sources.

La phase 1 de l'étude a permis d'acquérir et d'affiner la connaissance du fonctionnement des sources de Manthes et de Beaufort. Toutefois, il avait été indiqué que les sources de Manthes et de Beaufort ne constituent pas les uniques exutoires des nappes de Bièvre-Liers-Valloire. De même, il était recommandé de mieux caractériser les phénomènes d'échange nappe-rivière à l'échelle de l'aquifère quaternaire et pas seulement à proximité des sources de Manthes et de Beaufort (cf. figure ci-dessous).

Figure 1-1 : Principaux exutoires de la nappe bièvre-Liers-Valoir (SOGREAH, 2008)



Un avenant a donc été défini pour compléter les objectifs initiaux en essayant d'approcher les dynamiques de recharge et de restitutions des nappes de Bièvre Valloire à l'échelle du remplissage quaternaire (extension du périmètre d'étude).

4

Ces compléments sont basés sur les approches complémentaires suivantes :

- Un travail de préparation amont avec pour objectifs (1) d'identifier les informations hydrologiques et hydrogéologiques sur le fonctionnement des autres exutoires de la nappe Bièvre-Liers-Valloire à travers un travail bibliographique, (2) d'acquérir une connaissance sur le fonctionnement des cours d'eau et d'identifier dans la littérature les mesures de débit historiques susceptibles de renseigner sur les échanges nappes-rivières.
- Des observations de terrain. Ces reconnaissances ont eu pour objectifs de caractériser la situation hydrogéologique des autres exutoires et de faire une « photographie » des écoulements superficiels pour valider le modèle d'échanges nappe-rivières proposé en fin de phase 1, de manière à positionner au mieux des mesures de débit à mettre en œuvre préalablement à la modélisation.

La synthèse des observations de terrain est proposée en préambule du chapitre relatif aux dispositifs de mesure recommandés. La synthèse des informations utiles à la compréhension des échanges nappes-rivières dans la littérature scientifique et technique est proposée en annexe du rapport.

De plus, des interrogations ont été émises par certains membres du Comité Technique, concernant l'hypothèse supposée la plus probable proposée dans les conclusions de phase 1, pour expliquer la localisation des sources de Manthes et Beaufort. Un travail complémentaire de reprise des données géologiques disponibles a donc été réalisé pour argumenter les hypothèses de localisation ; ce travail est présenté en annexe du rapport.

2 Éléments de contexte

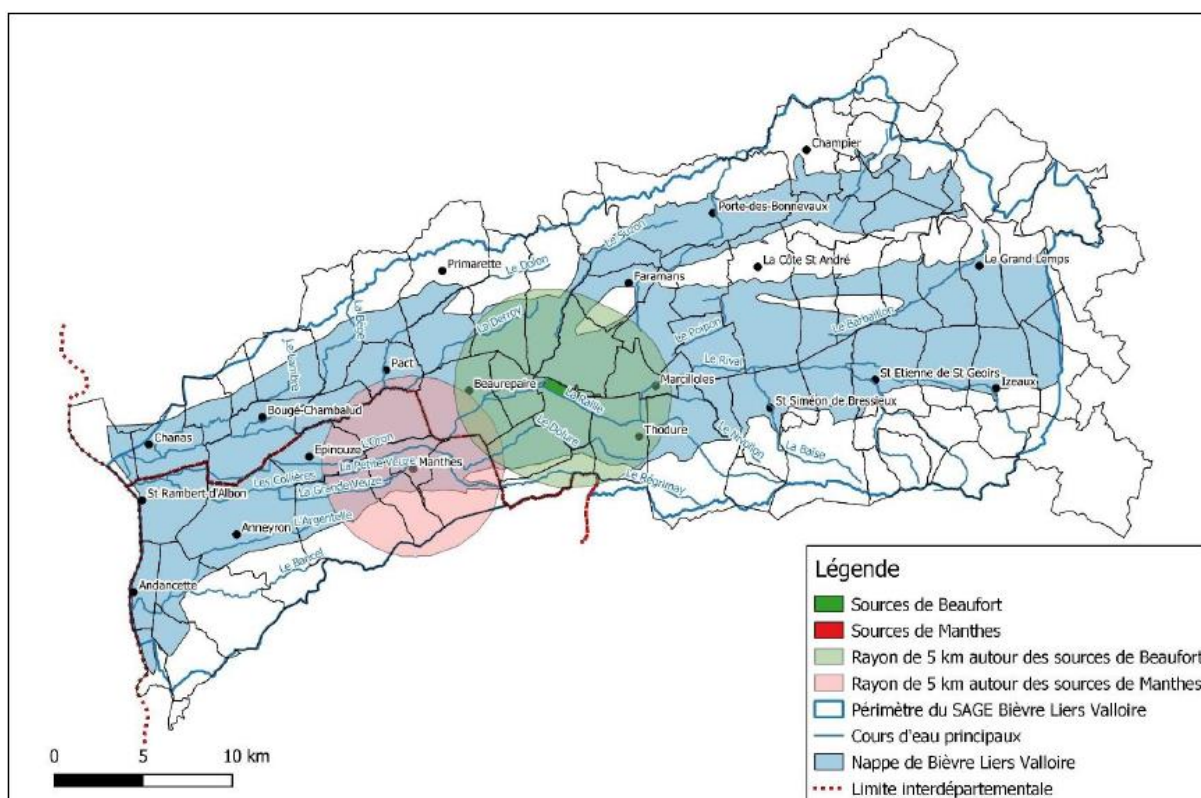
2.1 Présentation des sources de Manthes et de Beaufort

2.1.1 Localisation géographique

Les sources de Manthes et de Beaufort font parties du bassin versant Bièvre-Liers-Valloire. Ce dernier est à cheval sur les départements de la Drôme (26) et de l'Isère (38). D'un point de vue administratif, les sources de Manthes et de Beaufort se situent respectivement sur les communes de Manthes et de Beaufort.

La figure suivante, issue du CCTP (Syndicat Isérois des rivières Rhône aval. Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire., 2020) présente la localisation des sources.

Figure 2-1 : Localisation des sources de Manthes et de Beaufort



Source : CCTP

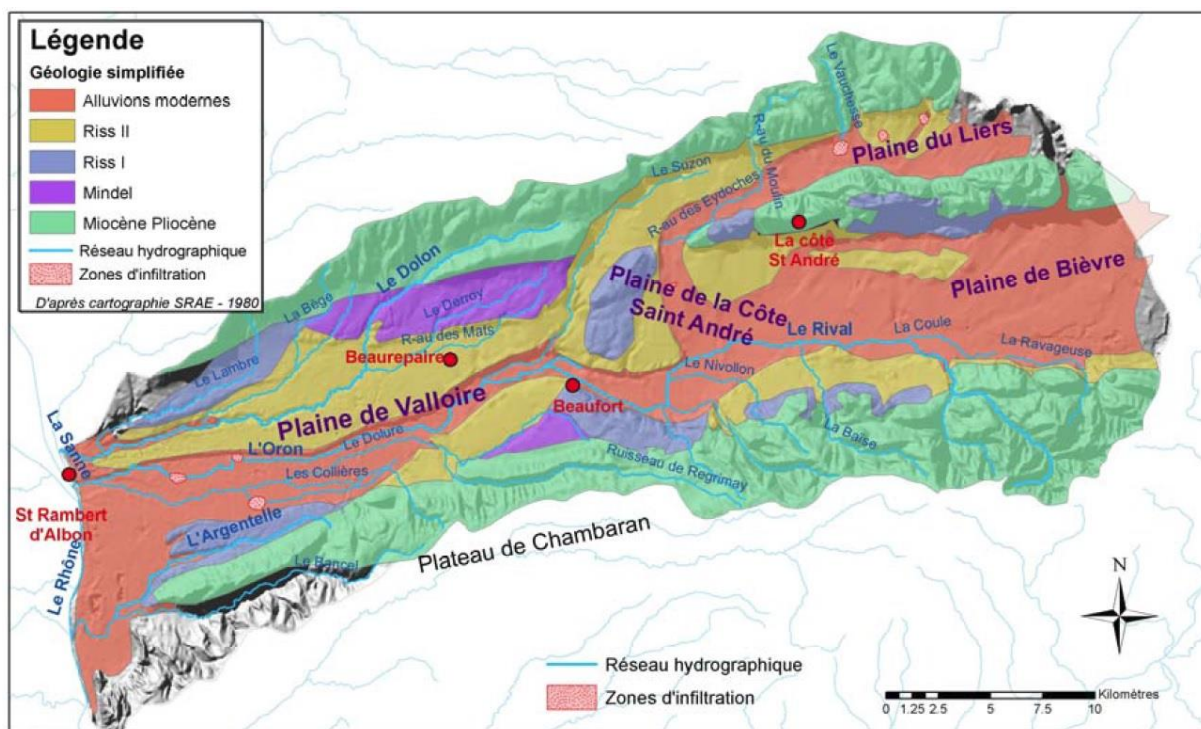
2.1.2 Géologie de la plaine Bièvre-Liers-Valloire et positionnement des sources

Les zones de résurgence des Fontaines de Beaufort et des sources de Manthes se situent dans la plaine de Bièvre-Liers-Valloire qui constitue une vaste dépression d'allongement Est-Ouest, dans le substratum Miocène et Pliocène (substratum molassique du bas Dauphiné).

Cette dépression, correspond à une ancienne vallée glaciaire, qui s'est comblée de matériaux détritiques grossiers, provenant du remaniement des moraines déposées par les glaciers. Ces matériaux appelés alluvions fluvio-glaciaires occupent la majeure partie de la plaine de Bièvre-Liers-Valloire.

Le substratum de la plaine de Bièvre-Liers-Valloire est constitué de trois formations principales : en majorité les formations Miocène (molasse sablo-gréseuse), localement les formations Pliocène (argiles et sables) et très localement des dépôts morainiques. Lors des phases de retrait des glaciers würmiens, d'importantes nappes alluviales fluvio-glaciaires se sont développées, en remplissant les vallées ou dépressions existantes. Le bassin de Bièvre-Liers-Valloire, s'est alors comblé de matériaux de remaniement des moraines glaciaires. Ces alluvions sont hétérogènes, et constituées d'alternances de niveaux sablo-graveleux et de niveaux plus argileux. Les variations latérales de faciès sont très nombreuses.

Figure 2-2 : Localisation des principales unités géologiques de l'aquifère fluvio-glaciaire de Bièvre Valloire



Source : BRGM, 2008

À chacun des trois stades de glaciation est associée une nappe d'alluvions fluvio-glaciaires. On peut distinguer trois stades correspondant à trois dynamiques de dépôt :

- Les terrasses du Mindel, les plus anciennes. Ces terrasses sont dites externes car elles ne sont plus observables que sous forme de reliquats en bordure de la plaine ; elles sont très éloignées du secteur d'étude.
- Les terrasses du Riss en position intermédiaire qui forment de vastes aplats autour de la vallée centrale, à des altitudes variant entre 250 et 320 m NGF dans le secteur d'étude (plaine d'Arcieu au Nord, plaine de Champlard au Sud).

- Les dépôts du Würm, les plus récents, qui sont en position centrale dans la plaine à des altitudes inférieures à celle des terrasses rissiennes (entre 200 et 240 m NGF pour les sources de Manthes, entre 270 et 290 m NGF pour les Fontaines de Beaufort). Ils correspondent au comblement partiel (environ 20 m d'alluvions récentes) d'un chenal qui est venu entailler les terrasses rissiennes sur environ 40 mètres.

Les épaisseurs d'alluvions fluvio-glaciaires sont variables selon la zone considérée. Pour simplifier, les épaisseurs sont importantes sur les terrasses du Mindel (de 40 à 100 mètres) mais plus modestes dans les dépôts les plus récents du Würm (de 5 à 30 mètres).

Les alluvions sont très perméables et forment un aquifère remarquable qui renferme une nappe d'importance régionale.

2.2 Organisation et fonctionnement hydraulique des sources

Les paragraphes suivants sont des rappels du rapport de phase 1 : ils présentent l'organisation générale et le sens d'écoulement de l'eau des sources de Manthes et de Beaufort. Les informations présentées sont issues :

- Des observations de terrain ;
- De l'étude hydraulique du site des Fontaines de Beaufort réalisée par Burgéap (Burgéap, 2008) ;
- De l'étude écologique et hydrologique du système aquatique des zones humides de Manthes réalisée par Tereo et Idées eaux (Tereo, Idées eaux, 2013).

Notons que 3 piscicultures se situent à proximité des sources de Manthes et de Beaufort. Ces piscicultures interagissent avec les sources et/ou la nappe. Ce sont les piscicultures des sources et Font-Rome sur la commune de Manthes et la pisciculture des Fontaines sur la commune de Beaufort.

2.2.1 Sources de Manthes

La figure suivante illustre les informations collectées en lien avec l'alimentation et l'écoulement de l'eau dans les sources de Manthes.

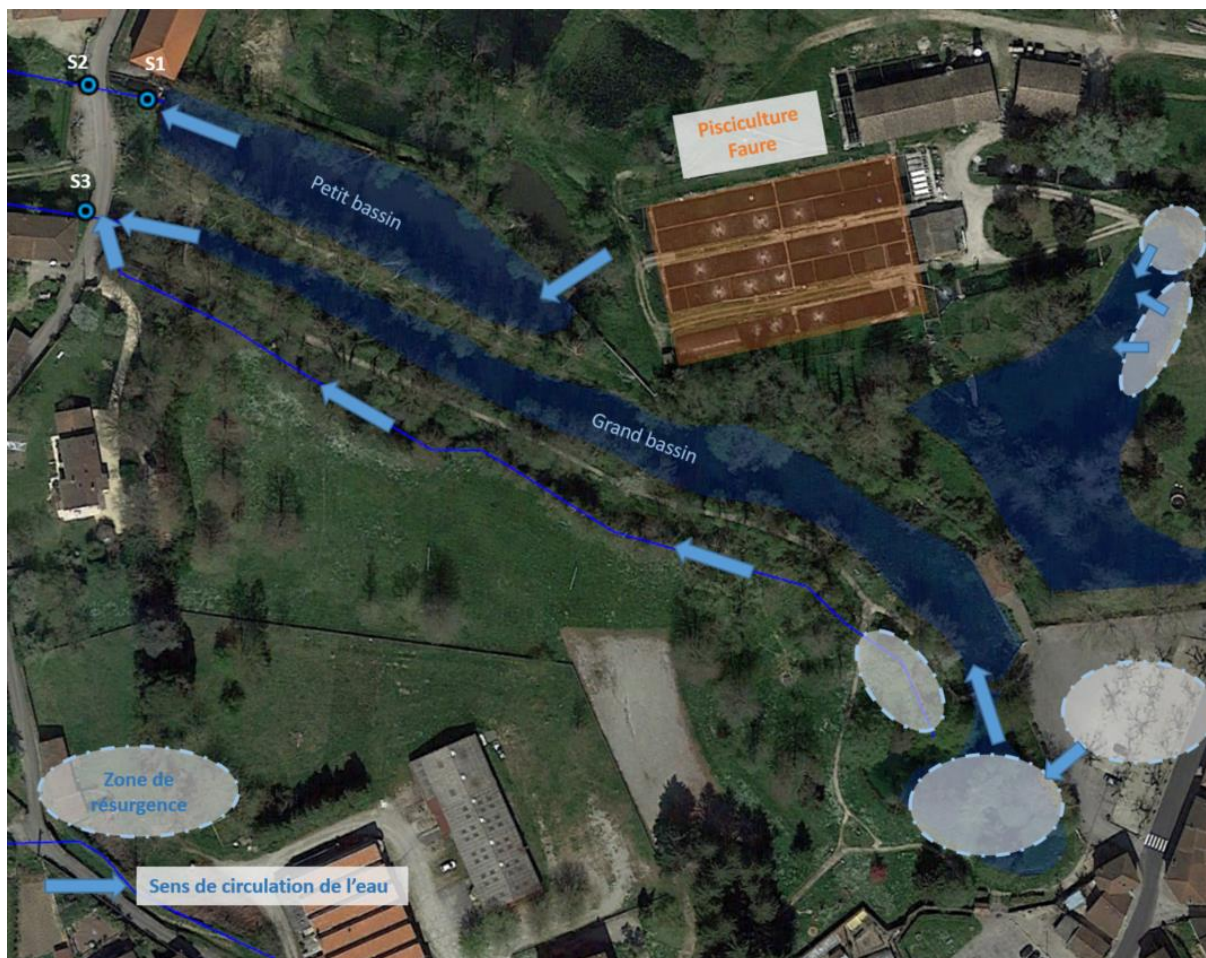
Les sources de Manthes se composent du petit bassin, du grand bassin et d'un canal parallèle au grand bassin.

Le petit bassin est alimenté par les eaux de la pisciculture Faure. En aval, le petit bassin alimente la petite Veuze.

Le grand bassin est alimenté par des résurgences de la nappe. Ces résurgences ont lieu en tête du grand bassin et sous le parking situé à l'est des sources. Ces dernières sont drainées vers l'amont du grand bassin. Le grand bassin constitue la principale source d'alimentation de la Grande Veuze.

En parallèle du grand bassin, un canal alimente un terrain privé avant de rejoindre la Grande Veuze. Ce canal est alimenté par une résurgence de nappe.

Figure 2-3 : Alimentation et circulation de l'eau au niveau des sources de Manthes



2.2.2 Sources de Beaufort

La Figure 2-4 présente le réseau hydrographique des sources des Fontaines de Beaufort. Sur cette figure, les résurgences sont matérialisées par des flèches jaunes. Le sens d'écoulement de l'eau est matérialisé par des flèches bleues.

Le site des Fontaines de Beaufort est alimenté par des résurgences à l'est, en amont du Pont Rozier et au nord, le long du bief principal.

Depuis le Pont Rozier, l'eau s'écoule dans le bief principal. Ce bief constitue la limite nord de l'Espace Naturel Sensible (ENS) des Fontaines de Beaufort. Le jour de la visite de terrain, le bief des Barberons et celui de la Tanche étaient à sec. Un bief (en rouge sur la Figure 2-4) reliant le bief principal à celui de la Tanche était hors d'usage pour cause de colmatage.

En aval, le bief principal alimente le bief Charlet. Ce dernier alimente les biefs de la Goutolles et de la Ronce qui rejoignent le bief de la Cour.

En aval du croisement avec le bief Charlet, plusieurs résurgences alimentent le bief principal (matérialisées par des flèches jaunes sur la figure suivante). Bien que les résurgences soient symbolisées par des flèches, elles se font de manière diffuse le long du bief principal.

Sur la partie aval du bief principal, l'eau s'écoule soit vers le bief de la Cour, soit vers la pisciculture Charles MURGAT.

2. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

Les résurgences les plus à l'ouest, exceptées les sources du lavoir, résurgent dans le périmètre de la pisciculture.

Enfin, les sources du lavoir alimentent le bief Conrey. Une partie de cette eau peut toutefois pénétrer dans le périmètre de la pisciculture.

Les différents exutoires des sources des Fontaines Beaufort sont donc :

- Le bief Lacour. Ce bief part vers le sud, passe en siphon sous la Raille avant de rejoindre l'Oron ;
Notons qu'en cas de débits importants dans le bief Lacour, une surverse située au croisement avec la Raille permet d'évacuer de l'eau vers cette dernière ;
- La pisciculture Charles MURGAT dont les exutoires sont le parcours de pêche qui rejoint l'Oron et le bief Lacour ;
- Le bief Conrey (uniquement pour l'eau des sources du Lavoir).

Figure 2-4 : Alimentation et circulation de l'eau au niveau des sources des Fontaines de Beaufort



3 Proposition de scénarios de suivi

3.1 Préambule

3.1.1 Rappels sur les objectifs des systèmes de suivi

Comme indiqué à la section 1.1, la mise en œuvre du protocole de suivi quantitatif à proximité des sources de Manthes et de Beaufort, sur une période de 5 années, doit permettre de répondre aux objectifs suivants :

- Préciser le fonctionnement des zones de résurgence ;
- Préciser l'impact de l'ensemble des prélèvements souterrains sur le débit des sources en mettant notamment en corrélation les niveaux piézométriques relevés dans les sources, les débits des sources, la pluviométrie, l'impact des prélèvements réalisés au voisinage des sources et l'impact des prélèvements réalisés en amont par un affinage du modèle hydrogéologique élaboré par Artelia en 2012 sur ces zones humides ;
- Fixer des objectifs de niveau de nappe et des objectifs de débits à respecter au niveau des sources de Manthes et de Beaufort, à l'instar des débits d'objectif d'étiage définis sur les cours d'eau ;
- Compléter, si nécessaire, la gestion quantitative de la ressource mise en place dans le cadre du SAGE en identifiant les mesures spécifiques à mettre en place pour assurer la préservation des sources de Manthes et de Beaufort et leurs écosystèmes associés.

Rappelons qu'en fin de phase 1, ces objectifs ont été étendus pour partie à l'ensemble de l'aquifère fluvio-glaciaire quaternaire.

3.1.2 Observations réalisées en mai 2023

3.1.2.1 Principales observations

Afin de compléter les conclusions proposées en fin de phase 1, des reconnaissances complémentaires ont été réalisées à l'échelle de la totalité de l'aquifère fluvioglaciaire.

Elles ont été réalisées les 25 et 26 mai 2023. A cette période, les prélèvements liés à l'irrigation sont encore faibles ; les niveaux de nappe sont faibles (étiage sévère) avec par exemple un niveau piézométrique de 231,85 m NGF sur le piézomètre de Manthes (BSS001WMMN - Lapaillanche) ; pour rappel, la cote seuil pour les assecs est d'environ 232,85 m NGF. Les sources de Manthes et Beaufort sont alors tarées.

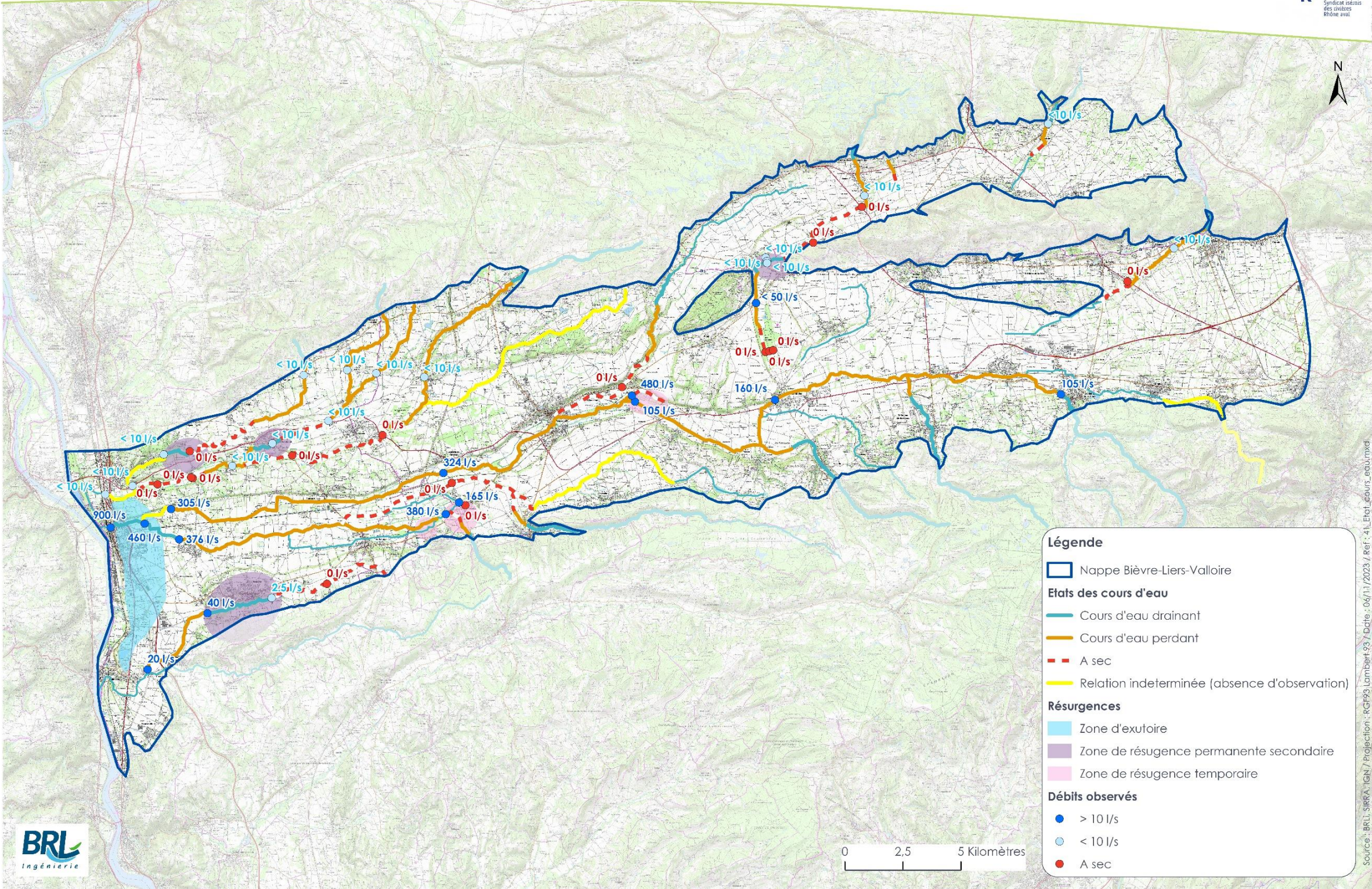
Elles ont reposé sur des observations des écoulements dans les cours d'eau, avec soit des estimations des ordres de grandeur des débits, soit des mesures au courantomètre. Des mesures de conductivité et de température ont aussi été réalisées. Ces mesures ont été complétées par des observations visuelles systématiques pour localiser les zones d'assec.

La carte ci-dessous en propose une synthèse. L'annexe 3 fournit un tableau des observations et mesures de débit réalisées les 25 et 26 mai 2023 ainsi que leurs coordonnées.

Figure 3-1 : Observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire les 25 et 26 mai 2023

Définition du protocole de suivi quantitatif
des sources de Manthes et de Beaufort

Suivi des cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire
Observations et mesures des 25 et 26 mai 2023 –
période de basses eaux de la nappe



Ces observations confirment en totalité les schémas de fonctionnement hydrogéologique proposés en fin de phase 1.

En particulier, on peut faire les constats suivants :

- Les cours d'eau qui convergent vers la plaine de Bièvre-Valloire prennent leur source dans les sédiments aquifères miocènes ou pliocènes. En arrivant sur la plaine, sur la « bassine » fluvio-glaciaire, ils deviennent perdants avec des phénomènes de pertes au bénéfice des eaux souterraines. Ces phénomènes de perte sont contrôlés par le degré de colmatage des cours d'eau qui semblent plus importants à l'aval des piscicultures. Ces pertes peuvent conduire à des assecs, dont la position et les dimensions vont varier en fonction de la distance temporelle aux dernières pluies.
- La zone d'exutoire principale correspond aux alluvions du Rhône (alimentation souterraine, non visible). Rappelons que le flux souterrain passé moyen était estimé à environ 5 m³/s en moyenne annuelle (BRGM, 2008) en régime influencé, soit environ 160 Mm³/an (flux estimé par la méthode des gradients à l'interface entre alluvions de Bièvre-Valloire et alluvions du Rhône).
- On observe des zones de résurgence secondaire (flux inférieur à 100 l/s) sur les terrasses fluvio-glaciaires les plus anciennes (sources de Bougé-Chambalud, Chanas et Anneyron). De par leur altitude d'émergence et leur puissance, il s'agit sans équivoque d'exutoires de nappes perchées localisées, mal ou non connectées à la nappe profonde qui intéressent les dépôts du Riss et du Würm. A noter que les sources de Bougé-Chambalud et de Chanas, presque taries lors des reconnaissances de terrain, ont présenté par le passé (de 1973 à 1980) des débits pouvant varier de 75 à 300 l/s. Les rares mesures de débit disponibles et l'absence de chroniques piézométriques en champ proche durant ces années ne permettent pas d'argumenter sur la représentativité de ces mesures.
- Les sources d'Ornacieux pourraient être expliquées comme des sources de débordement de la nappe du Liers. Elles se distribuent autour de l'étang du Marais, avec au moins trois sources identifiées lors des reconnaissances ; plus à l'amont, le ruisseau des Eydoches est à sec. Les eaux souterraines issues de ces sources confluent à l'aval de l'étang pour former un débit significatif, avant de se perdre à l'aval au droit du Bois des Burettes au bénéfice de la nappe fluvio-glaciaire rissienne de Bièvre. Lors des reconnaissances de terrain, le débit a été estimé à plusieurs dizaines de l/s ; par le passé (1980), il a été mesuré entre 50 et 500 l/s.
- Les zones de résurgence des sources de Manthes et de Beaufort étaient taries lors des reconnaissances terrain. Elles doivent être qualifiées comme des zones de résurgence importantes mais temporaires. Cette qualification proposée dans le cadre de cette étude traduit de manière factuelle le mécanisme de résurgence des eaux souterraines qui est conditionné par des niveaux de nappe hauts. Cette qualification peut paraître surprenante mais l'absence d'observation du caractère temporaire de ces sources était expliquée par le passé par des niveaux de nappe élevés qui assuraient un débordement des eaux souterraines a priori permanent avant 1970, des assecs exceptionnels ayant toutefois pu avoir lieu. La baisse continue des niveaux piézométriques depuis les années 1970 a fait apparaître le caractère temporaire de ces résurgences de façon évidente depuis le début des années 2010. Cette étude ne prétend pas arbitrer sur la définition des causes de la baisse de nappe qui sera adressée dans les travaux de modélisation à venir.

Cette campagne de mesures a fait apparaître une complexité supplémentaire : le ruisseau des Collières gagne environ 100 l/s entre le village de Coinaud et St Rambert d'Albon. Pourtant un piézomètre implanté près du lieu-dit de Fixe-Magne indique une nappe profonde de 20 mètres. De nouveau, il est difficile d'expliquer ces observations autrement que par l'existence d'une nappe perchée ; elle pourrait correspondre à une ancienne terrasse alluviale post-würmienne, qualifiée de terrasse de Valence dans la notice de la carte géologique au 1 : 50 000 de Serrières. Ces dépôts aquifères pourraient être isolés verticalement de la nappe fluvio-glaciaire profonde par des dépôts de loess (hypothèse de travail).

Une autre observation importante est celle de pertes de l'Oron entre les sources de Beaufort et le village de Manthes (secteur de Beaurepaire). Cette observation contredit en apparence une observation passée de gain de débit important sur cette section par le cours d'eau. Une explication plausible et probable est que, dans ce secteur, les relations nappe-rivière dépendent du niveau piézométrique de la nappe dans le chenal würmien ; en basses eaux, le cours d'eau serait perdant alors qu'en hautes eaux, il deviendrait gagnant.

3.1.2.2 Hiérarchisation des phénomènes

Ces observations peuvent être hiérarchisées selon leur importance pour une bonne modélisation du comportement de la nappe « profonde des alluvions » de Bièvre-Valloire.

Avant de proposer une hiérarchisation des phénomènes, rappelons quelques ordres de grandeur proposés par le BRGM (2008) sur des bilans intéressant la nappe profonde (Riss/Würm), basés sur des chroniques historiques de 1990 à 2004 :

- La recharge par infiltration des eaux de pluie était de l'ordre de 160 Mm³/an.
- La recharge par sous-alimentation en provenance de la molasse aurait été d'environ 100 Mm³/an.
- La recharge par pertes des cours d'eau était indirectement estimée entre 20 et 30 Mm³/an.
- Les prélèvements déclarés hors pisciculture étaient d'environ 25 Mm³/an.
- Les prélèvements liés aux piscicultures étaient d'environ 37 Mm³/an.
- Les alluvions du Rhône, principal exutoire de la nappe, étaient alimentées à environ 160 Mm³/an.

Concernant les sources de Manthes et de Beaufort, les volumes restitués par la nappe aux sources varient fortement d'une année sur l'autre mais hors année sèche, ils peuvent être qualifiés d'importants (> 30 Mm³/an). De plus, ces zones de résurgence concentrent des enjeux écologiques forts (zones humides associées aux zones de résurgences, mise en eau des cours d'eau de la plaine de la Valloire).

Au vu de ces ordres de grandeur et de ces considérations, on peut hiérarchiser les phénomènes naturels observés en termes de niveau de priorité à être intégré dans le modèle numérique de nappe.

Le tableau ci-dessous propose une synthèse de ces considérations :

Tableau 3-1 : Hiérachisation des phénomènes naturels observés en termes de niveau de priorité à être intégré dans le modèle numérique de nappe

Phénomène	Niveau de priorité	Enjeu de métrologie
Vidange de la nappe dans les alluvions du Rhône	Haut	Implanter un nouveau piézomètre dans le secteur du Creux de la Thine pour obtenir une estimation fiable du gradient hydraulique dans cette zone (en complément des piézomètres ADES de St Rambert d'Albon et d'Anneyron)
Alimentation par infiltration des eaux de pluie	Haut	Avoir des stations pluviométriques sur les trois grandes zones de la nappe (vallée du Liers, vallée de la Bièvre et vallée de la Valloire).
Alimentation par la molasse miocène	Haut	En dehors de l'objet de notre étude <i>Il est certain que la molasse contribue à l'alimentation des alluvions fluvio-glaciaires mais l'importance de cette contribution sur les modalités de restitution des sources ne peut être approché que par des travaux de modélisation hydrodynamique</i>
Flux restitué au droit des zones majeures de résurgence de Manthes et Beaufort	Haut	Estimer les débits restitués par des mesures de débit appropriées et permanentes (forte variabilité temporelle).
Pertes des cours d'eau en basse plaine (Q total > 100 l/s) : Rival, Oron, Grande et Petite Veuze, Ruisseau des Collières	Moyen	Estimer les pertes par des mesures de débit appropriées. Pour l'Oron dans le secteur de Beaurepaire, implantation d'un nouveau piézomètre pour mieux caractériser les échanges nappe-rivière.
Sources d'Eydoches alimentant la nappe de Bièvre par débordement de la nappe du Liers	Moyen	Mesures de débit appropriées (à l'aval de la confluence des 3 sources identifiées)
Cours d'eau sur les terrasses avec des flux « perdants » faibles (module < 100 l/s) : ruisseau des Eydoches, ruisseau de St Didier, la Vauchesse, le Suzon, le Dolon, la Bège et ses affluents, le Berey, le Fremuzet, torrent de Combet, ...	Faible	Estimation des flux perdus au bénéfice des eaux souterraines par des mesures de débit appropriés. La difficulté pour certains de ces ruisseaux est la présence d'assec ; il sera nécessaire de produire des modèles locaux P-Q pour estimer les débits infiltrés par temps de pluie.
Sources perchées caractérisés par des débits restitués au cours d'eau faibles au regard des ordres de grandeur des flux souterrains (sources du Lambroz à Chanas, de la Bège à Bougé-Chambalud, de l'Argentelle à Anneyron).	Faible	Mesures de débit appropriées (en fin de zone de résurgence pour bien intégrer les débits des sources avec les écoulements sous-alluviaux)

3.1.3 Les zones humides liées aux sources

La mise en œuvre du protocole de suivi des sources de Manthes et de Beaufort doit conduire, entre autres objectifs, à identifier des mesures spécifiques à mettre en place pour assurer la préservation des écosystèmes associés aux sources de Manthes et de Beaufort.

Afin que le protocole de suivi participe à la préservation des écosystèmes associés aux sources, il s'agit de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les écosystèmes associés aux sources de Manthes et de Beaufort ?
- Quels sont les habitats présentant un enjeu particulier et dont l'existence est étroitement liée à la présence d'eau ?
- Quel suivi mettre en place pour pouvoir, à terme, définir des mesures de préservation de ces habitats ?

Les paragraphes suivants présentent les principaux habitats à enjeu et en lien avec l'alimentation en eau des sources de Manthes et de Beaufort. Le système de suivi à mettre en place est ensuite détaillé. Ce système de suivi est éventuellement complété d'autres préconisations.

Les informations présentées ci-après reposent sur une analyse de données et de la bibliographie existantes ainsi que des échanges avec le Conservatoire d'Espace Naturel de l'Isère.

◆ ENS des Fontaines de Beaufort

Le site des Fontaines de Beaufort constitue une zone humide inventoriée à l'inventaire départemental des zones humides de l'Isère. Il fait partie des espaces naturels sensibles (ENS) du Département de l'Isère, département qui a choisi de labelliser des sites abritant des espèces et habitats patrimoniaux.

Documents mis à disposition

Les documents concernant ce site, mis à disposition de la présente étude, sont les suivants :

- La notice d'aménagement et de gestion du site naturel des Cressonnières (Les Fontaines) (Ecosphère & Jean-Louis Michelot, 2005) ;
- La notice de préservation et d'interprétation 2012-2016 de l'ENS (Evinerude, Cégee Consultants, 2011) ;
- Le plan de gestion 2019-2028 de l'ENS « Les Fontaines de Beaufort » (Latitude, 2019)

Habitats naturels en présence, dépendant fortement de l'alimentation en eau

Même si la dénomination des habitats naturels diffère d'une étude à l'autre, on peut retenir que le site accueille les principaux habitats naturels patrimoniaux suivants (on ne cite ici que les habitats patrimoniaux inféodés aux zones humides) :

- La végétation aquatique, notamment des herbiers à Berula et à Scirpe de Rome. Le site héberge en effet l'un des plus beaux herbiers à Berula de l'Isère. Lorsqu'il est présent (donc quand il y a de l'eau), celui-ci abrite une des plus belles stations d'Agrion de mercure (libellule) du département. Il s'agit d'un habitat d'intérêt communautaire. Cet habitat est **très sensible aux niveaux d'eau circulant en surface, d'origine souterraine**, et requiert un débit et une qualité d'eau (fortement oxygénée) constante. Il est caractéristique de terrains en galet non colmaté (intéressant car le reste du site a tendance à se colmater). Les herbiers aquatiques sont présents de l'amont du site (quasiment tout le temps à sec, en eau a priori de manière exceptionnelle) à l'aval (bénéficie de l'ensemble des alimentations latérales), en passant par une partie intermédiaire (cerclé en rouge sur la figure ci-après).

- La Phragmitaie, dont des roselières à Menthe et Baldingère, habitat classé vulnérable sur la liste rouge Rhône-Alpes. Leur superficie est d'environ 3,5 ha. La Phragmitaie située en amont de la pisciculture constituerait la seule roselière du site en bon état de conservation. Cet habitat requiert la présence d'une nappe permanente, dont le niveau peut fortement varier. Elle supporte et nécessite également un ennoïement superficiel une partie de l'année.
- L'aulnaie-frênaie, habitat communautaire. En particulier, on trouve sur le site la Forêt d'Aulne à Reine des près (classé vulnérable sur la liste rouge Rhône-Alpes) sur 1,5 ha environ et la Ripisylve d'Aulne et de Frêne à Podagraire sur 8,5 ha environ. Cet habitat dépend de la présence d'eau souterraine, et est sensible à la baisse des niveaux de nappe bien qu'il puisse supporter un dénoïement important une partie de l'année.

À noter que le site accueille également des magnocariçaies, des mégaphorbiaies et prairies flottantes et cressonnières.

Proposition de protocole

Principes méthodologiques

Ces habitats humides patrimoniaux présentent des sensibilités différentes aux niveaux d'eau et à son origine (eaux souterraines / eaux de surface) et sont représentatifs des situations hydrologiques et hydrogéologiques contrastées présentes sur le site :

- Les herbiers présentent un niveau de sensibilité extrêmement élevé (présence / absence d'eau). Ils se situent dans des cours d'eau phréatiques qui dépendent des résurgences de la nappe du Würm et du Riss. Quand leurs niveaux piézométriques sont supérieurs au TN, elles alimentent en plusieurs endroits les eaux froides courantes du site. La partie Est (amont) serait a priori surtout alimentée par le Würm avec une contribution potentiellement modérée du Riss. La partie aval bénéficierait davantage des apports du Riss ;
- L'aulnaie-frênaie dépend du niveau piézométrique de la nappe du Würm (soutenue par le Riss). On estime en général que le niveau piézométrique au droit d'une forêt alluviale ne doit pas sous-passer le terrain naturel -2,5 mètres pendant plus de 3 mois. Elle présente un niveau de sensibilité moindre et une résilience importante, en comparaison avec les herbiers. En effet, si les conditions minimales d'alimentation en eau ne sont pas satisfaites une année mais qu'elles sont rétablies les années suivantes, l'aulnaie-frênaie perdure et peut retrouver rapidement un bon état de conservation. En revanche si le sous-passement de ces conditions devient prépondérant, elle évoluera progressivement et à terme vers une forêt de bois dur ;
- La Phragmitaie dépend du niveau piézométrique de la nappe du Würm qui mouille les limons et d'apports d'eau superficielle. Cet habitat devant avoir les racines dans l'eau en quasi-permanence, se pose la question de l'épaisseur des limons et de la capacité de ces derniers à maintenir l'humidité une fois la nappe fluvioglaciaire redescendue sous l'interface galets-limons et donc plus largement du comportement de cette nappe superficielle.

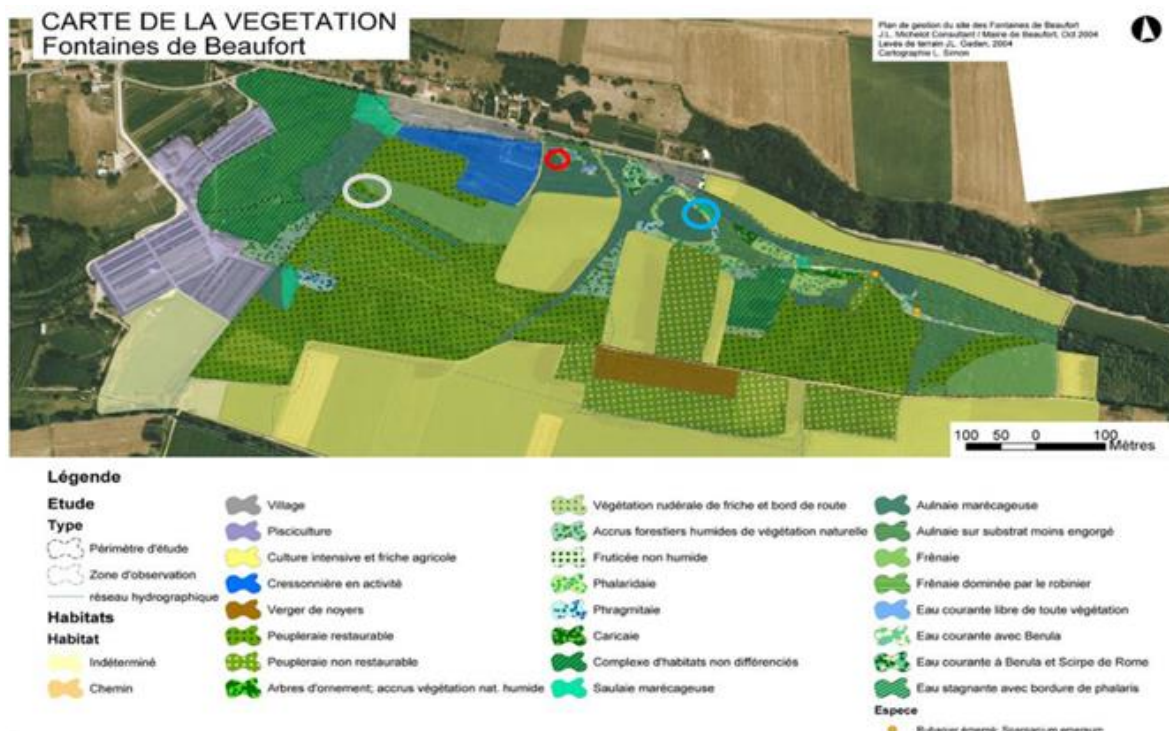
Ainsi, si les moyens affectés au protocole le permettent, il serait utile de pouvoir suivre parallèlement :

- L'évolution des niveaux d'eau au droit de ces trois habitats (cf. précisions ci-après) :
- L'évolution de leur état de conservation.

Type de sondes, positionnement et localisation

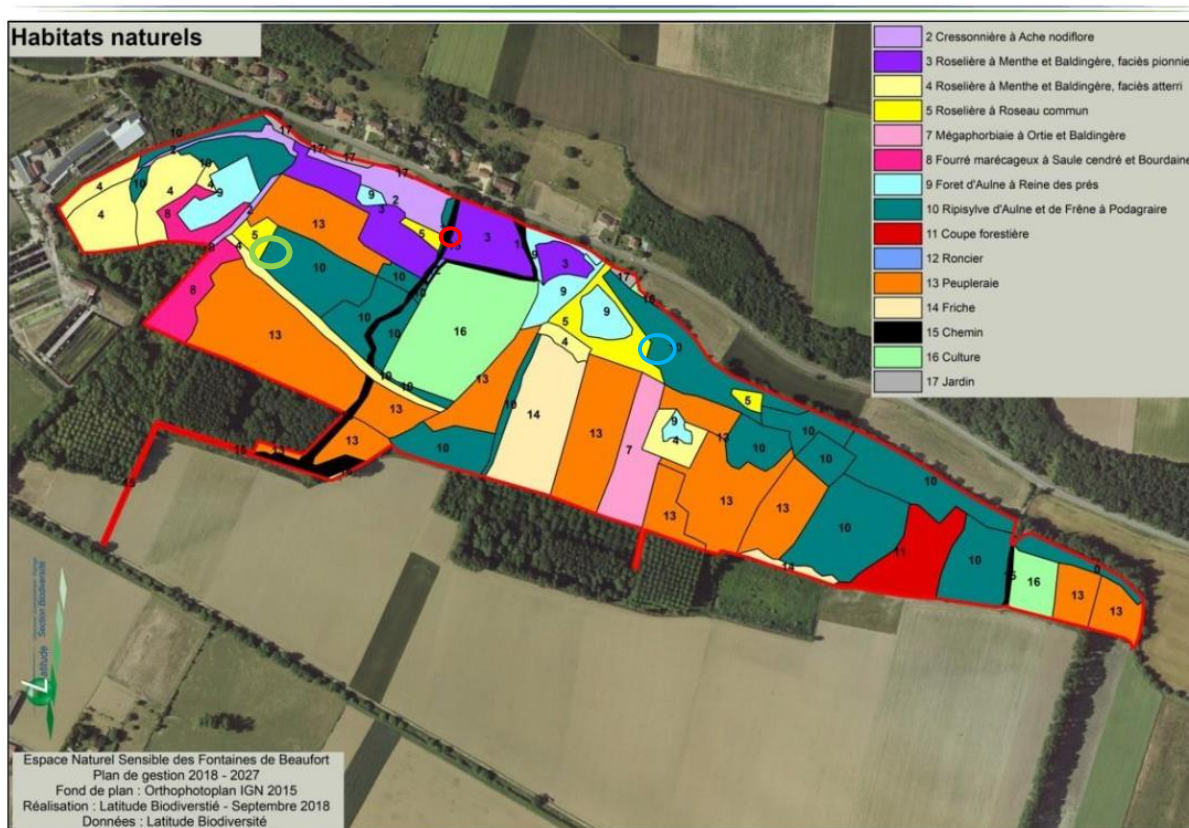
- Herbiers à Berula :
 - Priorité 1 : mesure du niveau d'eau dans le secteur intermédiaire du cours d'eau abritant les herbiers (cerclé en rouge sur la figure ci-après) :
 - facilité d'accès ;
 - Secteur intégrateur du signal Würm et Riss ;
 - Situé en face d'un piézomètre au niveau des résurgences du Riss ;
 - permettra de corréler les débits ou niveaux mesurés dans le cours d'eau aux niveaux piézométriques du Riss et du Würm situés au lointain (scénario minimal) ou situés à proximité (scénarios renforcé et maximal).
 - Priorité 2 : mesure du niveau dans secteur amont du cours d'eau abritant les herbiers secteur (cerclé en bleu sur la figure ci-après) :
 - facilité d'accès ;
 - secteur a priori davantage dépendant du Würm (à confirmer après exploitation des données issues du protocole)
 - permettra de corréler les débits ou niveaux mesurés dans le cours d'eau aux niveaux piézométriques du Riss et du Würm situés au lointain (scénario minimal) ou situés à proximité (scénarios renforcé et maximal), et ainsi d'estimer les contributions respectives du Riss et du Würm à la mise en eau de ce secteur amont.
 - Jaugeage (mesure temporaire) ou sonde (mesure permanente), à placer dans un tube pvc perforé en surface
- Phragmitaie :
 - Mesure du niveau piézométrique dans les limons et du niveau d'eau superficielle au droit de roselière en bon état de conservation (cerclé en vert clair) ;
 - permettra d'analyser le comportement de la nappe superficielle (limons) au droit de la roselière ainsi que les conditions d'enneigement superficiel ;
 - permettra de corréler le niveau piézométrique de la nappe superficielle (limons) au droit de la roselière avec le niveau piézométrique de la nappe du Würm à proximité (piézomètre parcelle Vaudaine (PZ1) et puits Damien Marion)
 - Si moyens additionnels disponibles, suivre également la roselière en cours de fermeture (localisation à préciser par les gestionnaires) ;
 - Sonde de niveau d'eau (piézomètre) dans tube PVC étanche enfoncé jusqu'à l'interface galets-limons pour suivre le comportement de la nappe superficielle. Sera également l'occasion de mesurer la profondeur des limons ;
 - Sonde de niveau d'eau dans tube PVC perforé, légèrement enfoncé dans le sol et d'une hauteur d'un mètre environ, pour suivre le niveau d'eau superficielle.
- Aulnaie-frênaie : bénéficiera du suivi de la roselière attenante

Figure 3-2 : Carte de la végétation des Fontaines de Beaufort



(Ecosphère, 2005)

Figure 3-3 : Carte des habitats naturels des Fontaines de Beaufort



(Latitude, 2019)

◆ Sources de Manthes

Documents mis à disposition

Le site des Sources de Manthes constitue une zone humide inventoriée à l'inventaire départemental des zones humides de la Drôme.

Les documents concernant ce site, mis à disposition de la présente étude, sont les suivants :

- L'étude d'inventaire et de caractérisation des zones humides et plans d'eau - partie 2 : propositions de mesures de gestion (Communauté de communes Rhône Valloire, 2006) ;
- Le diagnostic écologique et hydrologique du système aquatique des zones humides de Manthes (Tereo, Idées Eaux, 2013) ;
- L'état initial de l'environnement réalisé dans le cadre de l'élaboration du PLU de Manthes (Evinérude, 2015).

Habitats naturels en présence, dépendant fortement de l'alimentation en eau

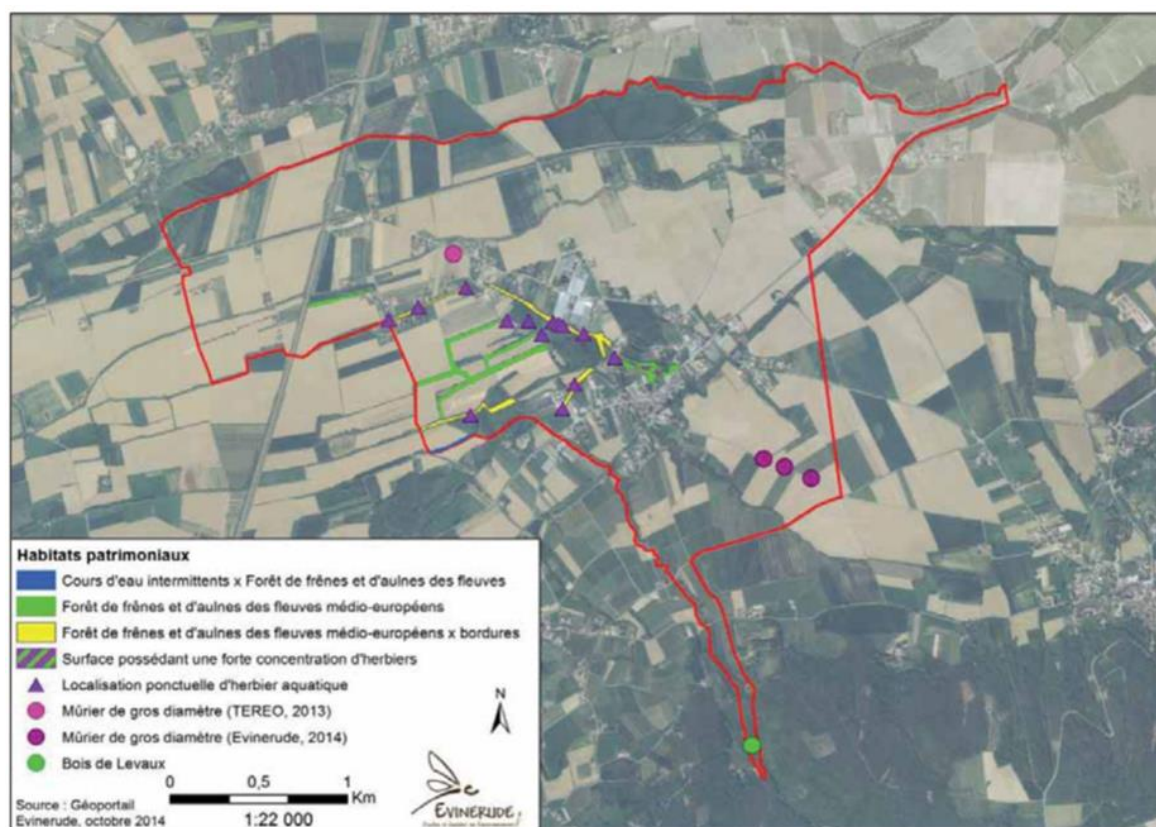
Si le site des sources de Manthes est géré en espace urbain, il présente néanmoins un intérêt patrimonial en raison des herbiers aquatiques présents dans les bassins et de la zone humide qui se développe à l'aval (fontaines). Cette deuxième partie présente par ailleurs une diversité d'habitats humides à noter.

Dans son ensemble, le site accueille les principaux habitats naturels patrimoniaux suivants (on ne cite ici que les habitats patrimoniaux inféodés aux zones humides) :

- La végétation aquatique, notamment des herbiers à Berula. Les herbiers aquatiques sont dépendant des cours d'eau phréatiques (cf. cas des Fontaines de Beaufort). Ils se concentrent dans les bassins et sont ponctuellement présents dans les ruisseaux des Fontaines (à l'aval des sources).
- L'aulnaie-frênaie rivulaire, habitat communautaire et prioritaire, se développe le long des fossés et cours d'eau.
- Des roselières ponctuelles, pouvant constituer une zone de nidification pour des espèces d'oiseaux paludicoles, notamment la rousserole effarvate, ainsi qu'un secteur de roselière sèche.

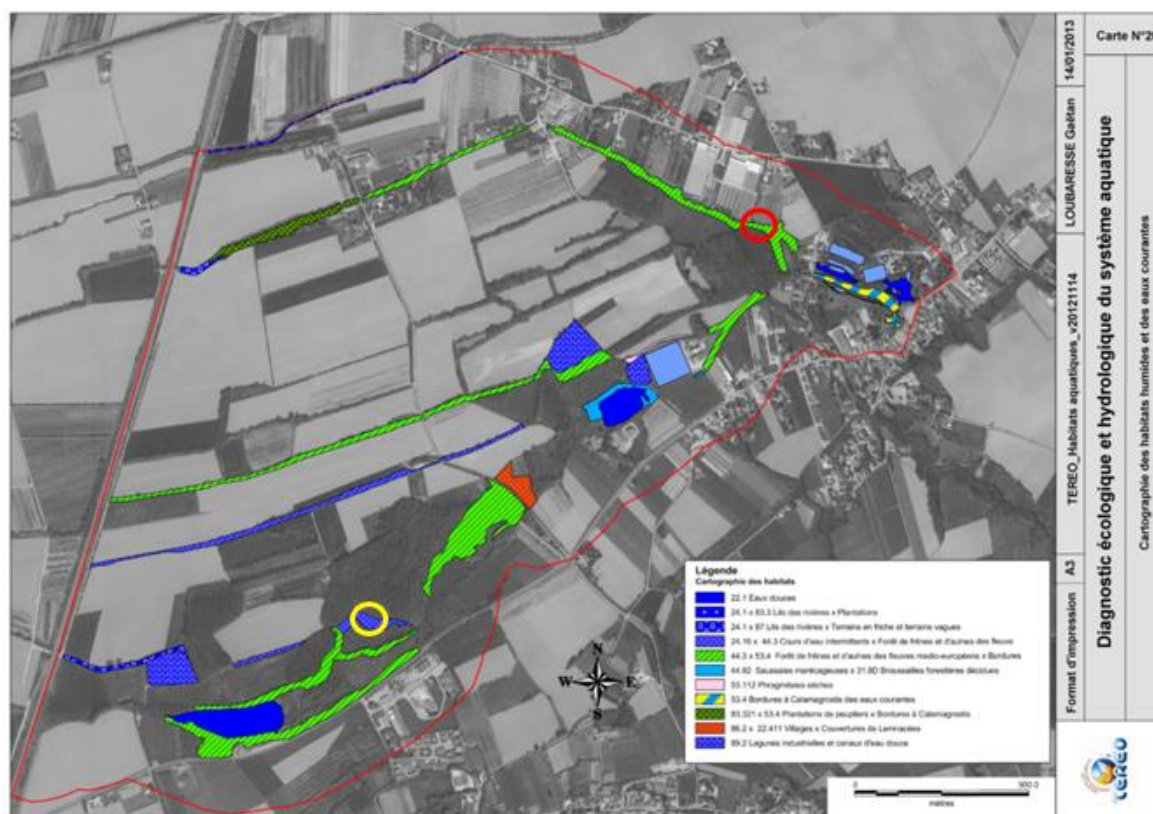
À noter que le site accueille également une superficie modeste de cariçaie, de saussaie marécageuse, et des plantations de peupliers.

Figure 3-4 : Carte des habitats patrimoniaux du site des sources de Manthes



(Evinerude, 2015)

Figure 3-5 : Carte des habitats humides et aquatiques du site des sources de Manthes



(Tereo, Idées eaux, 2013)

Proposition de protocole

Principes méthodologiques

Sur ce site, seule la végétation aquatique et la ripisylve semblent intéressantes à suivre, selon les mêmes modalités de suivi que le site des Fontaines de Beaufort.

Si les gestionnaires tiennent à suivre le secteur de roselière sèche, le même protocole que celui de la roselière des Fontaines de Beaufort peut être appliqué.

Par ailleurs, si les moyens affectés au protocole le permettent, il serait utile de pouvoir suivre parallèlement :

- L'évolution des niveaux au droit des habitats retenus ;
- L'évolution de leur état de conservation.

Type de sondes et positionnement

Cf. Fontaines de Beaufort.

Localisation

- Herbiers aquatiques :
 - Mesure du niveau d'eau sur la petite Veuze (cerclé en rouge) :
 - facilité d'accès ;
 - correspond au débit entrant dans la petite Veuze, secteur où se concentrent les herbiers ;
 - correspond à un point de suivi du niveau d'eau superficiel ou du débit du cours, déjà identifié à des fins de compréhension du système dans son ensemble ;
 - permettra de corréliser les débits ou niveaux mesurés dans le cours d'eau au niveau de la nappe au droit du piézomètre ADES Font Rome.
 - Jaugeage (mesure temporaire) ou sonde (mesure permanente), à placer dans un tube pvc perforé en surface
- Aulnaie-frênaie rivulaire (ripisylve) :
 - Mesure du niveau piézométrique dans les limons et du niveau d'eau superficielle au droit de l'aulnaie-frênaie rivulaire (cerclé en jaune) ;
 - permettra d'analyser le comportement de la nappe superficielle (limons) au droit de l'aulnaie-frênaie ainsi que les conditions d'enneigement superficiel ;
 - permettra de corréliser le niveau piézométrique de la nappe superficielle (limons) au droit de la roselière avec le niveau piézométrique de la nappe du Würm au lointain ou à proximité (piézomètre ADES Font Rome)
 - Sonde de niveau d'eau (piézomètre) dans tube PVC étanche enfoncé jusqu'à l'interface galets-limons pour suivre le comportement de la nappe superficielle. Sera également l'occasion de mesurer la profondeur des limons ;
 - Sonde de niveau d'eau dans tube PVC perforé, légèrement enfoncé dans le sol et d'une hauteur d'un mètre environ, pour suivre le niveau d'eau superficielle.

◆ Conclusion

Les sites de mesures présentés précédemment constitueront des points de contrôle du bon état hydrique des habitats. Suite à la collecte des données sur une période de 5 ans, des procédures de corrélations devront être définies par le modélisateur entre :

- Les hauteurs d'eau et les débits mesurés dans l'ENS des Fontaines de Beaufort et en aval des sources de Manthes et ;
- Des indicateurs plus globaux (niveaux des nappes, niveaux d'eau des zones de restitution, etc.).

En parallèle du suivi indiqué, nous suggérons de réaliser un suivi du bon état des habitats ciblés par le suivi (herbiers, aulnaie-frênaie, roselières) et présents dans l'ENS des Fontaines de Beaufort et en aval des sources de Manthes. Ceci permettra de mettre en parallèle l'évolution du niveau d'eau et du débit avec l'état de l'habitat.

3.2 Nos propositions de suivi

Les sections suivantes détaillent 3 scénarios métrologiques. A savoir :

- Un suivi métrologique minimal ;
- Un suivi métrologique renforcé ;
- Un suivi métrologique complet.

Pour chaque scénario :

- Nous présentons et justifions les mesures hydrométriques et piézométriques envisagées ;
- Nous distinguons les mesures dédiées à la connaissance de la relation entre les nappes et les résurgences de celles dédiées à la préservation des écosystèmes associés aux sources de Manthes et de Beaufort.

◆ Données communes à l'ensemble des scénarios

L'ensemble des scénarios reposent sur la récupération des données de suivis déjà existants. Ces données sont considérées comme devant être systématiquement intégrées dans les trois scénarios de dimensionnement métrologique. Ce sont :

- Les données des stations hydrométriques :
 - Station V3424310 - La Raille à Beaufort ;
 - Station V3434010 : L'Oron [Collières] à Saint-Rambert-d'Albon ;
- Les données des stations piézométriques :
 - BSS001WNVS (07714X0054/F) Piézomètre - Veyer (St-Etienne-St-Geoirs - BRGM 38) ;
 - BSS001VTWN (07477X0048/F1) Forage - La Vie (Nantoin - BRGM 38) ;
 - BSS001VTUD (07476X0029/S) Piézomètre - Bois des Burettes (Penol - BRGM 38) ;
 - BSS001VTSN (07475X0008/F3) Piézomètre - Val du Suzon (Pommier-de-Beaurepaire - BRGM 38) ;
 - BSS001WMMN (07704X0079/S) Forage - Lapaillanche (Manthes - BRGM 26) ;
 - BSS001WMJN (07704X0007/F) Forage - l'Ile (Manthes - BRGM 26) ;
 - BSS001WMMX (07704X0088/PZ) Piézomètre - Pisciculture (Manthes - 26)
 - BSS001WMCG (07703X0043/SDC) Piézomètre - Bel Air (Bougé-Chambalud - BRGM 38) ;
 - BSS001WMDH (07703X0069/F83) Forage - Les Cages (Anneyron - 26) ;
 - BSS001WLYZ (07702X0242/P) Puits - Fixe Magne (St Rambert d'Albon - 26).

À noter qu'il existe actuellement 3 stations météorologiques METEO FRANCE idéalement placées pour calculer la pluie efficace sur les trois impluviums (vallée du Liers, vallée de la Bièvre et vallée de Valloire). Ce sont :

- La station de « Col de Rossatière – 38046002 » ;
- La station de « Grenoble Saint Gerois – 38384001 » ;
- La station de « Beaurepaire - 38034001 »

Ces données sont considérées comme devant être systématiquement intégrées dans les trois scénarios.

3.2.1 Suivi métrologique minimal

Le suivi métrologique minimal est principalement basé sur la récupération des données des suivis en place. Nous présentons ci-après les compléments métrologiques associés à ce scénario.

● Compléments métrologiques dédiés à la connaissance des relations entre les nappes et les résurgences

Les ajouts concernent les éléments suivants :

- Un nouveau piézomètre à Creux de la Thine avec mise en place d'un suivi piézométrique permanent. Ce piézomètre viendra compléter les piézomètres de Fixe Magne (St Rambert d'Albon – 26, BSS001WLYZ) et de Les Cages (Anneyron – 26, BSS001WMDH).
Ces trois piézomètres disposés en triangle permettront de déterminer l'orientation du toit de la nappe ; donc d'affiner la contribution de la nappe à l'alimentation du Rhône.
- Des mesures régulières, idéalement trimestrielles, des débits en 9 points clés déterminés en phase 1 de l'étude pour **capter les flux restitués par les sources de Manthes et Beaufort.** Ce sont :
 - Pour l'ENS des Fontaines de Beaufort :
 - Une mesure au niveau du bief de la Cour et au niveau du Saint-Barthélemy en amont de la confluence avec la Raille ;
Ces mesures permettront de déterminer les apports de la nappe du Würm et du Riss à l'ENS. Il sera nécessaire de collecter les données de prélèvement de la pisciculture Charles MURGART dans la nappe pour déterminer les apports des sources.
 - Une mesure de la Raille en amont de la confluence avec le Saint-Barthélemy.
Cette mesure, avec les données de la station station V3424310 - La Raille à Beaufort, permettra de caractériser la dynamique d'échange entre la nappe et le Raille.
 - Pour les sources de Manthes :
 - Une mesure de la hauteur d'eau et du débit au niveau des exutoires du grand bassin et du petit bassin des sources de Manthes ;
 - Une mesure de la hauteur d'eau et du débit de la Grande Veuze en amont de la résurgence des Fontaines ;
 - Une mesure de la hauteur d'eau et du débit au niveau des collières au droit de la voie ferrée ;
 - Une mesure de la hauteur d'eau et du débit au niveau de la Grande Veuze au droit de la voie ferrée ;
Ces mesures permettront de déterminer les apports de la nappe aux sources de Manthes. Il sera nécessaire de collecter les données de prélèvement des piscicultures Faure et Font Rome dans la nappe pour déterminer les apports des sources.

Elles permettront également de calculer les apports de la résurgence des Fontaines.

N.B. : Le petit bassin des sources de Manthes présente 2 exutoires : la petite Veuze et un passage busé souterrain. Le passage busé est équipé d'une grille empêchant l'entrée de débris. Une échelle et une sonde piézométriques mesurent la hauteur d'eau à l'entrée du passage busé (voir section 3.1.1 du rapport de phase 1). Le débit circulant dans le passage busé ne pourra être mesuré directement à l'aide d'un appareil de mesure. Il devra être calculé à l'aide d'une mesure de la hauteur d'eau et d'une loi hydraulique.

Compléments métrologiques dédiés à la préservation des écosystèmes associés aux sources

Le suivi métrologique proposé comprend des mesures régulières, idéalement trimestrielles, des débits et de la hauteur d'eau en 7 sites (dont 4 sites supplémentaires à ceux présentés ci-dessus) pour **établir une relation entre hauteur du toit de la nappe, écoulements superficiels et état des habitats**. Ce sont :

- Pour l'ENS des fontaines de Beaufort
 - Des mesures de hauteur d'eau et de débit ponctuelles au droit de 2 sites du bief principal.
Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des herbiers aquatiques présents sur le bief principal, les écoulements de surface et la hauteur du toit de la nappe. La disposition amont-aval des deux sites de mesure permettra également de mieux comprendre les contributions respectives du Würm et du Riss dans l'alimentation de ce cours d'eau phréatique.
 - Des mesures de hauteur d'eau sur le bief du Goutolles, à proximité des roselières et des aulnaies.
Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des roselières et aulnaies, les écoulements de surface et la hauteur du toit de la nappe.
- En ce qui concerne l'aval des sources de Manthes
 - Des mesures de débit ponctuelles au niveau de l'exutoire du petit bassin et du grand bassin des sources de Manthes. Ces mesures sont déjà incluses dans le protocole de suivi permettant de capter les flux restitués par les sources de Manthes et Beaufort (voir ci-dessus).
Ces mesures permettront également de connaître le débit et la hauteur d'eau qui alimente les herbiers aquatiques en aval des sources de Manthes.
 - Mesure de la hauteur d'eau et du débit au droit des aulnaies frênaies rivulaires en aval des sources de Manthes.
Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des aulnaies frênaies rivulaires présentes, les écoulements de surface et la hauteur du toit de la nappe.

Simultanément à chaque campagne de mesure du débit, un technicien écologue réalisera un relevé des habitats ciblés par le protocole et qualifiera leur bon état. Ces informations permettront de corréler l'état des habitats avec les débits, hauteurs d'eau et niveaux de nappe mesurés.

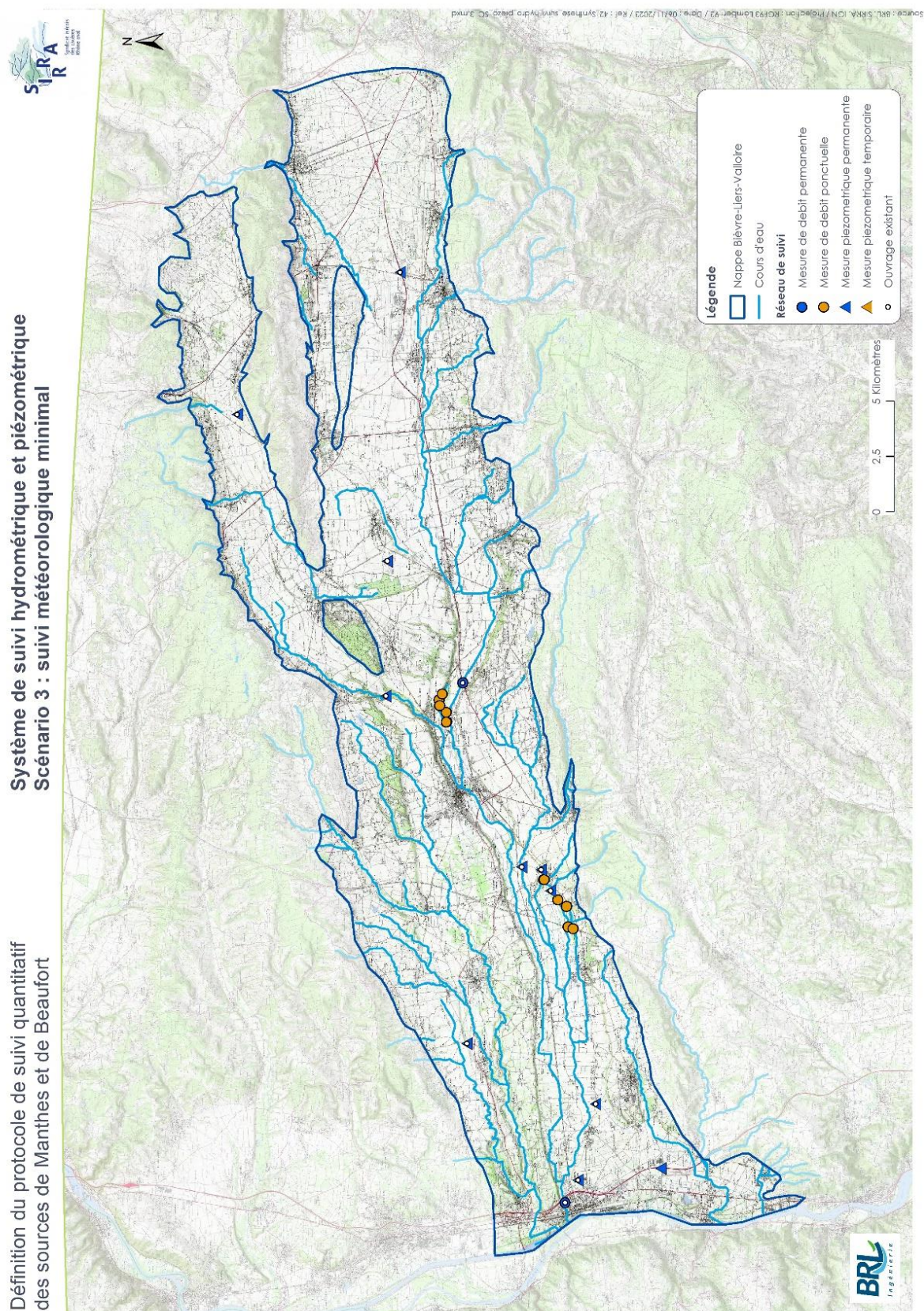
◆ Bilan du scénario

Dans ce scénario, la totalité des phénomènes de priorité moyenne à faible ne sera pas approchée. Cela obligera le modélisateur à introduire de nombreuses hypothèses dans sa démarche de modélisation (en particulier sur les volumes « perdus » par les cours d'eau dans les basses plaines), ce qui ne manquera pas d'en fragiliser les résultats. Au vu des enjeux de gestion quantitative de la nappe, nous déconseillons cette option.

Tableau 3-2 : Prise en compte des phénomènes à être intégré dans le modèle numérique de nappe dans le suivi métrologique minimal

Phénomène	Niveau de priorité	Intégration au scénario
Vidange de la nappe dans les alluvions du Rhône	Haut	Triplé piézométrique avec mesures en continu
Alimentation par infiltration des eaux de pluie	Haut	Données METEO FRANCE
Alimentation par la molasse miocène	Haut	Hors sujet de l'étude
Flux restitué au droit des zones majeures de résurgence de Manthes et Beaufort	Haut	Approche dégradée par mesures trimestrielles
Pertes des cours d'eau en basse plaine (Q total > 100 l/s).	Moyen	Approche très dégradée pour l'Oron et les Collières par analyses des mesures de débit aux stations en place.
Sources d'Eydoches alimentant la nappe de Bièvre par débordement de la nappe du Lier	Moyen	Absence de mesures
Cours d'eau sur les terrasses avec des flux « perdants » faibles (module < 100 l/s)	Faible	Absence de mesures
Sources perchées caractérisés par des débits restitués au cours d'eau faibles au regard des ordres de grandeur des flux souterrains (sources du Lambroz à Chanas, de la Bège à Bougé-Chambalud, de l'Argentelle à Anneyron).	Faible	Absence de mesures

Figure 3-6 : Système de suivi hydrométrique et piézométrique minimal



3.2.2 Suivi métrologique renforcé

Le suivi métrologique renforcé combine la création d'un dispositif consistant de mesures nouvelles, avec la récupération des données des suivis en place tant hydrométrique que piézométrique.

● Compléments métrologiques dédiés à la connaissance des relations entre les nappes et les résurgences

En ce qui concerne le suivi piézométrique, les compléments sont nombreux :

- Un nouveau piézomètre à Creux de la Thine avec mise en place d'un suivi piézométrique permanent. Ce piézomètre viendra compléter les piézomètres de Fixe Magne (St Rambert d'Albon – 26, BSS001WLYZ) et de Les Cages (Anneyron – 26, BSS001WMDH).

Ces trois piézomètres disposés en triangle permettront de déterminer l'orientation du toit de la nappe ; donc d'affiner la contribution de la nappe à l'alimentation du Rhône.

- Création d'un piézomètre dans le secteur de Beaurepaire pour mieux comprendre les échanges entre la nappe du Würm et l'Oron.
- Création d'un piézomètre sur la commune de Faramans pour documenter les dynamiques de débordement au droit des sources d'Ornacieux.
- Création d'un piézomètre dans les terrasses du Riss en amont des zones de résurgence de Manthes.
- Intégration des quatre ouvrages existants dont trois se situent en bordure de Raille à l'amont des sources de Beaufort (piézomètre parcelle Vaudaine PZ1, puit Damien Marion et puit AEP bas Beaufort) et un se situe à la limite nord de l'ENS des Fontaines de Beaufort (puits Levét) dans le dispositif de suivi.

Les 7 piézomètres ci-dessus permettront de mieux caractériser les dynamiques de restitution des nappes dans la zone de résurgence (dynamiques de débordement des nappes du Riss et du Würm) mais aussi de pouvoir caractériser les échanges nappe-rivière avec la Raille.

Dans ce schéma, la mesure en continu est réservée au seul captage du Creux de la Thine. Les autres piézomètres seraient suivis avec des relevés manuels de fréquence trimestrielle.

En ce qui concerne le suivi hydrométrique, les compléments sont aussi importants :

- Mise en place de trois stations de mesure en continu sur les sources de Manthes. Les sites concernés sont les exutoires du grand bassin et du petit bassin.

A noter que les sites indiqués sont déjà équipés d'échelles limnimétriques et de sondes de mesure de la hauteur d'eau en continue. Il s'agira donc de réaliser des mesures de débit nécessaires à l'élaboration de la courbe de tarage.

- Mise en place de trois stations de mesure en continu en aval des sources de Beaufort. Les sites concernés sont :

- Le Saint-Barthélémy en amont de la confluence avec la Raille ;
- La Raille en amont de la confluence avec le Saint-Barthélémy ;
- Le Bief de la Cour en amont du croisement avec la Raille.

Les 6 sites de mesures du débit ci-dessus permettront de bien capter les dynamiques de restitution des sources de Manthes et de Beaufort qui constituent des zones de résurgence majeures de la nappe.

- Mesures régulières (10 sites), idéalement trimestrielles, des débits pour capter les dynamiques de pertes (ou localement de gains) des cours d'eau en plaine.

Ces mesures ponctuelles dans le temps devraient permettre de proposer des ordres de grandeur argumentés pour les flux de recharge liés à ce type de phénomène. A noter que le secteur de Beaurepaire est bien encadré par deux stations, ce qui permettra avec les mesures de piézométrie d'argumenter sur les échanges nappe-rivière dans ce secteur complexe.

◆ Compléments métrologiques dédiés à la préservation des écosystèmes associés aux sources

Le suivi renforcé comprend :

- Pour l'ENS des fontaines de Beaufort
 - Des mesures de hauteur d'eau et de débit ponctuelles au droit de 4 sites :
 - 3 sites sont répartis sur le bief principal ; le site le plus en amont se situe au niveau du Pont Rozier ;
 - 1 site se situe à la jonction entre le bief Charlet et le bief de la Ronce.**Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des herbiers aquatiques présents sur le bief principal, les écoulements de surface et la hauteur du toit de la nappe. La disposition amont-aval des trois sites de mesure répartis sur le bief principal permettra également de mieux comprendre les contributions respectives du Würm et du Riss dans l'alimentation de ce cours d'eau phréatique.**
 - Des mesures de hauteur d'eau trimestrielles sur le bief du Goutolles, à proximité des roselières et des aulnaies ;
 - L'installation d'un piézomètre dans les limons au niveau des roselières et aulnaies situées le long du bief du Goutolles.
Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des roselières et aulnaies, les écoulements de surface, la hauteur d'eau dans les limons et la hauteur du toit de la nappe.
- En ce qui concerne l'aval des sources de Manthes
 - Des mesures de débit permanentes au niveau de l'exutoire du petit bassin et du grand bassin des sources de Manthes. Ces mesures sont déjà incluses dans le protocole de suivi permettant de capter les flux restitués par les sources de Manthes et Beaufort (voir ci-dessus).
Ces mesures permettront également de connaître le débit et la hauteur d'eau qui alimente les herbiers aquatiques en aval des sources de Manthes.
 - Des mesures ponctuelles de la hauteur d'eau et du débit au droit des aulnaies freinais rivulaire en aval des sources de Manthes (partie aval dite des Fontaines) ;
 - L'installation d'un piézomètre dans les limons au droit des aulnaies freinais rivulaire et la réalisation de mesures ponctuelles, idéalement trimestrielle de la hauteur d'eau.
Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des aulnaies freinais rivulaire présents, les écoulements de surface, la hauteur d'eau dans les limons et la hauteur du toit de la nappe.

Simultanément à chaque campagne de mesure du débit, un technicien écologue réalisera un relevé des habitats ciblés par le protocole et qualifiera leur bon état. Ces informations permettront de corréler l'état des habitats avec les débits, hauteurs d'eau et niveaux de nappe mesurés.

Notons que les deux piézomètres à installer dans les limons n'induisent pas l'intervention d'une foreuse. Des aménagements sommaires peuvent être envisagés.

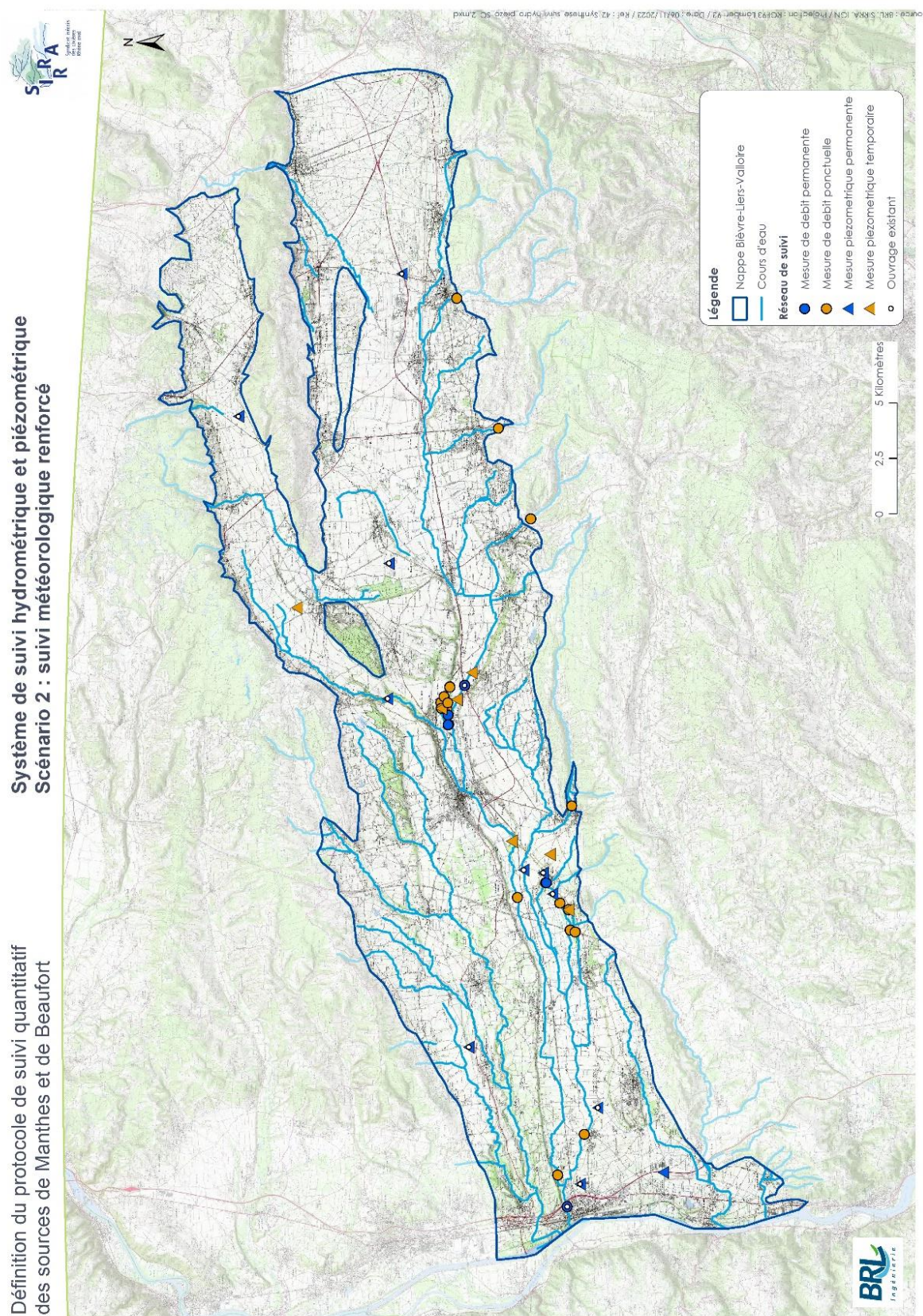
◆ Bilan

Dans ce scénario, seuls les phénomènes jugés en priorité faible pour la modélisation ne seront pas approchés. Au vu des enjeux de gestion quantitative de la nappe, ce scénario nous semble recommandé pour assoir une démarche de modélisation robuste.

Tableau 3-3 : Prise en compte des phénomènes à être intégré dans le modèle numérique de nappe dans le suivi métrologique renforcé

Phénomène	Niveau de priorité	Intégration au scénario
Vidange de la nappe dans les alluvions du Rhône	Haut	Triplé piézométrique avec mesures en continu
Alimentation par infiltration des eaux de pluie	Haut	Données METEO FRANCE
Alimentation par la molasse miocène	Haut	Hors sujet de l'étude
Flux restitué au droit des zones majeures de résurgence de Manthes et Beaufort	Haut	Approche optimale par mesure en continu
Pertes des cours d'eau en basse plaine (Q total > 100 l/s).	Moyen	Approche suffisante pour capter l'essentiel du signal en termes de flux de recharge
Sources d'Eydoches alimentant la nappe de Bièvre par débordement de la nappe du Lier	Moyen	Approche indirecte par le suivi piézométrique
Cours d'eau sur les terrasses avec des flux « perdants » faibles (module < 100 l/s)	Faible	Absence de mesures
Sources perchées caractérisés par des débits restitués au cours d'eau faibles au regard des ordres de grandeur des flux souterrains (sources du Lambroz à Chanas, de la Bège à Bougé-Chambalud, de l'Argentelle à Anneyron).	Faible	Absence de mesures

Figure 3-7 : Système de suivi hydrométrique et piézométrique renforcé



3.2.3 Suivi métrologique complet

Le suivi métrologique complet est très ambitieux.

◆ Compléments métrologiques dédiés à la connaissance des relations entre les nappes et les résurgences

En ce qui concerne le suivi piézométrique, il est basé sur les mêmes points de suivi que ceux proposés dans le scénario renforcé mais tous les ouvrages seraient équipés de capteur, de façon à autoriser une mesure en continu des niveaux piézométrique.

En ce qui concerne le suivi hydrométrique, par rapport au scénario renforcé, les évolutions sont significatives :

- Toutes les stations en aval des zones de restitution de Manthes et Beaufort mais aussi celles conçues pour capter les échanges nappe-rivière, seraient équipés de dispositif de mesures en continu. Le principal avantage de ce saut technologique serait de pouvoir appréhender d'éventuelles variations de comportement en période de pluie ;
- Les zones de restitution secondaire, comme les cours d'eau des terrasses caractérisés par des débits faibles, feraient l'objet de mesures de débit ponctuelles, idéalement trimestrielles.

◆ Compléments métrologiques dédiés à la préservation des écosystèmes associés aux sources

Les sites de mesure du débit et de la hauteur d'eau ainsi que les deux piézomètres installés dans les limons (voir scénario renforcé) sont équipés de capteurs de mesure en continue.

Ces mesures permettront d'établir un lien entre l'état des habitats, les écoulements de surface, la hauteur d'eau dans les limons et la hauteur du toit de la nappe en continue. Ceci permet également de mieux caractériser la durée d'ennoiement et de dénoiement des habitats ciblés par le protocole.

Comme pour les scénarios minimal et renforcé, un technicien écologue réalisera un relevé des habitats ciblés par le protocole et qualifiera leur bon état. Ces informations permettront de corréliser l'état des habitats avec les débits, hauteurs d'eau et niveaux de nappe mesurés. Avec une mesure des débits et niveaux d'eau en continue, il sera possible de mieux caractériser les périodes d'assecs. L'intervention du technicien pourra alors être calés de façon à caractériser l'impact de l'assec (en particulier sa durée) sur l'état des habitats.

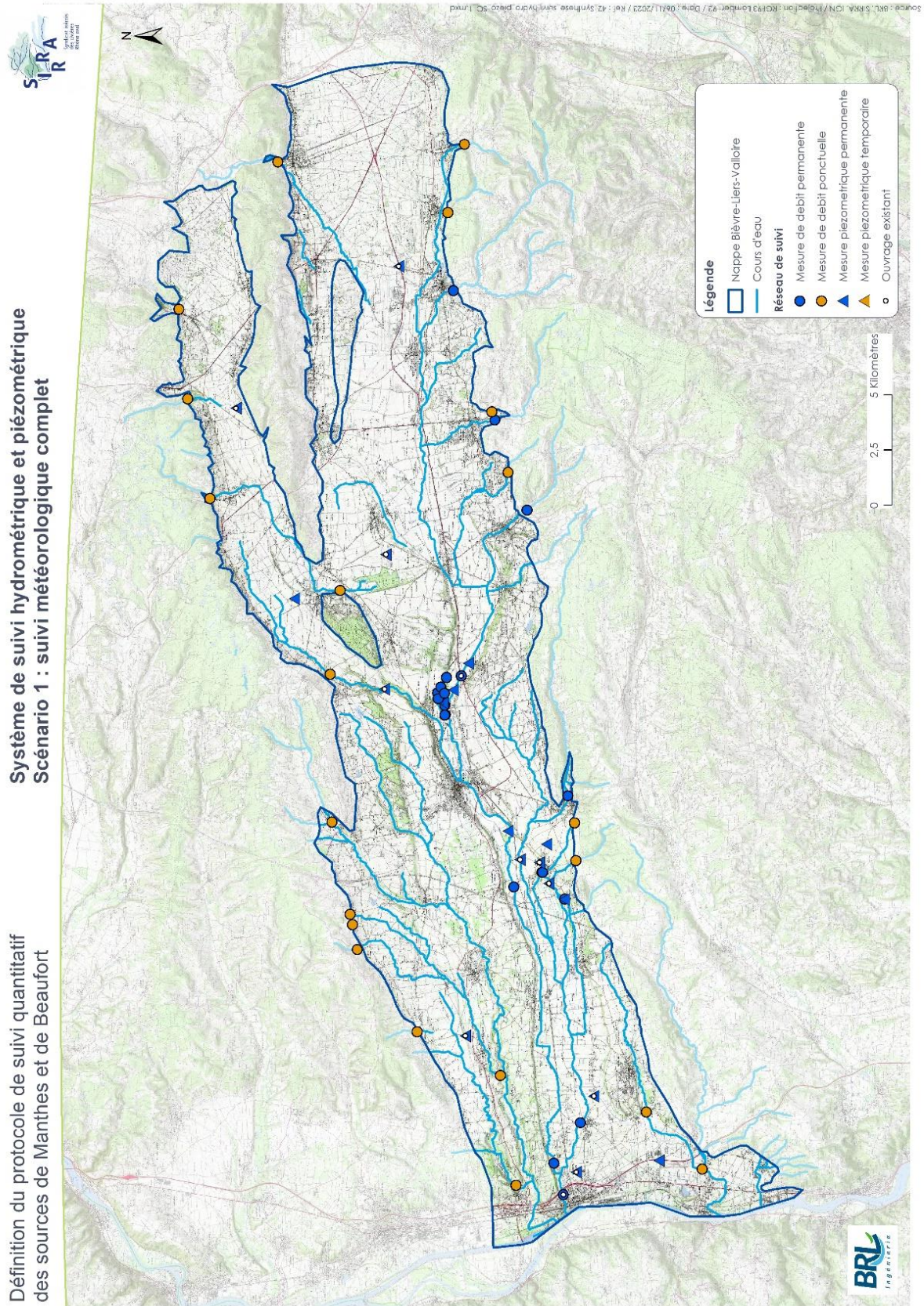
◆ Bilan du scénario

Dans ce scénario, tous les phénomènes seraient quantifiés, ce qui constituerait un optimum scientifique. Au vu des ordres de grandeur des termes du bilan de la nappe « profonde », ce scénario nous semble cependant surdimensionné ; au-delà de la satisfaction intellectuelle d'une approche complète, l'intégration ou non des phénomènes de faible priorité présente peu d'enjeu opérationnel dans la démarche de modélisation.

Tableau 3-4 : Prise en compte des phénomènes à être intégré dans le modèle numérique de nappe dans le suivi métrologique complet

Phénomène	Niveau de priorité	Intégration au scénario
Vidange de la nappe dans les alluvions du Rhône	Haut	Triplé piézométrique avec mesures en continu
Alimentation par infiltration des eaux de pluie	Haut	Données METEO FRANCE
Alimentation par la molasse miocène	Haut	Hors sujet de l'étude
Flux restitué au droit des zones majeures de résurgence de Manthes et Beaufort	Haut	Approche optimale par mesure en continu
Pertes des cours d'eau en basse plaine (Q total > 100 l/s).	Moyen	Approche adaptée pour capter la totalité du signal en termes de flux de recharge
Sources d'Eydoches alimentant la nappe de Bièvre par débordement de la nappe du Lier	Moyen	Approche adaptée
Cours d'eau sur les terrasses avec des flux « perdants » faibles (module < 100 l/s)	Faible	Mesures suffisantes pour capter l'essentiel du signal
Sources perchées caractérisés par des débits restitués au cours d'eau faibles au regard des ordres de grandeur des flux souterrains (sources du Lambroz à Chanas, de la Bège à Bougé-Chambalud, de l'Argentelle à Anneyron).	Faible	Mesures suffisantes pour capter l'essentiel du signal

Figure 3-8 : Système de suivi hydrométrique et piézométrique complet



3.3 Coûts des scénarios de suivi

3.3.1 Hypothèses

Cette section présente les hypothèses retenues pour l'estimation du coût des différents scénarios de suivi.

Les scénarios définis à la section 3.1.3 comprennent :

- **L'installation de stations hydrométriques**, pour les sites de mesure non équipés et dans le cadre de mesures de débit permanentes ;
- **La réalisation de 4 campagnes annuelles de mesure du débit**, pour les sites de mesure non équipés et dans le cadre de mesures de débit ponctuelles ;
- **La réalisation d'un piézomètre**. Ceci concerne 6 sites non équipés de piézomètre ;
- **L'installation d'un capteur sur un piézomètre existant**, pour les sites de mesure non équipés et dans le cadre de mesures piézométriques permanentes ;
- **La réalisation de 4 campagnes piézométriques annuelles**, pour les sites de mesure non équipés et dans le cadre de mesures de débit ponctuelles ;
- **L'intervention d'un technicien écologue** pour caractériser l'état des habitats ciblés dans le protocole.

Nous détaillons ci-après les hypothèses et coûts retenues pour chacun des postes de dépense ci-dessus.

Les coûts indiqués ci-après sont à titre indicatif. Au vu de la forte inflation actuelle, les prix devront être vérifiés avec des entreprises de travaux spécialisées.

◆ Installation d'une station hydrométrique

Nous considérons un coût de 8 000 € par station hydrométrique à installer. Cela comprend :

- L'identification et la préparation du site ;
- L'installation d'une échelle limnimétrique et d'un capteur de pression ;
- L'installation d'un système de télétransmission des données ;
- La réalisation de 4 mesures de débit ;
- L'élaboration d'une courbe de tarage.

◆ Réalisation de 4 campagnes annuelles de mesure du débit

Pour les sites non équipés d'une station hydrométrique et faisant l'objet d'un suivi ponctuel du débit, nous considérons :

- Qu'une campagne de mesure fait intervenir 2 techniciens ;
- Une campagne permet la réalisation mesures de débit au droit de 6 sites par jour ;
- Le traitement et l'analyse des données fait intervenir 1 journée d'ingénieur par campagne.

Les coûts unitaires retenus sont :

- 500 € / jour de technicien ;
- 1 000 € / jour d'ingénieur.

◆ Réalisation d'un piézomètre

Le programme de mesure a été conçu pour s'appuyer sur 4 mesures piézométriques de 4 secteurs clés de la nappe. Le positionnement idéal des ouvrages nécessiterait la foration de 4 nouveaux piézomètres à des profondeurs variables (20, 40 et 60 m).

Une recherche d'information sur les coûts associés a donc été réalisée ; il apparaît que suite à la forte inflation des dernières années, le coût de foration des 4 piézomètres est très important (environ 57 000 €). Suite à ce constat, il est fortement recommandé de réaliser un travail de terrain détaillé pour identifier les piézomètres existants à équiper.

Néanmoins, les recherches d'informations conduisent aux coûts suivants :

- Piézomètre de 20 m de profondeur : 7 000 € ;
- Piézomètre de 40 m de profondeur : 10 000 € ;
- Piézomètre de 60 m de profondeur : 20 000 €.

Les scénarios métrologiques renforcé et complet comprennent également la réalisation de 2 piézomètres dans les limons. La création de ces piézomètres n'implique pas l'intervention d'une foreuse. Nous considérons que chaque piézomètre à une profondeur maximale de 2 mètres. Pour la création de ces piézomètres, nous considérons un coût de 50 €/m.

◆ Installation d'un capteur sur un piézomètre existant

Pour les sites de mesure non équipés et dans le cadre de mesures piézométriques permanentes, l'installation d'un capteur comprend :

- L'achat et l'installation du capteur : 4 000 € ;
- Le suivi annuel du capteur : 1 000 €.

◆ Réalisation de 4 campagnes piézométriques annuelles

Pour les sites non équipés d'un capteur et faisant l'objet d'un suivi ponctuel, nous considérons :

- Qu'une campagne de mesure fait intervenir technicien ;
- Une campagne permet la réalisation de toutes les mesures (8 mesures maximum dans le cas du scénario métrologique renforcé) ;

Les coûts unitaires retenus sont :

- 500 € / jour de technicien.

◆ Intervention trimestrielle d'un technicien écologue

Dans le cadre du suivi des habitats ciblés par le protocole, nous prévoyons l'intervention d'un technicien ayant des connaissances sur les habitats et la caractérisation de leur état.

Nous considérons que le technicien a besoin d'une demi-journée pour caractériser l'état des habitats d'un site (ENS des fontaines de Beaufort ou aval des sources de Manthes).

Nous retenons un coût unitaire de 500 €/jour de technicien.

3.3.2 Suivi métrologique minimal

Le suivi métrologique minimal comprend :

- Le suivi permanent du débit au droit de 2 stations hydrométriques :
 - La station V3424310 - La Raille à Beaufort ;
 - La station V3434010 : L'Oron [Collières] à Saint-Rambert-d'Albon.
- La réalisation de mesures de débit ponctuelles au droit de 12 sites et la réalisation de mesure de hauteur d'eau uniquement au droit d'un site ;
- Le suivi de 10 piézomètres existants dont les données sont bancarisées sous ADES ;
- La création d'un nouveau piézomètre au Creux de la Thine avec mise en place d'un suivi piézométrique permanent ;
- L'intervention d'un technicien pour le suivi des habitats.

Le tableau suivant présente le coût correspondant.

Tableau 3-5 : Coût du scénario de suivi minimal

Poste	Quantité	Coût (€)	Type de coût
Réalisation de 4 campagnes annuelles - Intervention de 2 techniciens - 6 mesures de débit par jour	13	12 667 €	Exploitation annuel
Réalisation d'un piézomètre			
40 m de profondeur	1	7 000 €	
Total		7 000 €	Investissement
Installation d'un capteur sur un piézomètre existant			
Installation	1	4 000 €	Investissement
Suivi annuel	1	1 000 €	Exploitation annuel
Total		5 000 €	
Suivi des habitats - Intervention d'un technicien - 1 jour pour parcourir les habitats de Manthes et de Beaufort	4	2 000 €	Exploitation annuel
Total investissement	11 000 €		
Total frais annuel	15 667 €		

Sur une période de 5 ans, le coût du scénario de suivi minimal est donc de 89 300 €.

3.3.3 Suivi métrologique renforcé

Le suivi métrologique renforcé comprend :

- Le suivi permanent du débit au droit de 7 sites :
 - 2 sites sont équipés de stations hydrométriques, ce sont :
 - La station V3424310 - La Raille à Beaufort ;
 - La station V3434010 : L'Oron [Collières] à Saint-Rambert-d'Albon ;
 - 3 sites sont équipés d'échelles limnimétriques et de sondes mais ne disposent pas de courbe de tarage. Pour ces 3 sites nous considérons que l'équivalent d'une demi-station hydrométrique doit être installée ;
 - 2 sites ne présentent aucun équipement.
- La réalisation de mesures de débit ponctuelles au droit de 15 sites et la réalisation de mesure de hauteur d'eau uniquement au droit d'un site ;
- Le suivi de 10 piézomètres existants dont les données sont bancarisées sous ADES ;
- La création de 4 nouveaux piézomètres impliquant l'intervention d'une foreuse ;
- La création de 2 piézomètres dans les limons, n'impliquant pas l'intervention d'une foreuse ;
- La mise en place d'un suivi piézométrique permanent au niveau d'un piézomètre ;
- Le suivi piézométrique ponctuel au droit de 9 sites ;
- L'intervention d'un technicien pour le suivi des habitats.

Le tableau suivant présente le coût correspondant.

Tableau 3-6 : Coût du scénario de suivi métrologique renforcé

Poste	Quantité	Coût (€)	Type de dépense
Installation d'une station hydrométrique	4,5	36 000	Investissement
Réalisation de 4 campagnes annuelles - Intervention de 2 techniciens - 6 mesures de débit par jour	14	14 667 €	Exploitation annuelle
Réalisation d'un piézomètre			
20 m de profondeur	1	7 000 €	
60 m de profondeur	1	20 000 €	
40 m de profondeur	1	10 000 €	
60 m de profondeur	1	20 000 €	
Piezomètre dans les limons	2	200 €	
Total		57 200 €	Investissement
Installation d'un capteur sur un piézomètre existant			
Installation	1	4 000 €	Investissement
Suivi annuel	1	1 000 €	Exploitation
Total		5 000 €	
Réalisation de 4 campagnes annuelles - Intervention d'1 technicien - 1 jour pour faire l'ensemble des mesures	9	2 000 €	Exploitation annuelle
Suivi des habitats - Intervention d'un technicien - 1 jour pour parcourir les habitats de Manthes et de Beaufort	4	2 000 €	Exploitation annuelle
Total investissement	97 200 €		
Total frais d'exploitation annuelle	19 667 €		

Sur une période de 5 ans, le coût du scénario de suivi métrologique renforcé est donc de : **195 500 €**.

3.3.4 Suivi métrologique complet

Le suivi métrologique renforcé comprend :

- Le suivi permanent du débit au droit de 19 sites :
 - 2 sites sont équipés de stations hydrométriques, ce sont :
 - La station V3424310 - La Raille à Beaufort ;
 - La station V3434010 : L'Oron [Collières] à Saint-Rambert-d'Albon ;
 - 3 sites sont équipés d'échelles limnimétriques et de sondes mais ne disposent pas de courbe de tarage. Pour ces 3 sites nous considérons que l'équivalent d'une demi-station hydrométrique doit être installée ;
 - 14 sites ne présentent aucun équipement.
- La réalisation de mesures de débit ponctuelles au droit de 21 sites ;
- Le suivi de 10 piézomètres existants dont les données sont bancarisées sous ADES ;
- Le suivi piézométrique permanent au droit de 10 sites non équipé d'un capteur :
 - 4 sites présentent déjà un piézomètre ;
 - Un piézomètre doit être créé au niveau de 6 sites.
- L'intervention d'un technicien pour le suivi des habitats.

Le tableau suivant présente le coût correspondant.

Tableau 3-7 : Coût du scénario de suivi métrologique complet

Poste	Quantité	Coût (€)	Type de dépense
Installation d'une station hydrométrique	17,5	140 000 €	Investissement
Réalisation de 4 campagnes annuelles - Intervention de 2 techniciens - 6 mesures de débit par jour	21	18 000 €	Exploitation annuelle
Réalisation d'un piézomètre			
20 m de profondeur	1	7 000 €	
60 m de profondeur	1	20 000 €	
40 m de profondeur	1	10 000 €	
60 m de profondeur	1	20 000 €	
Piézo-mètre dans les limons	2	200	
Total		57 200 €	Investissement
Installation d'un capteur sur un piézomètre existant			
Installation	10	40 000 €	Investissement
Suivi annuel	10	10 000 €	Exploitation annuelle
Total		50 000 €	
Suivi des habitats - Intervention d'un technicien - 1 jour pour parcourir les habitats de Manthes et de Beaufort	4	2 000 €	Exploitation annuelle
Total investissement	237 200 €		
Total frais exploitation annuel	30 000 €		

Sur une période de 5 ans, le coût du scénario de suivi métrologique renforcé est donc de : **387 200 €**.

3.3.5 Suivi optionnel pour les crues

Les scénarios minimal et renforcé ne comprennent pas de station hydrométrique permanente installée sur les cours d'eau prenant leur source sur les terrasses bordant les nappes Bièvre-Liers-Valloire au nord et au sud.

Ces cours d'eau contribuent à l'alimentation des nappes. En période de crue, il peut être utile de caractériser les apports de ces cours d'eau au réseau hydrographique et à l'alimentation de la nappe.

Équiper l'intégralité des cours d'eau impliquerait un budget important. Pour pallier ce problème, nous suggérons :

- d'équiper un cours d'eau cible (le Rival par exemple) d'une station hydrométrique ;
- de faire réaliser une courbe de tarage avec mesure de débit en période de crue. Ceci implique l'intervention d'un technicien spécialisé dans des conditions spécifiques ;
- d'extrapoler le comportement du cours d'eau mesurer à l'ensemble des cours d'eau prenant leur source en périphérie du bassin de la nappe.

Cette démarche implique les postes de dépense indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 3-8 : Estimation de l'intégration de l'évènement crue dans le protocole

Poste	Montant (€)
Installation d'une station hydrométrique	8 000 €
Mesure de débit en période de crue	1 000 €
Extrapolation des données observées à l'ensemble des cours d'eau (intervention d'un ingénieur hydrologue)	4 000 €
Total	13 000 €

BIBLIOGRAPHIE

- BRGM. (1984). *Synthèse hydrogéologique du bassin de Bièvre Valloire.*
- BRGM. (1994). *Synthèse hydrogéologique du bassin de Bièvre Valloire.*
- BRGM. (2008). *Elaboration des règles de gestion volumique en eau de la nappe de Bièvre Valloire. Phase 1 - Acquisition, mise en forme et analyse des données disponibles.*
- BRGM. (2008). *Elaboration des règles de gestion volumique en eau de la nappe de Bièvre-Valloire. Phase 1 - Acquisition, mise en forme et analyse des données disponibles.*
- BRGM. (2008). *Elaboration des règles de gestion volumique en eau de la nappe de Bièvre-Valloire. Phase 2 - Modélisation globale des écoulements souterrains et phase 3 - Elaboration de règles de gestion volumique.*
- BRGM. (2008). *Elaboration des règles de gestion volumique en eau de la nappe de Bièvre-Valloire. Phase 2 - Modélisation globale des écoulements souterrains et phase 3 - Elaboration de règles de gestion volumique.*
- BRGM. (2013). *Evaluation de l'état des connaissances et des données disponibles sur les eaux souterraines à proximité des zones humides de Beaufort (38) et de Manthes (26) sur le bassin de Bièvre-Liers-Valloire.*
- Burgéap. (2008). *Etude hydraulique du site des Fontaines de Beaufort (38).*
- BURGEAP, ASCA. (2016). *Diagnostic du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau du bassin Bièvre Liers Valloire. Phase 1 - Etat des lieux et diagnostic.*
- Chenevoy, M., Ballesio, R., David, L., MONGEREAU, N., Walter, B., Bellegarde, M., . . . Bernatzky, M. (1976). *Notice de la carte géologique au 1 :50 000 de Serrières. Documents BRGM, 25 pages.*
- Chenevoy, M., David, L., Mongereau, N., & Walter, B. (1971). *Notice de la carte géologique au 1 :50 000 de Vienne. Documents BRGM, 16 p.*
- Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire. (2010). *Etat des lieux des milieux et de usages et diagnostic global.*
- Communauté de communes Rhône Valloire. (2006). *Etude d'inventaire et de caractérisation des zones humides et plans d'eau - partie 2 : propositions de mesures de gestion.*
- Demarcq, G. (1971). *Base de nos connaissances sur le Miocène de la vallée du Rhône. Document des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon. Hors-Série, le Néogène rhodanien. P. 3-19.*
- Ecosphère & Jean-Louis Michelot. (2005). *Notice d'aménagement et de gestion du site naturel des Cressonnières.*
- Ecosphère. (2005). *Site naturel des Cressonnières (Les Fontaines). Notice d'aménagement et de gestion. .*
- Ecosphère, Jean-Louis MICHELOT consultant en environnement. (2005). *Site naturel des Cressonnières (Les Fontaines). Notice d'aménagement et de gestion.*
- Etude de détermination des volumes maximums prélevables du bassin Bièvre-Liers-Valloire. Rapport de phase 1 : Etat des lieux et diagnostic des volumes prélevés et restitués - Scénarios d'évolution des usages. (2011). SOGREAH groupe Artelia, Asconit consultants.
- Evinérude. (2015). *Etat initial de l'environnement réalisé dans le cadre de l'élaboration du PLU de Manthes .*
- Evinérude, Cégee Consultants. (2011). *Notic de préservation et d'interprétation 2012-2016 de l'ENS.*
- Idées eaux. (2007). *Etude d'incidence d'un prélèvement à hauteur de 600 l/s sur la nappe fluvio-glaciaire de Bièvre-Valloire.*
- Idées eaux. (2007). *Etude d'incidence d'un prélèvement à hauteur de 600 l/s sur la nappe fluvio-glaciaire de Bièvre-Valloire. .*
- Idées eaux. (2014). *Etude hydrogéologique du bassin d'alimentation des captages de l'île et de Montanay. Phases 1 et 2 : Etude hydrogéologique, réalisation des études complémentaires et délimitation des bassins d'alimentation.*
- Idées eaux. (2014). *Etude hydrogéologique du bassin d'alimentation des captages de l'île et de Montanay. Phases 1 et 2 : Etude hydrogéologique, réalisation des études complémentaires et délimitation des bassins d'alimentation.*

- Jean-Louis Michelot, consultant en environnement et écosphère. (2005). *Site naturel des Cressonnières (Les Fontaines). Notice d'aménagement et de gestion.*
- Latitude. (2019). *Plan de gestion 2019 - 2028 de l'ENS "Les Fontaines de Beaufort".*
- Montjuvent, G., Combier, J., & Fournier, D. (1977). Notice de la carte géologique au 1 :50 000 de Beaurepaire. Documents BRGM, 21 p.
- S.R.A.E. Rhône Alpes, D.D.A. Drôme, D.D.A. Isère. (1981). *L'eau dans le bassin de Bièvre Valloire .*
- S.R.A.E. Rhône Alpes, D.D.A. Drôme, D.D.A. Isère. (1981). *L'eau dans le bassin de Bièvre Valloire .*
- Soberco environnement. (2004). Etude d'inventaire et de caractérisation des zones humides et plans d'eau. Partie 1 : Inventaire et hiérarchisation.
- Soberco environnement. (2004). *Etude d'inventaire et de caractérisation des zones humides et plans d'eau. Partie 1 : Inventaire et hiérarchisation.*
- Soberco environnement. (2006). Etude d'inventaire et de caractérisation des zones humides et plans d'eau. Partie 2 : Proposition de mesures de gestion.
- Soberco environnement. (2006). *Etude d'inventaire et de caractérisation des zones humides et plans d'eau. Partie 2 : Proposition de mesures de gestion.*
- SOGREAH. (2008). *Etat des lieux quantitatif et qualitatif de la nappe Bièvre Liers Valloire.*
- SOGREAH Consultants. (2008). *Etat des lieux quantitatif et qualitatif de la nappe Bièvre Liers Valloire.*
- SOGREAH groupe Artelia, Asconit consultants. (2011). *Etude de détermination des volumes maximums prélevables du bassin Bièvre-Liers-Valloire. Rapport de phase 1 : Etat des lieux et diagnostic des volumes prélevés et restitués - Scénarios d'évolution des usages.*
- SOGREAH groupe Artelia, Asconit consultants. (2011). *Etude de détermination des volumes maximums prélevables du bassin Bièvre-Liers-Valloire. Rapport de phase 2 : Quantification des ressources et impact des prélèvements.*
- SOGREAH groupe Artelia, Asconit consultants. (2011). Etude de détermination des volumes maximums prélevables du bassin Bièvre-Liers-Valloire. Rapport de phase 2 : Quantification des ressources et impact des prélèvements.
- SOGREAH groupe Artelia, Asconit consultants. (2012). *Etude de détermination des volumes maximums prélevables du bassin Bièvre-Liers-Valloire. Phase 3 : Détermination des débits biologiques.*
- SOGREAH groupe Artelia, Asconit consultants. (2012). Etude de détermination des volumes maximums prélevables du bassin Bièvre-Liers-Valloire. Phase 3 : Détermination des débits biologiques.
- SRAE. (1981). *L'eau dans le bassin de Bièvre Valloire.*
- Syndicat Isérois des rivières Rhône aval. Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire. (2020). *Définition du protocole de suivi quantitatif des sources de Manthes et de Beaufort. Cahier des Clauses Techniques Particulières.*
- Syndicat Isérois des rivières Rhône aval. Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire. (2020). *Définition du protocole de suivi quantitatif des sources de Manthes et de Beaufort. Cahier des Clauses Techniques Particulières.*
- TEREO. (2019). *Suivi de la qualité des eaux des départements de l'Isère et de la Drôme.*
- Tereo gestion des espaces naturels et Idées eaux. (2013). *Zones humides de Manthes. Diagnostic écologique et hydrologique du système aquatique. Vol. 3 - Atlas cartographique.*
- Tereo, Idées Eaux. (2013). *Diagnostic écologique et hydrologique du système aquatique des zones humides de Manthes.*
- Tereo, Idées eaux. (2013). *Zones humides de Manthes. Diagnostic écologique et hydrologique du système aquatique. Vol. 3 - Atlas cartographique.*

ANNEXES

Annexe 1. Synthèse bibliographique sur les échanges nappes-rivières

Liste des études parcourues :

- Diagnostic du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau du bassin Bièvre Liers Valloire (BURGEAP, ASCA, 2016) ;
 - Suivi de la qualité des eaux des départements de l'Isère et de la Drôme. Programme 2017 : Bassin versant Bièvre Liers Valloire (TEREO, 2019) ;
 - L'eau dans le bassin Bièvre Valloire (SRAE, 1981) ;
 - Etat des lieux des milieux et des usages et diagnostic global (Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire, 2010).
- **Suivi de la qualité des eaux des départements de l'Isère et de la Drôme. Programme 2017 : Bassin versant Bièvre Liers Valloire (TEREO, 2019)**

Informations

Nous reportons ici de façon extensive toutes les informations sur les cours d'eau proposées dans cette étude.

Le Rival et ses affluents

Le Rival a un linéaire de 35 km et draine un bassin versant de 461 km². La partie amont est majoritairement composée de terrains boisés et de prairies. En aval on trouve des exploitations agricoles. Le Rival ne possède que des affluents en rive gauche :

- La Ravageuse (appelée ensuite la Coule à l'aval de la commune d'Izeaux) ;
- La Baise ;
- Le Nivollon ;
- La Pérouse.

Les cours d'eau en rive droite (le Barbaillon et le Poipon entre autres) s'infiltrant dans la nappe de Bièvre avant de pouvoir atteindre le Rival.

Les Eydoches

Il s'agit d'un cours d'eau drainant un bassin versant de 100 km² environ, situé dans la partie amont de la plaine du Liers. On observe de nombreuses résurgences de la nappe qui l'alimentent.

Il s'infiltré ensuite totalement au lieu-dit Bois des Burettes.

Le Suzon

D'un linéaire de 18 km, le Suzon prend sa source à Semons et conflue avec le canal d'alimentation du Fayaret qui conflue ensuite avec l'Oron. Il a la particularité d'être toujours à sec en dehors des périodes de crue dans sa partie aval dû à la perméabilité importante de son bassin versant. A l'aval de Pommier de Beaurepaire, son lit s'encaisse forment et sa pente devient forte (1,15%).

L'Oron

D'un linéaire de 28 km, le débit de l'Oron est soutenu artificiellement par les rejets de pisciculture en cas de risque d'assec. A l'amont d'Epinouze, des biefs de dérivation permettent d'évacuer en cas de hautes eaux, un certain débit de l'Oron vers les Collières. L'Oron se divise à nouveau en 2 bras principaux : le Vieil Oron au Nord et le canal SNCF au Sud. Ensuite, l'Oron conflue avec les Collières en amont immédiat de St Rambert d'Albon.

Les Veuses et les Collières

La Veuse est une rivière artificielle créée pour évacuer les sources de Manthes. Elle se divise en une grande et une petite Veuse. Elles sont alimentées par les torrents venant des collines du sud, notamment la Dolure. A l'aval de Saint Sorlin en Valloire, les différents biefs forment un seul cours d'eau les Collières, qui, après la confluence avec l'Oron, devient les Claires, l'exutoire principal de la plaine de Bièvre Liers Valloire. Elles se jettent dans le Rhône à Saint Rambert d'Albon. Les Collières se situent principalement dans les terrasses alluviales cultivées, sur des terrains fortement perméables.

Le Dolon

Le Dolon (environ 33 km de long, bassin versant de 150 km²) naît d'une suite d'étangs et draine les collines situées à l'ouest du plateau de Bonnevaux. Il est pérenne jusqu'à la commune de Pact. Le Dolon présente ensuite entre Pact et Bougé-Chambalud un régime intermittent, avec de très longues périodes d'assec. Le Dolon se jette en rive gauche du Rhône au niveau de Sablons, après sa confluence avec la Sanne.

Le Bancel et l'Argentelle

L'Argentelle est le principal affluent du Bancel. Le bassin versant du Bancel et de l'Argentelle représentent une surface d'environ 64km². Ils prennent leur source dans les collines du Chambaran et se jettent dans le Rhône au niveau d'Andancette. Les écoulements ne sont pérennes que sur les 2/3 aval. L'anthropisation est faible en amont de l'ancienne station d'épuration d'Anneyron et importante en aval de celle-ci (profil en long redressé, faciès homogénéisés, ripisylve absente).

Le Barbaillon

Le Barbaillon est l'émissaire naturel de l'étang du Grand-Lemps à environ 500m d'altitude. Cours d'eau endoréique, il parcourt la plaine de Bièvre avant de s'infiltrer totalement dans les alluvions de la plaine de Bièvre à proximité de l'aéroport. La superficie du bassin versant du Barbaillon en amont immédiat du Grand Lemps est d'environ 17 km². Sa pente moyenne est d'environ 1,6 %. En amont du Grand Lemps, le Barbaillon s'écoule selon une pente faible et s'apparente à un canal rectiligne longeant la voie SNCF Grenoble – Lyon. Compte tenu d'un endiguement continu, il présente une physionomie homogène. En Amont de l'agglomération lempsicoise, une faible partie du débit peut alimenter en secours en eau de process la société d'impression sur étoffes du Grand Lemps (SIEGL) (le prélèvement principal est sur un forage), eau restituée après traitement directement en aval de l'entreprise. A partir de là, le cours d'eau voit sa physionomie se diversifier très localement. Mais à l'entrée du Grand-Lemps, le niveau d'anthropisation s'accroît soudainement et le cours d'eau est corseté puis enterré. Il réapparaît jusqu'à l'aval de Bévenais avant de se perdre dans la nappe de Bièvre. Le colmatage de son lit a réduit ses capacités d'infiltration, les écoulements peuvent se prolonger sur près de 14km jusqu'aux bassins d'infiltrations construits au droit de l'aéroport de St-Etienne de St-Geoirs et à la zone humide dite de Chèvre Noire à proximité immédiate de l'aéroport.

Cartes

Les cartes issues de cette étude et reproduites ci-dessous montrent des mesures de débit effectuées en 2017 avec une proposition d'interprétation des échanges nappes-rivières.

Globalement, les mesures de débit sont conformes à nos observations ; les interprétations basées sur une simple différence de débit entre un point A et un point B, sans interrogation sur la nature du substrat géologique et sur la présence de pertes/résurgences entre deux points de mesure, peuvent être trompeuses ; les points de mesure sont trop peu nombreux et les observations incomplètes pour proposer des interprétations robustes.

Par exemple, on peut noter les difficultés d'interprétation suivantes :

- Pour le Suzon, on observe des écoulements issus des molasses miocènes en amont de leur point de mesure amont (sec en 2017) ; de même, on a des apports latéraux non négligeables entre les deux points de mesure. Le cours d'eau est donc bien perdant et non gagnant en amont de la confluence avec la plaine du Würm.
- On a la même problématique sur les Eydoches qui sort des molasses miocènes avec un débit significatif mais qui se perd rapidement sur la plaine du Liers ; il ne se remet en eau qu'au droit de l'étang des Marais, avant de se perdre rapidement au droit de la forêt des Burettes.
- Tous les affluents du Rival n'ont pas été mesurés en amont de sa confluence avec la Baïse.
- La localisation des points de mesure sur l'Argentelle ne permet pas une estimation robuste des débits restitués au cours d'eau par les terrasses fluvioglaciales ante-würm.
- Etc....

Figure 3-9 : Mesures de débit réalisées en avril 2017

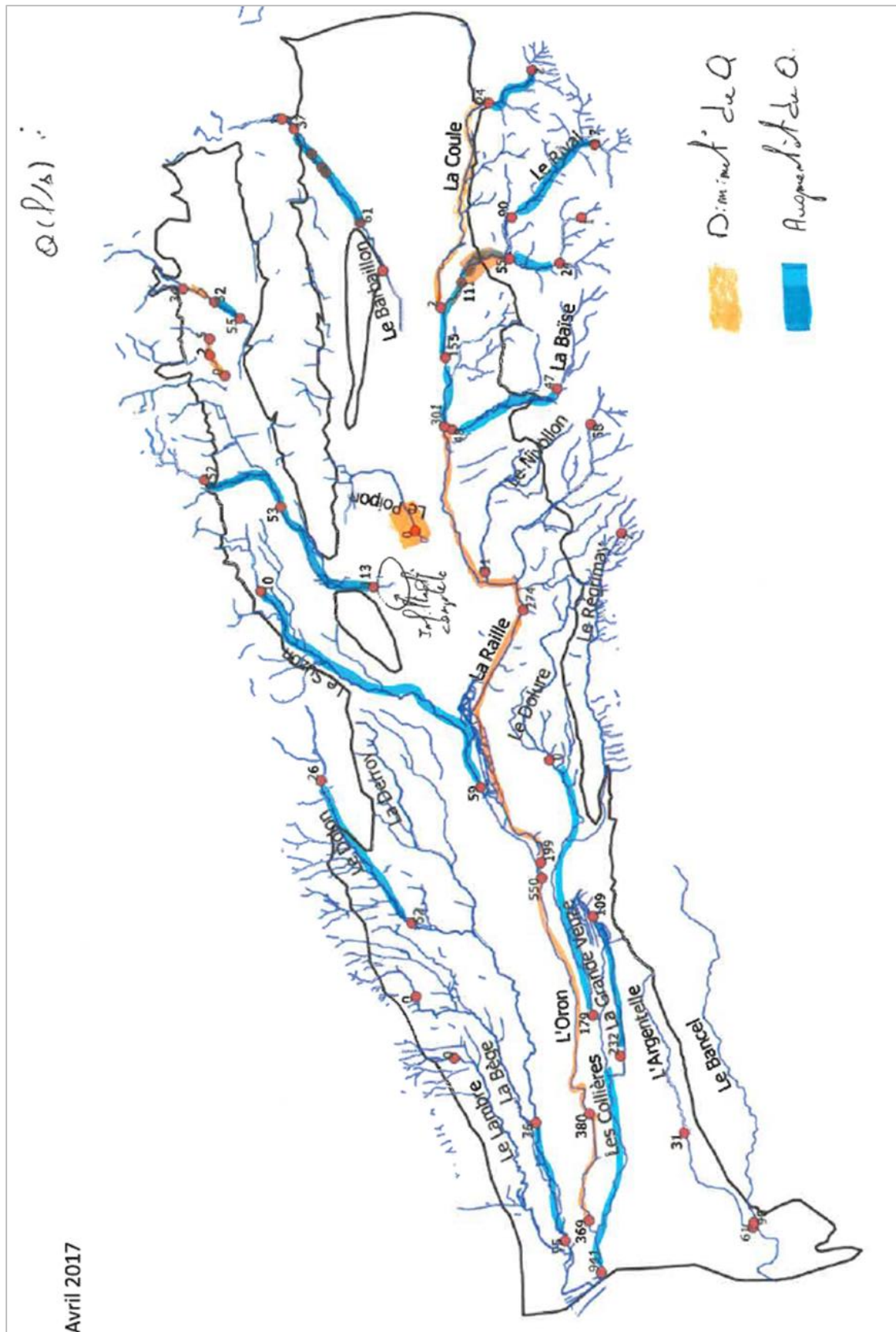


Figure 3-10 : Mesures de débit réalisées en juin 2017

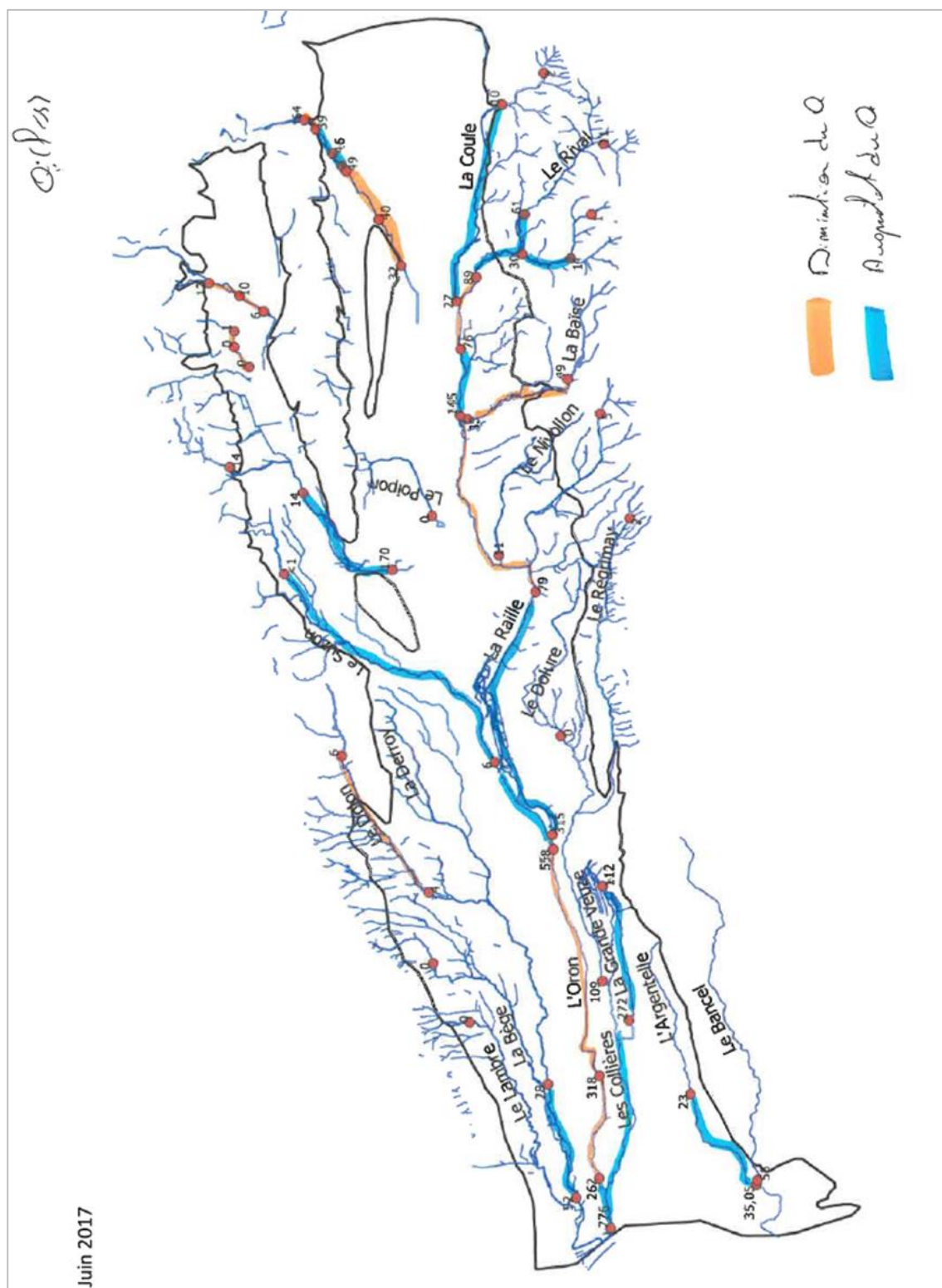


Figure 3-11 : Mesures de débit réalisées en août 2017

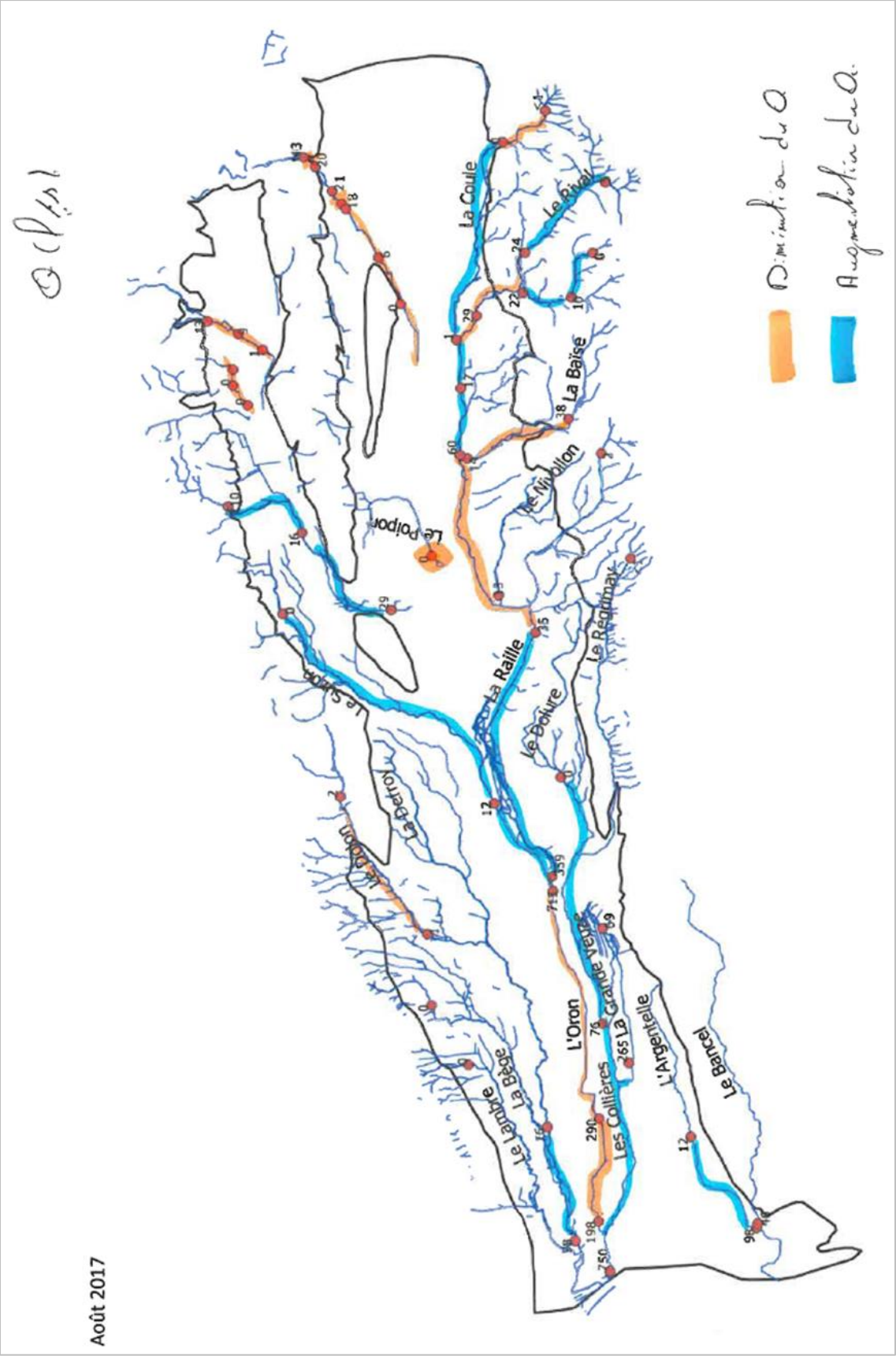
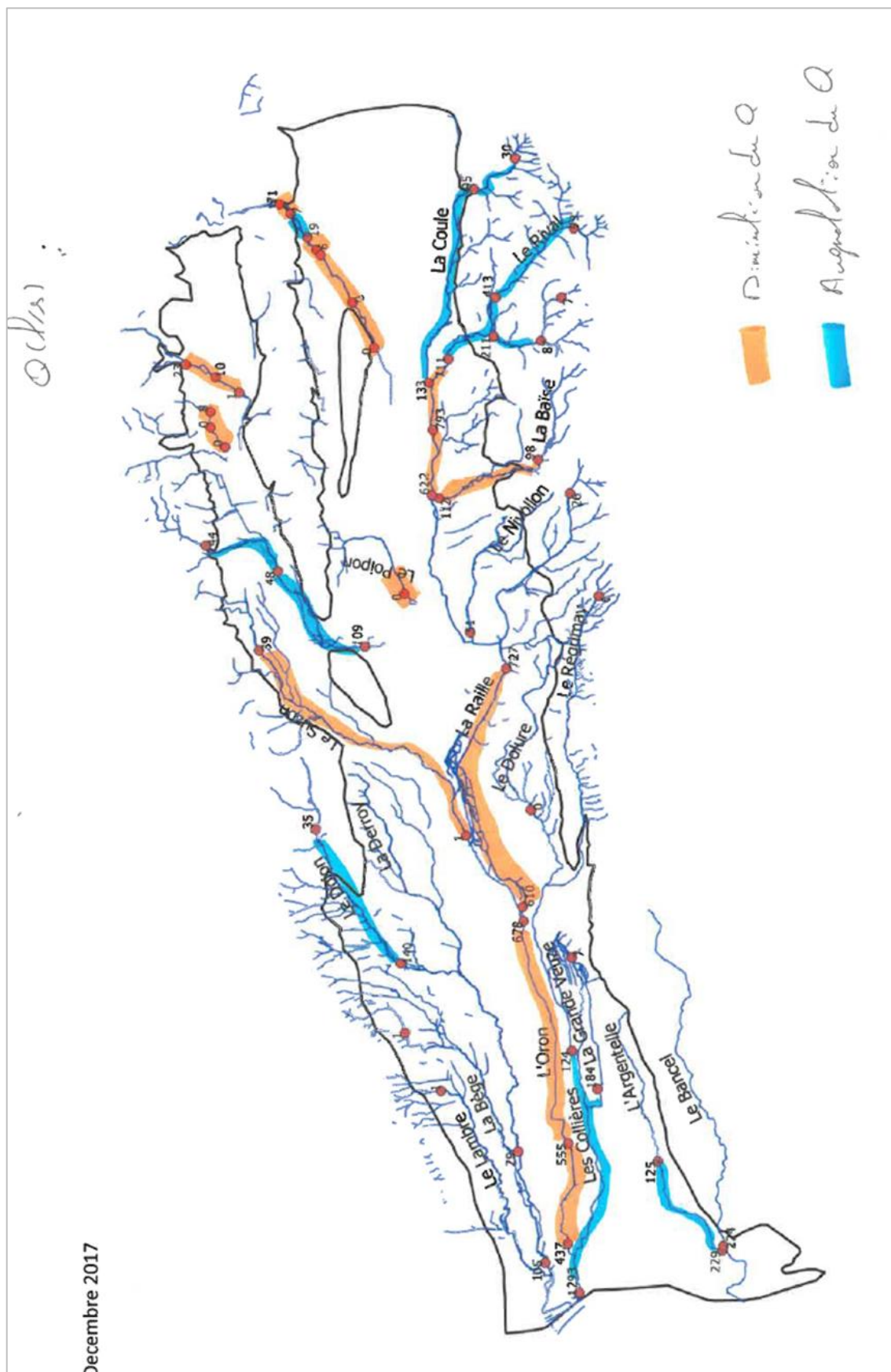


Figure 3-12 : Mesures de débit réalisées en décembre 2017



◆ L'eau dans le bassin Bièvre Valloire (SRAE, 1981)

La superficie du bassin versant apparent du ruisseau Les Collières à Saint Rambert d'Albon est de 650 km² ; elle correspond à la totalité de la surface contrôlée par ce bassin en amont.

En réalité, si on prend en considération uniquement les eaux ruisselées en surface, on constate qu'un fort pourcentage de ce bassin n'est pas drainé, ne possède pas de réseau hydrographique raccordé à un exutoire final. C'est le cas en Bièvre de la partie du bassin du Rival située en rive droite du ruisseau et du bassin des Eydoches dans la plaine du Liers. En Valloire, malgré la présence d'un réseau hydrographique, le drainage est également très faible, en particulier à l'ouest de Saint Sorlin en Valloire. Les exutoires de ce secteur évacuent essentiellement les eaux provenant de l'amont et de la colline bordière au sud.

Le Suzon

Le Suzon se caractérise par un régime temporaire largement prédominant, il est toujours à sec à l'aval en dehors des épisodes pluvieux importants qui engendrent des crues.

Le Dolure

Là encore, on est obligé de séparer le Dolure du Lentiol.

Le Dolure se caractérise par un régime temporaire très accentué avec des écoulements limités aux épisodes pluvieux importants à l'origine de crues.

Le Lentiol a un régime permanent dominant. Les débits d'étiage peuvent éventuellement se réinfiltrer à l'aval au niveau de la terrasse dans le talweg du Lentiol ou du Dolure après la confluence.

Les débits d'étiage sont ceux du Lentiol ; ils sont faibles ou nuls si les eaux du Lentiol se réinfiltrent.

Torrents entre Manthes et Saint Sorlin en Valloire

Ce sont le Fremuzet, le Combet, Vauverières et Nant.

A l'exception de la Vauverière,, qui se caractérise par un régime permanent dominant, tous les autres torrents sont temporaires avec des écoulements seulement en périodes de forte pluviométrie qui engendrent les crues.

Dans les bassins supérieurs, les écoulements à l'étiage sont localement soutenus par des nappes perchées ; les débits sont faibles et se perdent rapidement à l'aval.

Les émissaires d'eaux de ruissellement de surface et d'eaux souterraines

Ce sont les cours d'eau qui évacuent vers l'aval, à la fois, les eaux de surface drainées par les différents bassins qui ont été décrits, et les eaux souterraines provenant de grosses émergences de la nappe.

La zone d'émergence la plus à l'amont est à Saint-Barthélémy de Beaurepaire. ; c'est à partir de cette zone que s'individualisent ces émissaires qui se situent ainsi uniquement dans la plaine de Valloire. Ils sont au nombre de trois : l'Oron, les Collières et la Veuze.

L'Oron et les Collières restent individualisés tout au long de la Valloire, ils confluent à Saint Rambert d'Albon.

La Veuze est l'exutoire des sources de Manthes. C'est un émissaire réservé quasi-uniquement aux eaux souterraines.

L'Oron

Le 9 octobre 1979, pour un débit total de 1 341 l/s, l'apport des sources était de 1 185 l/s. Le 11 mars 1980, les sources débitaient 559 l/s pour un débit total de 1 502 l/s. Le 12 septembre 1980, 981 l/s pour 1 220 l/s.

Les Collières

A Saint-Rambert d'Albon, à hauteur du pont de l'autoroute A7, il reçoit le ruisseau des Claires, lui-même relié à l'Oron et Les Collières constitue alors l'exutoire unique de la plaine.

A ce niveau, la capacité maximale d'écoulement est actuellement de l'ordre de 8 m³/s, valeur particulièrement faible au regard du bassin versant. Il est évident que les crues des émissaires amont n'atteignent pas l'exutoire aval, et que les eaux se ré infiltrent au niveau des talwegs et au droit des zones inondées lors des fortes crues.

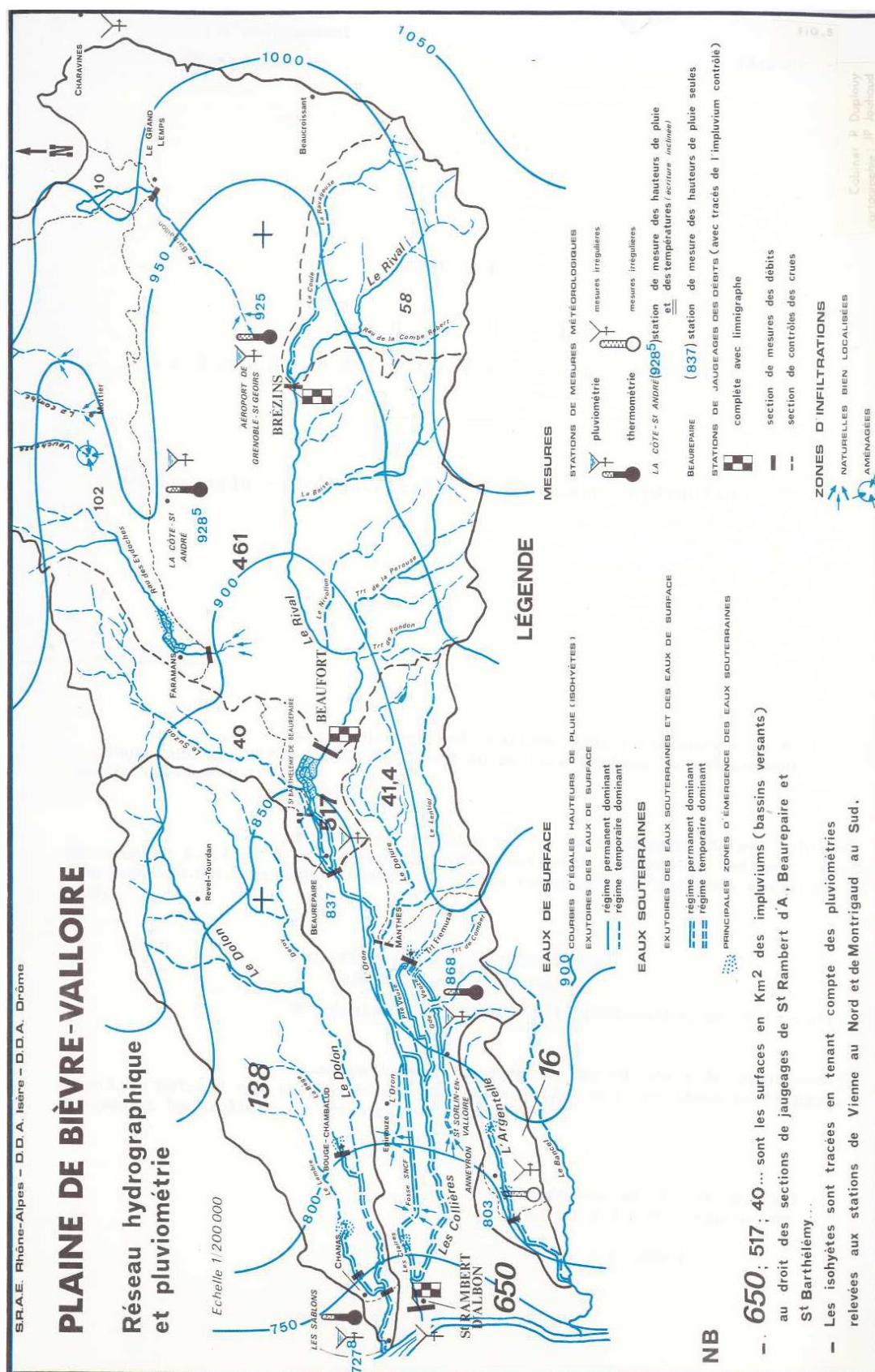
Deux campagnes de jaugeage ont mis en évidence ce phénomène :

- *Le 21 janvier 1975, le débit total cumulé de tous les émissaires, au droit de Manthes, était de 1 095 l/s ; le débit des Collières à Saint Rambert d'Albon était de 25l/s*
- *Le 9 avril 1975, pour un débit de 4 138 l/s à Manthes, le débit des Collières était de 700 l/s.*

La Veuze

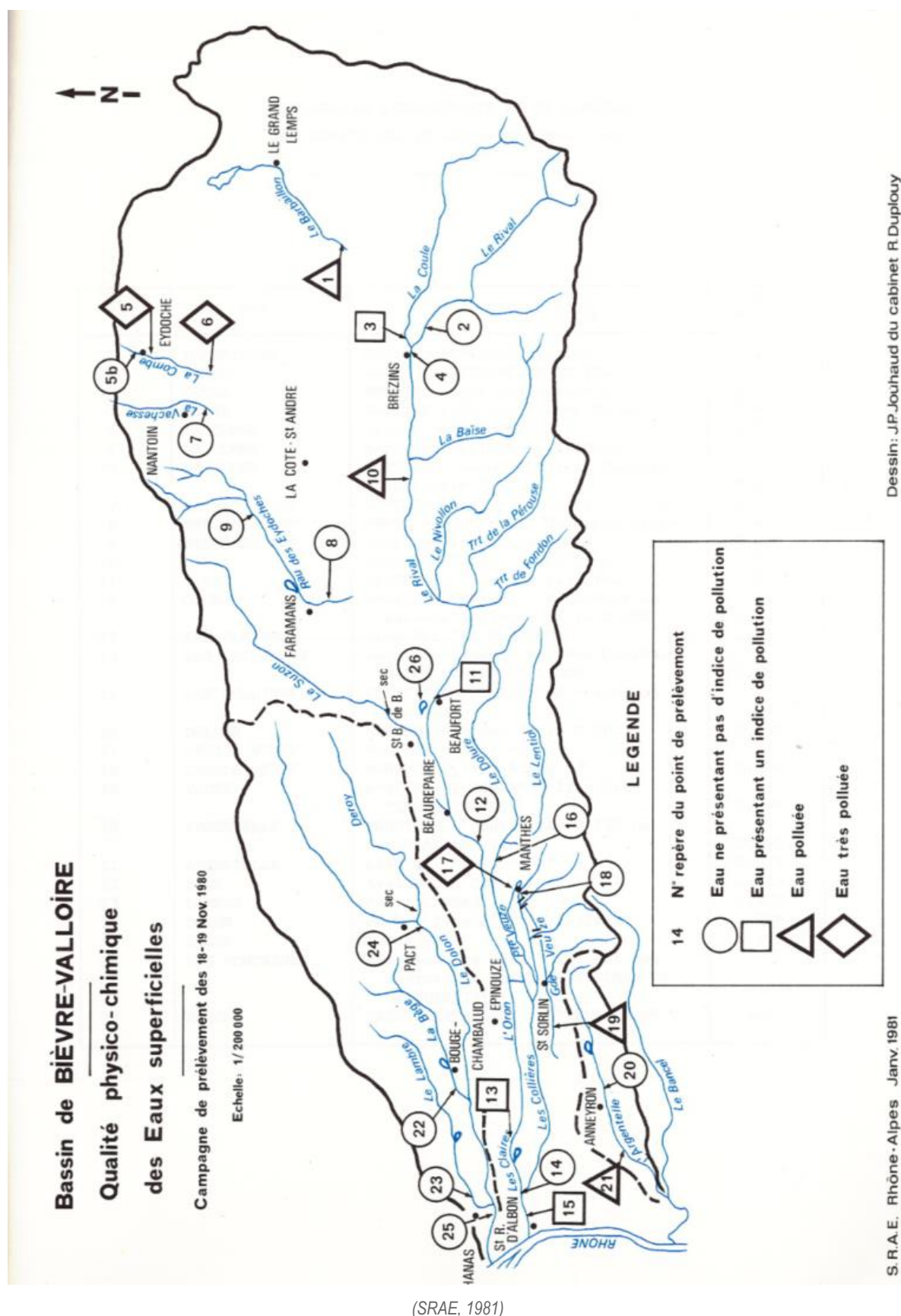
La Veuze est l'exutoire des sources de Manthes ; son débit est celui des émergences. L'écoulement est pérenne et peu variable, le rapport entre le débit minimum et le débit maximum est de l'ordre de 6 à 7, 200 l/s en étiage sévère, il peut atteindre 1 200 l/s à 1 400 l/s en hautes eaux de la nappe.

Figure 3-13 : Plaine de Bièvre-Valloire. Réseau hydrographique et pluviométrie



(SRAE, 1981)

Figure 3-14 : Bassin de Bièvre-Valloire. Qualité physico-chimique des eaux superficielles



(SRAE, 1981)

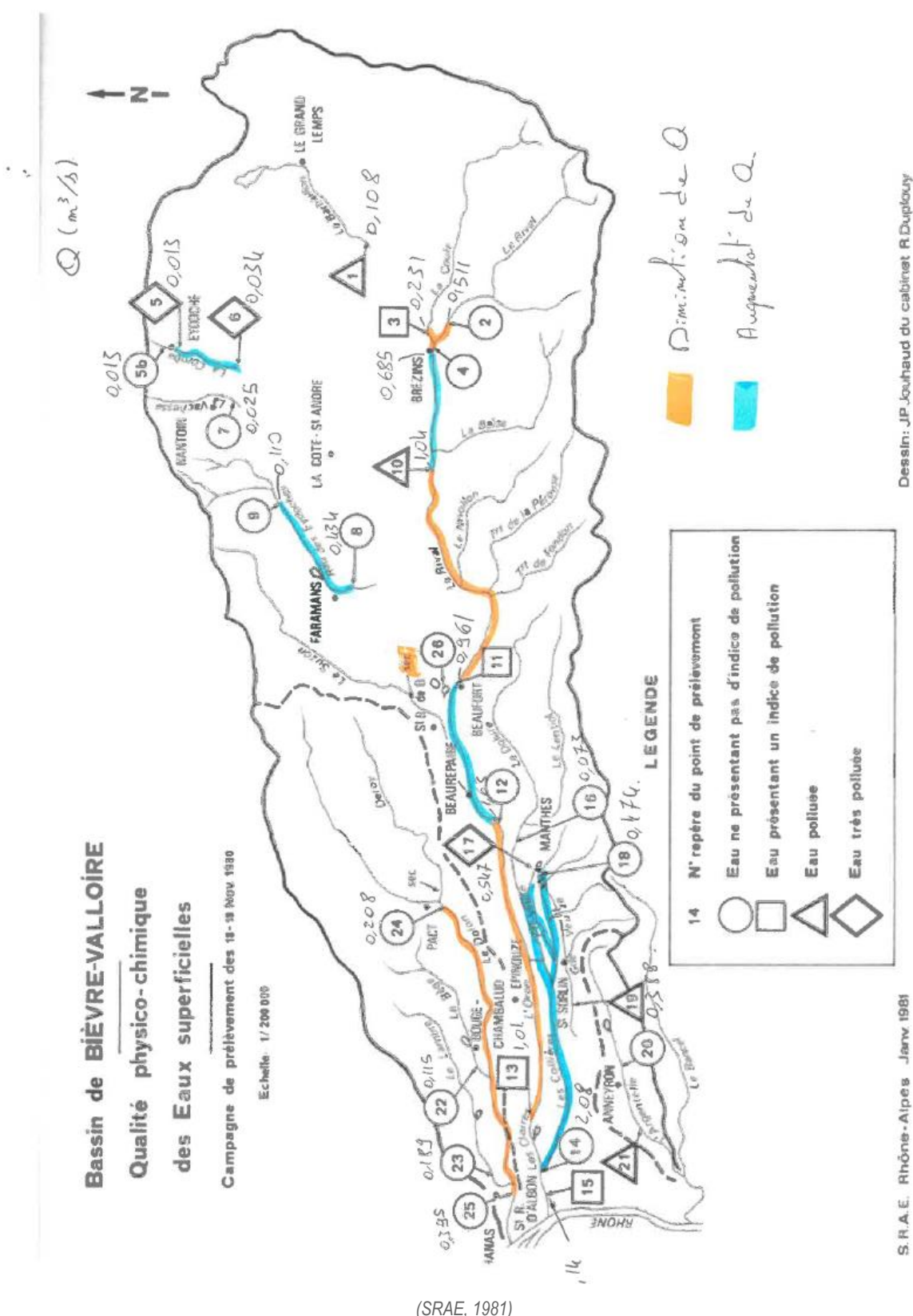
Figure 3-15 : Campagne de prélèvements et de mesures des débits des 18 et 19 novembre 1980

N°	Nom	Localisation	Q m^3/s
1	BARBAILLON	Amont puits infiltration	0,108
2	RIVAL	Amont ST ETIENNE ST GEOIRS	0,511
3	COULE	BREZINS amont confluence RIVAL	0,231
4	RIVAL	BREZINS aval confluence COULE	0,685
5	LA COMBE	Lavoir de EYDOCHE	0,013
5'	LA COMBE	Amont du village de EYDOCHE	0,013
6	LA COMBE	MOTTIER - amont étang en bordure nationale 85	0,034
7	LA VAUCHESSE	NANTOIN amont puits infiltration	0,025
8	EYDOCHES <u>Rau</u>	PENOL - Pont route départementale 71	0,434
9	EYDOCHES <u>Rau</u>	Pont route nationale 518	0,110
10	RIVAL	Lieu dit "LES BLACHES"aval	1,04
11	RIVAL	BEAUFORT - station jaugeage	0,961
12	ORON	Aval BEAUREPAIRE - à hauteur du passage à niveau de la D 130	1,63
13	LES CLAIRES	Lieu dit "LE BOURRU"	1,01
14	LES COLLIERES	Amont confluence Rau des CLAIRES - SAINT RAMBERT D'ALDON	2,08
15	LES COLLIERES	SAINT RAMBERT D'ALBON - station de jaugeage	3,14
16	DOLURE	MANTHES - point de la D 30	0,073
17	PETITE VEUZE	MANTHES - aval étang	0,547
18	GRANDE VEUZE	MANTHES - aval étang	0,474
19	VEUZE	Aval SAINT SORLIN - lieu dit "LES CHIMOIRS"	0,388
20	ARGENTELLE	ANNEYRON - pont route D 130 de MANTAILLE	0,065
21	ARGENTELLE	Lieu dit "PERCIVAUX"	0,078
22	BEGE	Aval BOUGE CHAMBALUD	0,115
23	LAMBRE	Amont CHANAS	0,189
24	DOLON	PACT - lieu dit "BOIS-VIEUX"	0,208
25	DOLON	CHANAS	0,395
26	LES FONTAINES	Emergence la plus à l'amont des sources de SAINT BARTHELEMY DE BEAUREPAIRE	-
27	SUZON	SAINT BARTHELEMY DE BEAUREPAIRE	sec

(SRAE, 1981)

Il est précisé que, durant cette campagne de prélèvements, le réseau hydrographique du bassin présentait un régime hydrologique assez bien représentatif d'un écoulement moyen.

Figure 3-16 : Évolution du débit des cours d'eau d'après les jaugeages effectués dans l'étude L'eau dans le bassin Bièvre-Valloire



Débits des émergences

Les émergences de la nappe Bièvre-Valloire ont fait l'objet de mesures de débit ponctuelles réalisées dans le cadre d'études locales. Sur certaines, une surveillance périodique, sur des durées de plusieurs années, a été effectuée.

Les résultats enregistrés depuis 1973 sont récapitulés dans le tableau de la page suivante.

L'examen du tableau montre que les durées d'observation sont très différentes suivant les émergences, les campagnes de mesures rarement synchrones et leurs périodicités très variables.

On ne peut tirer que des informations générales de ces premiers résultats qui présentent cependant l'intérêt de quantifier le débit de la nappe aux différentes émergences et de se faire une idée du régime pour certaines.

Les sources de Beaurepaire et Manthes sont de loin les plus importantes avec des débits qui dépassent 1 m³/s.

La source d'Ornacieux n'est observée que depuis 1980 ; elle présente des débits intéressants mais qui, dès à présent, paraissent plus variables, en relation avec un aquifère à plus faible réserve.

Les sources de Bouge-Chambalud et de Chanas présentent des débits moins élevés que les précédents mais remarquablement constants, le rapport entre les débits maximums et minimum observés est de 2,5 pour la Bege et de 3,2 pour le Lambre.

La source d'Anneyron est une petite émergence, le débit maximum observé est de 88 l/s et les valeurs sont souvent inférieures à 40 l/s. D'autre part, c'est une source beaucoup plus variable avec un rapport entre le débit maximum et le débit minimum de l'ordre de 15.

Les observations sur les débits de la source de Beaurepaire ne sont pas assez nombreuses pour tirer actuellement des conclusions sur son régime.

Enfin, il est important de signaler qu'il existe, en basse Valloire, des émergences temporaires qui s'assèchent en périodes de basses eaux de la nappe, mais qui peuvent présenter des débits très élevés lors des hautes eaux. C'est le cas des sources de Barberon dans la vallée du Dolon, des Claires à Saint Rambert d'Albon, de Port-Champagne en bordure du Rhône au nord d'Andancette. En 1977, le débit dur Barberon atteignait 944 l/s au mois de juillet, en septembre, octobre et novembre 1979, il était à sec.

Figure 3-17 : Débits des émergences de Bièvre-Valloire

DEBITS DES EMERGENCES DE BIEVRE-VALLOIRE

TABLEAU DES RESULTATS

Date	ORNACIEUX (Eydoches) l/s	BEAUREPAIRE (ORON) l/s	MANTHES (Veuze) l/s	ANNEYRON (Argentelle) l/s	BOUGE CHAMBALUD (Bège) l/s	CHANAS (Lambre) l/s
09/73			634	18		
11/73			585	29		
01/74			407	25		
03/74			555	22		
05/74			669	16		
07/74			447	12		
09/74			209 ⁺	6 ⁺		
11/74			291	21		
01/75			508	18		
03/75			696	23		
05/75			714	46		
07/75			965	61		
09/75			1 140	88 *		
01/76			1 223	48		
06/76			1 100	25		
01/77			1 060	57	212	250
03/77					166	209
04/77					241	227
07/77					195	230*
09/77			1 481*	45	115	215
11/77					159	181
12/77					242 ⁺	193
03/78			1 287	32	179	213
06/78					104	199
07/78					118	182
12/78					134	179
01/79					104	118
03/79			877	29		
04/79					123	159
09/79					75*	95
10/79		1 185	461	16		
11/79					89	148
02/80					105	133
03/80		559	575	30		
05/80					129	145
06/80	423					
07/80	487				98	92*
08/80	52					
09/80	260	981	865	41		
10/80	389				89	135

(SRAE, 1981)

◆ État des lieux des milieux et des usages et diagnostic global (Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire, 2010)

Le bassin Bièvre Liers Valloire compte plusieurs zones importantes d'émergence ou d'infiltration de la nappe.

Les sources de l'Oron à Beaufort et de la Veuze à Manthes sont les zones d'émergence les plus remarquables sur le territoire Bièvre Liers Valloire.

Tableau 3-9 : Caractéristiques des émergences de nappe de Bièvre-Liers Valloire

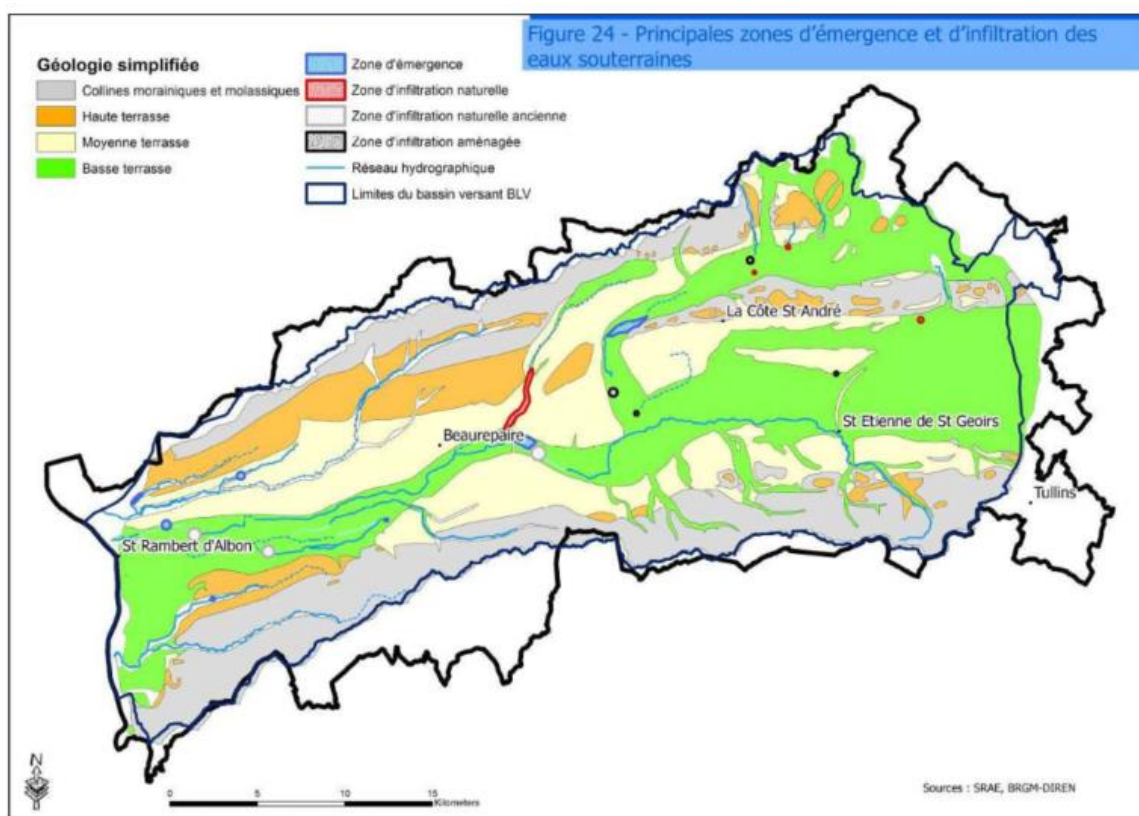
Commune	Cours d'eau	Débit min mesuré (l/s)	date	Débit max mesuré (l/s)	date
Ornacieux	Les Eydoches	52	08/1980	487	07/1980
Beaufort	L'Oron	559	03/1980	1 185	10/1979
Manthes	La Veuze	209	09/1974	1 481	09/1977
Anneyron	L'Argentelle	6	09/1974	88	09/1975
Bougé-Chambalud	La Bège	75	09/1979	242	12/1977
Chanas	Le Lambre	92	07/1980	250	01/1977
St Rambert d'Albon	Les Claires	Nc*		Nc*	

Nc* Non connu

(SRAE, 1981)

Les débits de ces zones d'émergence ont été mesurés de façon ponctuelle lors de l'étude SRAE en 1981. Depuis, seules des mesures récentes de débit ont été effectuées sur les sources de l'Oron dans le cadre de l'Espace Naturel Sensible du site des Fontaines à Beaufort : le débit a été estimé respectivement en juin 2004 à environ 1 450 l/s, en avril 2007 à 50 l/s et en février 2008 à 140 l/s. Les faibles valeurs de débits observés en 2007 et 2008 correspondent à des situations de très basses ou basses eaux piézométriques.

Figure 3-18 : Principales zones d'émergence et d'infiltration des eaux souterraines



(Commission Locale de l'Eau Bièvre Liers Valloire, 2010)

Annexe 2. Informations complémentaires sur la géologie

◆ Problématique

En fin de phase 1, nous avons postulé que l'hypothèse la plus probable pour expliquer la position des sources serait une combinaison entre l'existence de paléochenaux dans le Riss, perpendiculaires au corps sédimentaire wurmien, avec un contraste de perméabilité fort entre les alluvions dans les paléochenaux du Riss et les alluvions du Würm en position latérale.

D'autres hypothèses sont proposées dans la littérature scientifique et technique pour expliquer la position des sources de Manthes et Beaufort :

- Hypothèse de remontée du substratum qui pourrait conduire à réduire la section d'écoulement, provoquant ainsi de facto la résurgence des eaux souterraines.
- Hypothèse d'une convergence de flux sur une section réduite : la note du SRAE (1981) mentionne l'existence de deux paléochenaux qui « confluent » dans le secteur des sources de Beaufort (vallée fossile sous la haute terrasse de la plaine du Liers et vallée fossile sensiblement sous la basse terrasse entre Anneyron et St Barthelemy de Beaurepaire) ; il est également fait mention de deux vallées fossiles sous les terrasses de Marcollin de Lens Lestrang qui semblent confluer dans la région de Manthes.
- Pour les seules sources des Fontaines, réduction de largeur de l'aquifère wurmien de la basse terrasse. On peut constater en effet que le secteur des Fontaines est caractérisé par une réduction de cette largeur (de 2 200 m au niveau de Marcicolles à seulement 900 m au niveau des Fontaines). Notons que pour les sources de Manthes, c'est une disposition inverse que l'on observe avec une ouverture de la plaine alluviale récente.
- Pour les sources de Manthes, remontée des eaux de la molasse miocène dont les écoulements orientés globalement Est-Ouest seraient empêchés par une ria d'origine messinienne remplie d'argiles bleues du Pliocène (Cave, 2013).

Si l'hypothèse proposée comme la plus probable est jugée plausible, il a été argumenté en Comité Technique qu'à ce stade de l'étude, nous ne disposons pas d'études suffisamment précises sur la géométrie et l'imbrication des différents corps sédimentaires regroupés dans la masse d'eau des alluvions fluvio-glaciaire pour pouvoir imposer cette hypothèse

Nous proposons donc ici une reprise des données existantes sur la géologie des corps sédimentaires quaternaires pour avancer sur cette problématique.

En effet, les dépôts quaternaires peuvent être d'une rare complexité. D'origine fluvio-glaciaire, les lithologies qui en résultent sont très hétérogènes et leurs variations latérales sont difficile à appréhender. Nous proposons ici un rappel des dynamiques de formation de ces dépôts quaternaires qui constituent la masse aquifère principale, en nous intéressant tout d'abord à leurs mécanismes de formation avant d'essayer de retracer les grandes lignes de leurs histoires géologiques. Enfin, nous proposons une synthèse des données sur les formations miocène et pliocène au mur du système aquifère quaternaire.

◆ Généralités sur les dépôts glaciaires

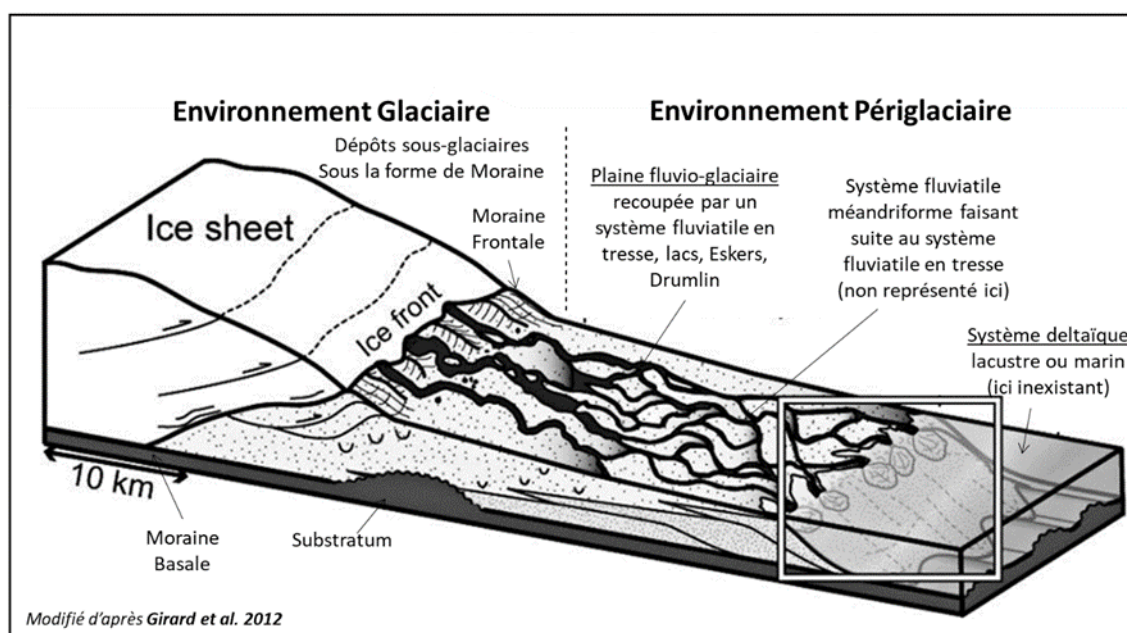
Les alluvions quaternaires du bassin de Bièvre-Valloire correspondent à des dépôts continentaux fluvio-glaciaires, formés lors des dernières glaciations du Quaternaire. On les observe actuellement sur les vestiges d'une vallée glaciaire, entaillée dans des sédiments pliocènes et miocènes.

Cette disposition résulte de l'avancée des glaciers alpins dans la vallée du Rhône, jusqu'aux abords du Massif central. La vallée glaciaire est reconnaissable à sa forme caractéristique en U, typique de ce genre de formation. À noter qu'il s'agit d'une des rares vallées glaciaires de ce type à avoir été relativement bien conservée ; cela s'explique par son abandon, résultant de la capture de drainage du flux qui l'alimentait au bénéfice d'une vallée voisine. De ce fait, les formations mises en place en contexte glaciaire n'ont pas été remobilisées et/ou détruites par des événements fluviaux postérieurs, comme ce fut le cas notamment pour l'Isère.

En contexte glaciaire, il est possible de différencier deux grands types d'environnements de dépôts :

- Premièrement l'environnement sous glaciaire qui se forme uniquement en contact direct avec le glacier, sous la forme de moraines, d'Esker, ou encore de Drumlin.
- L'environnement périglaciaire qui se forme quant à lui sur les abords distaux du glacier, là où ce dernier n'a pas un impact direct sur les formations. Il se matérialise sous la forme de plaines d'inondations (Sandur), de systèmes fluviaux en tresse/méandrique, de lacs...

Figure 3-19 : Environnement de dépôt glaciaire et périglaciaire

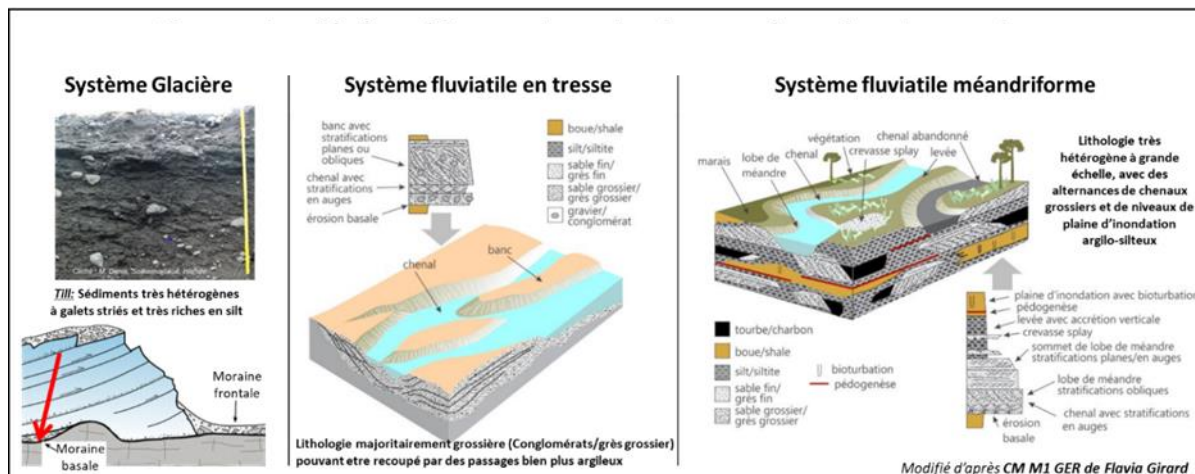


(modifié d'après Girard et al. 2012)

Ces différents environnements de dépôts produisent des formations de lithologies très hétérogènes pouvant être grossières et mal triées (till morainique), grossières et bien triées (alluvions fluviales), ou moyennes/fines et moyennement triées (cultistes de plaine d'inondation). Les caractéristiques primaires de ces dernières (porosité, perméabilités) seront très variables, ce qui aura un impact majeur sur la circulation des eaux souterraines dans ces milieux.

Ainsi, à grande échelle, on peut observer une imbrication de ces différentes formations, qui vont former une unité sédimentaire très hétérogène. De ce fait, certaines formations pourront jouer le rôle de barrière (moraines, lacs...), alors que d'autre le rôle de drain (chenaux, Esker...).

Figure 3-20 : Nature des dépôts sédimentaires selon leur système de mise en place



(figures issues du cours de M1-GER de F. Girard)

De plus, au travers d'une même formation géologique résultant d'un environnement de dépôt, la perméabilité ne sera pas nécessairement homogène. En effet, dans le cas des systèmes fluviatiles par exemple, la perméabilité sera plus élevée au centre que sur les bords de la formation. Les chenaux ayant tendance à se concentrer majoritairement au cœur du système formant de ce fait des lithologies grossières, alors que les plaines alluviales qui seront situées sur les abords auront tendance à former des lithologies plus fines.

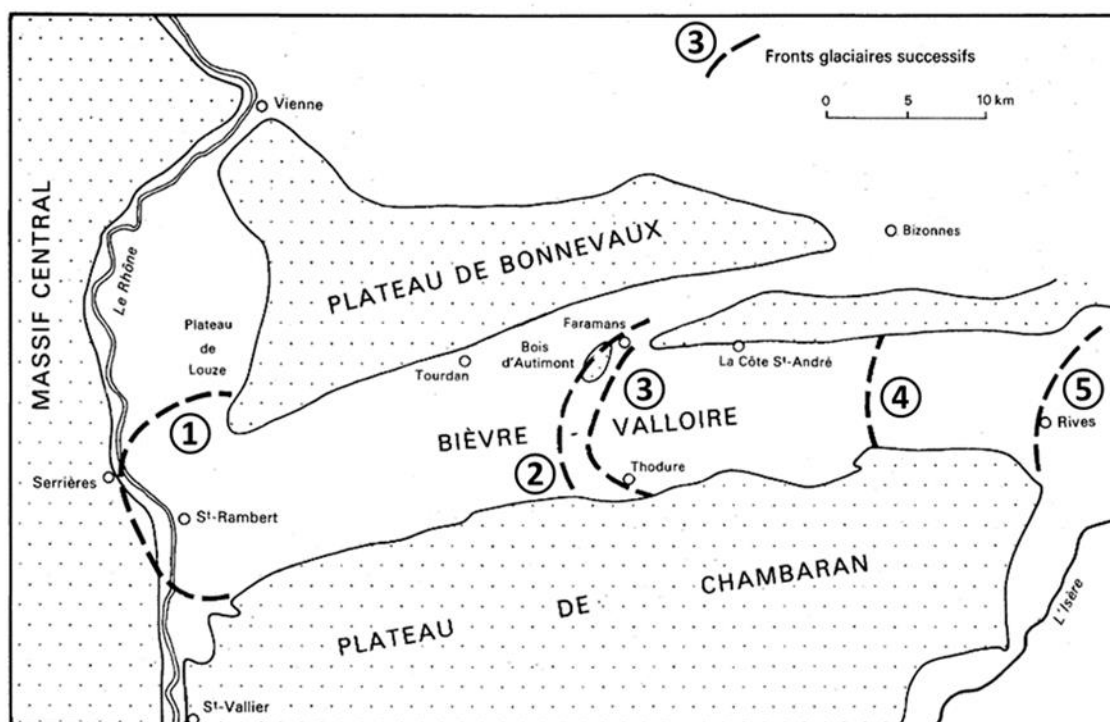
◆ Mise en place des dépôts glaciaires en Bièvre-Valloire

Concernant le bassin de Bièvre Valloire, des éléments de chronologie sont présentés dans les notices des cartes géologiques au 1 : 50 000e de Vienne, Beaurepaire, Serrières et La-Côte-Saint-André. Ces descriptions ont été complétées par des informations issues de quelques articles scientifiques traitant plus généralement du domaine fluvio-glaciaire en domaine péri-alpin.

On peut identifier quatre grandes phases de formations qui semblent être rattachées aux quatre derniers cycles glaciaires que sont le Würm, le Riss, Le Mindel et le Günz. À noter que la datation de ces grandes phases glaciaires ne semble pas encore faire consensus. En effet, les seules informations dans cette littérature scientifique et technique quant aux âges de mise en place, ont été établies via une méthode de datation relative, qui se base sur la disposition géométrique des formations.

Ainsi, pour certains auteurs tous les événements rencontrés résultent de la dernière glaciation würmienne (Chenevoy et al., 1976) alors que pour d'autres il s'agit de l'enregistrement des quatre dernières glaciations (Montjuvent et al., 1977). La deuxième hypothèse semble être plus en adéquation avec ce que l'on sait sur ces événements dans le reste de l'Europe, à savoir une diminution de l'importance des glaciations depuis le Günz. Cependant, le seul moyen d'arbitrer définitivement entre ces différentes hypothèses serait d'effectuer des datations absolues de ces différents dépôts.

Figure 3-21 : Vue cartographique du positionnement des différentes moraines en fonctions des cycles glaciaires



(modifié d'après Chenevoy et al. 1976)

Une fois ces différents cycles identifiés, il est possible de proposer une paléo reconstitution des différents environnements de dépôts via l'étude de ces dépôts fluvio-glaciaires, avec une ébauche du positionnement des différents paléo environnements.

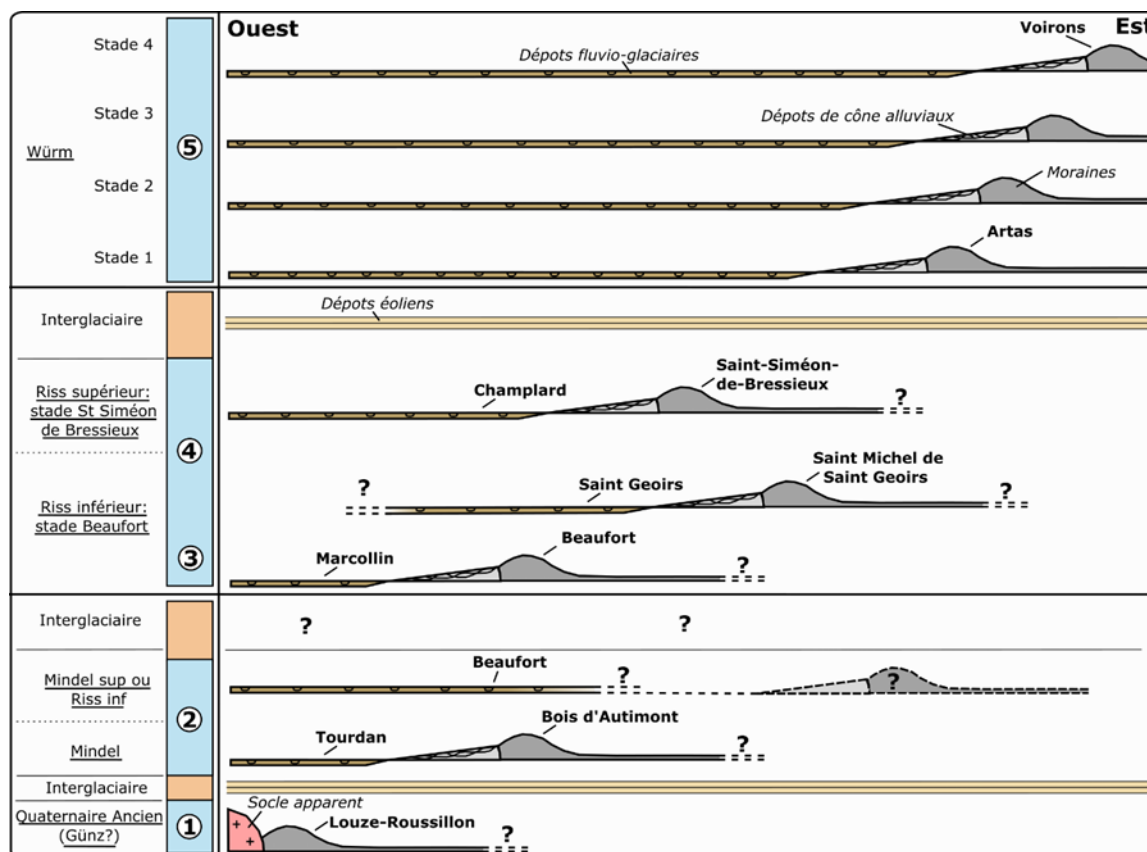
Parmi les évolutions, on peut observer une régression générale du glacier qui butait au Günz contre le Massif central, alors qu'au Würm terminal il ne sortait qu'à peine des vallées encaissées des Alpes au niveau de Voiron. Cela se traduit dans la plaine de Bièvre-Valloire, d'un point de vue lithologique, par une augmentation relative de la porosité au cours des âges, passant ainsi à une grande échelle de dépôts glaciaires frustes à des dépôts fluviaux plus grossiers à l'aval des glaciers.

Il est aussi important de souligner la présence de niveaux de loess et de limons, pouvant atteindre des puissances pluri métriques et s'étant formés au cours des périodes interglaciaires. Ces lithologies particulièrement argileuses et continues pourraient ainsi jouer le rôle d'aquitard, isolant de ce fait différents niveaux aquifères sur une même verticale.

Un autre point intéressant est celui de la localisation des paléo moraines frontales qui marquait l'avance maximale à chaque époque du glacier. En plus d'être un indicateur particulièrement précieux dans le calage géologique de la reconstitution, ces moraines frontales peuvent avoir un impact important sur les écoulements sous terrains. En effet, comme nous avons pu le voir plus tôt, ces dernières ont la particularité d'être constituées de fines particules et d'argiles les rendant de facto peu perméables, les rendant de facto relativement peu perméables. Ainsi, une fois ces dernières recouvertes par d'autres sédiments plus grossiers (ici fluviaux à cause des glaciers en régression), elles pourraient jouer le rôle de barrières hydrauliques, bloquant les écoulements par endroits, les forçant à resurgir sous la forme de sources, ou en les canalisant au travers des rares chenaux les ayant recoupées.

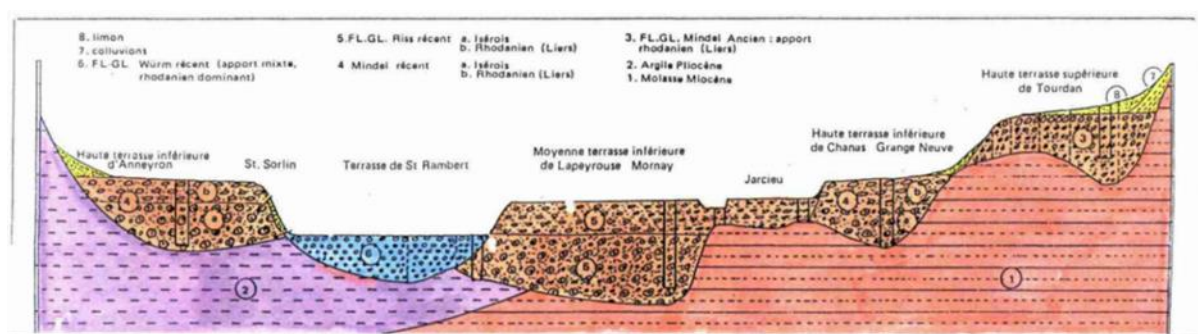
On remarquera d'ailleurs que certaines d'entre elles (du Mindel et du Riss) se situent actuellement au milieu du bassin de la Bièvre Valloire, non loin de Beaufort, là où la position des sources fait débat.

Figure 3-22 : Proposition d'un schéma chronologique de mise en place des dépôts glaciaires issu de notre synthèse des données.



Enfin, il est intéressant de noter qu'entre chaque cycle glaciaire, on assiste à un encaissement du système, créant de ce fait des canyons. Ces derniers ont ensuite été comblés partiellement de nouveaux dépôts et séparant de facto les anciens dépôts sous la forme de terrasse.

Figure 3-23 : Coupe géologique de la Bièvre-Valloire



(Dubar et Fournier, 1994)

Cette cyclicité pourrait être associée à l'évolution typique de la température du glacier au cours d'une glaciation. En effet, il est admis que l'impact d'un glacier sur son environnement est directement contrôlé par sa température. Ainsi, un glacier « froid » ($< -10^{\circ}\text{C}$) ne provoquera ni érosion ni dépôt au niveau de sa semelle, un glacier « tempéré » ($\pm 0^{\circ}\text{C}$) permettra quant à lui une forte érosion de son substratum alors qu'un glacier « chaud » ($> 0^{\circ}\text{C}$) permettra des dépôts sédimentaires importants. De la sorte, au cours de la majorité de la glaciation, un glacier distal sera tempéré et érodera fortement son substrat alors que sur la fin de cette dernière, lorsque la période interglaciaire approche, il deviendrait « chaud », permettant ainsi la formation de quelques dépôts qui combleront ainsi une partie des incisions.

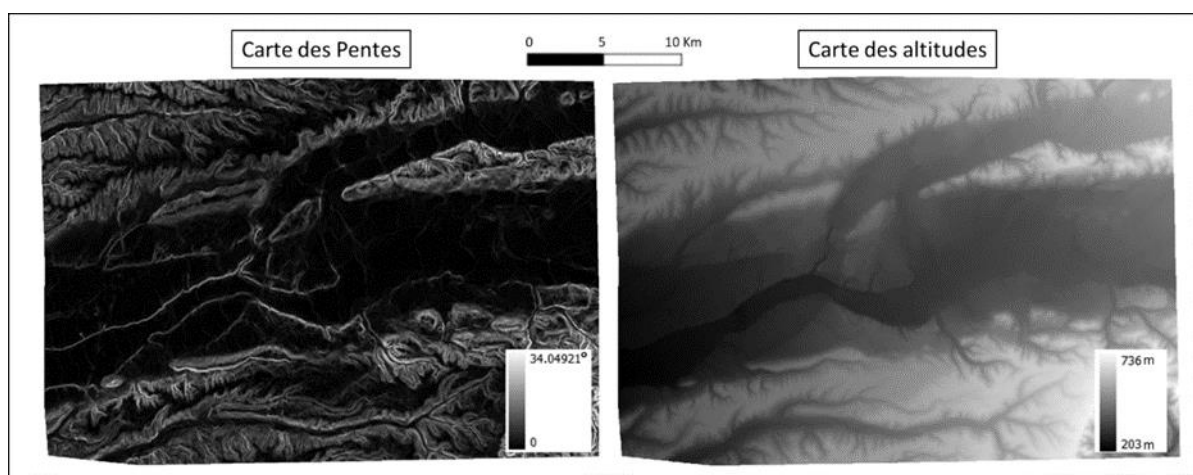
Ce type de dynamique de formation est important pour la compréhension des comportements hydrogéologiques, car elle permet de cloisonner des niveaux perméables, via la formation d'écrans imperméables entre ces différentes unités.

◆ Recherche de données complémentaires

Analyse géomorphologique

Pour compléter cette approche à grande échelle, dans un premier temps, nous avons cherché à identifier des indices ou des objets géomorphologiques (moraines frontales, Eskers, Drumlin, chenaux et terrasses...) par le moyen d'analyses géomorphologiques.

Figure 3-24 : Cartes des Pentes et des altitudes



Pour ce faire, des cartes des altitudes et des pentes ont été réalisées à partir du MNT de l'IGN, pour essayer d'identifier ces indices géomorphologiques. Malheureusement, cette analyse n'a permis d'identifier que des terrasses alluviales, bien reconnaissables sur les cartes de par leurs replats centraux et leurs fortes pentes aux abords, mais qui était déjà indiquées sur les cartes géologiques.

A noter toutefois la confirmation de deux traits géomorphologiques essentiels en termes de comportement hydrogéologique des dépôts quaternaires :

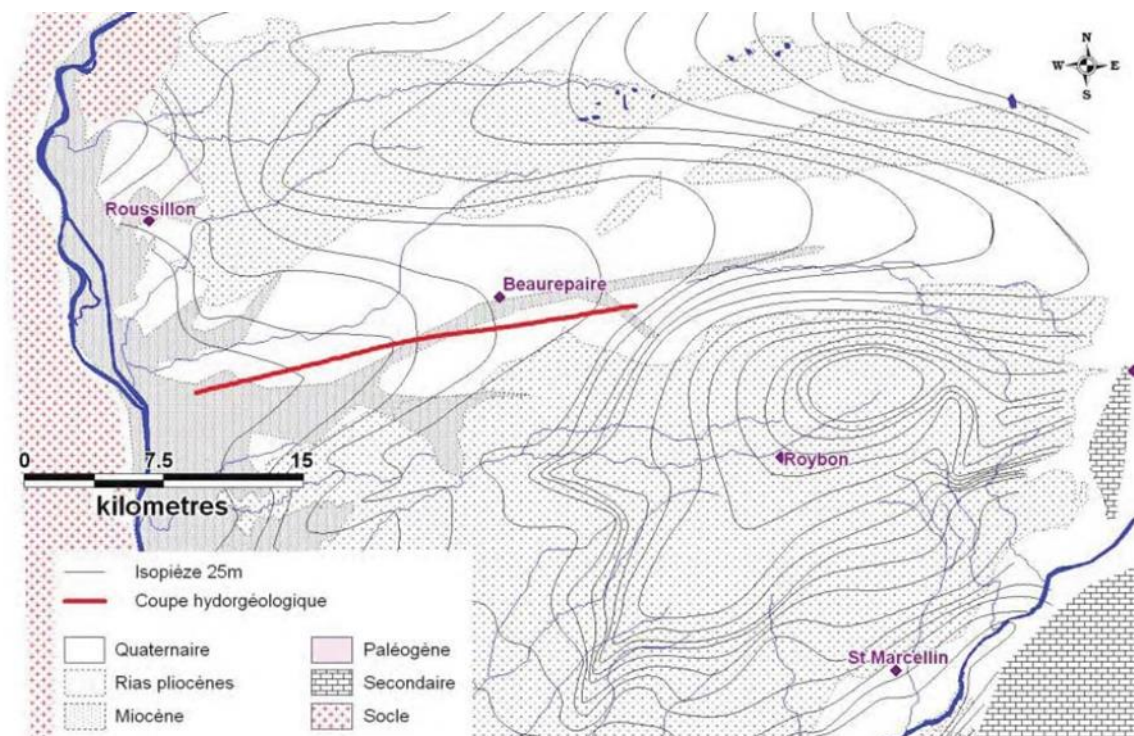
- La vallée du Lier qui correspond à la phase de glaciation du Riss propose deux exutoires ; d'orientation Est-Ouest et limitée sur ses flancs sud et nord par des reliefs miocènes, elle présente un exutoire profond sous la vallée de l'actuel Suzon (débouché approximatif dans le secteur des sources de Beaufort) et un exutoire plus superficiel sous les sources d'Ornacieux (commune de Faramans). Ce caractère superficiel est attesté par les données du seul forage renseigné dans le BSS (07476X0016/FA1) qui montre une accumulation de sédiments quaternaires dans ce secteur d'une dizaine de mètres d'épaisseur seulement. Cette entaille morphologique dans le massif miocène qui forme la limite sud du remplissage, serait donc post-riss et probablement d'origine fluviale.
- De par sa forme, le remplissage du chenal wurmien, en position basse dans le paysage et large de 1 à 2 km, résulte de processus de dépôt fluviale méandrique, conformément au schéma d'ensemble, qui situe le glacier wurmien très en amont de la plaine de dépôt à cette époque.

Données sur le substratum géologique

La nature et la géométrie du substratum géologique sous le remplissage quaternaire pourrait avoir un rôle important d'un point de vue hydrogéologique.

En effet, Cave (2013) propose une localisation des rias pliocène post-messinien qui pourrait expliquer une localisation des remontées des eaux de l'aquifère miocène par effet barrage. Dans ce schéma, les argiles bleues du Pliocène auraient été décapées par les dynamiques d'avancées et de reculs des glaciers durant le Quaternaire, excepté sous des cotes seuils (environ 150 m NGF en basse vallée).

Figure 3-25 : Localisation supposée des rias miocènes



(Cave, 2013)

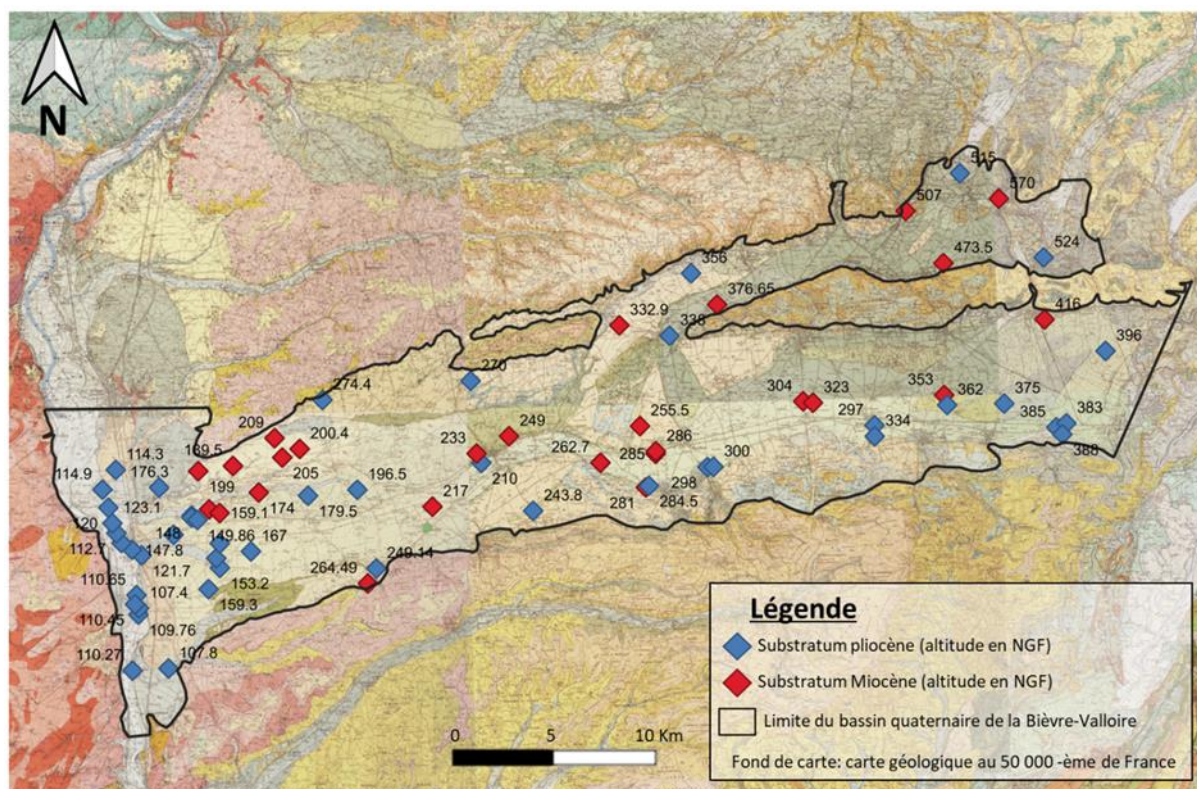
Afin d'étudier cette hypothèse, nous avons collecté les informations contenues dans la notice des cartes géologiques, ainsi que les données de forages renseignés de la BSS.

Les notices géologiques donnent les informations utiles à l'identification des différentes formations tertiaires, recouvertes par les dépôts quaternaires :

- Les séries de molasse miocène sont constituées essentiellement de sédiments fins : sables, silts, limons ou argiles avec des passées plus grossières conglomératiques dans la partie Est de la zone d'étude. Ces matériaux déposés en milieu marin ou fluviolacustre sont issus de l'érosion des massifs qui bordaient le bassin du Bas Dauphiné, Alpes en cours de structuration à l'Est et Massif central à l'Ouest.
- Les séries pliocènes sont constituées majoritairement de niveaux d'argiles gris-bleu pouvant être localement sablonneux (série inférieure) ou riches en débris ligneux (série supérieure). On distinguera d'ailleurs les argiles marines de la série inférieure d'une épaisseur pouvant avoisiner les 200 m aux argiles lacustres de la série supérieure d'une puissance générale de 50 m. De plus, la notice géologique de la carte de Serrière nous indique que « les marnes lacustres d'Hauterives (série du pliocène supérieur) succèdent aux assises marines pliocènes, mais elles débordent aussi l'aire d'extension de ces dernières pour reposer directement en discordance sur le miocène ».

Dans un deuxième temps, l'analyse des données des forages renseignés de la BSS a permis de proposer une carte qui répertorie la nature et la profondeur du substratum pour chaque forage renseigné. Précisons d'ailleurs que nous ne nous sommes pas contentés de reprendre les interprétations lithologiques déjà effectuées, mais que nous avons repris chacune des descriptions lithologiques, et avons essayé d'identifier des lithologies pouvant appartenir aux formations du Pliocène (argiles bleues).

Figure 3-26 : Carte de profondeur et de nature des formations au mur des dépôts quaternaires



L'observation de cette carte montre qu'elle est constituée d'une mosaïque de points dont la nature des lithologies est très hétérogène. De ce fait, il n'est pas possible d'identifier une logique simple dans cette disposition, si ce n'est au niveau du secteur de confluence avec le Rhône : sous la côte 150 où l'on retrouve uniquement du pliocène. La géométrie de la ria messinienne n'est pas confirmée.

Cette hétérogénéité des formations au mur des dépôts quaternaires illustre toute la complexité des dépôts dans ces environnements successifs. Les argiles bleues peuvent tout autant être rattachées au remplissage des rias d'origine messinienne, qu'à des dépôts lacustres isolés en domaine péri-continental (fini miocène ou pliocène). De plus, les nombreuses incisions provoquées par le passage des glaciers ont pu remobiliser les argiles pliocènes par endroit et auraient ainsi pu mettre à jour du miocène, avant les dépôts quaternaires.

◆ Conclusions

Ces travaux complémentaires apportent peu d'éléments conclusifs pour arbitrer entre les hypothèses explicatives de la position des sources de Manthes et de Beaufort.

Ils illustrent la complexité du sujet avec des dynamiques de dépôts très complexes en domaine glaciaire et périglaciaire ; ces approches soulignent l'absence de connaissances avancées sur la structure interne des corps sédimentaires quaternaires (descriptions actuelles pouvant être jugées comme frustrées et incomplètes) et sur la nature du substratum sous ces dépôts.

Ces constats renforcent le besoin d'une étude géologique globale proposée dans les conclusions de la phase 1 de l'étude. Il nous semble qu'une telle étude devra mobiliser des spécialistes en géologie glaciaire et nécessiter des acquisitions de données supplémentaires (forages renseignés, tests hydrauliques, campagnes de prospection géophysique).

D'un point de vue hydrogéologique, avec notre expérience de modélisation et au vu des données collectées et analysées dans le cadre de cette étude (phase 1 et phase 2), il nous semble que l'hypothèse d'une combinaison entre l'existence de paléochenaux dans le Riss, perpendiculaires au corps sédimentaire wurmien, avec un contraste de perméabilité fort entre les alluvions dans les paléochenaux du Riss et les alluvions du Würm en position latérale, reste l'hypothèse la plus probable pour expliquer la position des sources en position centrale des corps sédimentaires quaternaires.

En effet, l'âge et la nature des alluvions peuvent être des facteurs explicatifs : on observe généralement au moins un ordre de grandeur de différence de perméabilité entre alluvions anciennes (Riss) et récentes (post Würm) dans le secteur voisin de Péage de Roussillon (expliqué par un colmatage plus important). On peut faire les mêmes observations dans les cailloutis de Crau, avec de forts contrastes de perméabilité entre les alluvions les plus anciennes (Crau d'Arles) et celles du sillon de Miramas. Et dans une même formation, on sait que l'on a généralement au moins deux ordres de grandeur de variation de perméabilité lié à la dynamique de dépôts des sédiments (variations latérales de faciès).

Rappelons que cet avis d'expert est orienté et basé sur des données incomplètes, donc discutable. Il ne prétend pas poser une vérité scientifique mais proposer une direction de travail.

L'objectif de l'étude est de proposer une analyse critique du fonctionnement des sources avec un modèle conceptuel suffisant pour supporter un exercice de modélisation. A ce jour, il n'est plus possible d'imaginer représenter les sources comme des limites à charge imposée, maintenant qu'il est démontré que le phénomène principal est un mode de fonctionnement par débordement. L'objectif est donc de donner suffisamment d'arguments au modélisateur pour que les écoulements puissent être suffisamment "contrariés" pour conduire à l'émergence sur une limite de type drains dans un modèle hydrodynamique. Et ce au droit de certaines zones très localisées au sein du corps aquifère et à des positions que l'on pourrait qualifier a priori d'atypiques (comparé à d'autres grandes nappes comme celle de la Crau ou les couloirs de l'Est Lyonnais, avec les zones de résurgence sur les limites aval des hydrosystèmes).

Sans argument supplémentaire (et sans étude géologique détaillée), il faudra attendre les résultats des suivis piézométriques proposées pour infirmer ou confirmer cette hypothèse de travail. Il est aussi possible que ces données ne suffisent pas à rediscuter cette hypothèse ; il reviendra alors au modélisateur par un plan d'expérience approprié de tester le « poids » des différentes hypothèses pour expliquer la position des sources (tests paramétriques sur les valeurs de perméabilité, positionnement arbitraire de flux souterrain relatif à l'aquifère miocène, ...).

Annexe 3. Observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire les 25 et 26 mai 2023

Afin de compléter les conclusions proposées en fin de phase 1, des reconnaissances complémentaires ont été réalisées à l'échelle de la totalité de l'aquifère fluvioglaciaire. Elles ont été réalisées les 25 et 26 mai 2023.

Le tableau suivant indique les observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau les 25 et 26 mai.

Pour chacune de ces observations, nous indiquons :

- Le type de mesure / d'observations :
 - Le débit a été mesuré au courantomètre ;
 - Le débit a été estimé par simple observation, ceci concerne les sites où le débit a été jugé faible voire non mesurable au courantomètre ;
 - Le débit a été déduit des volumes prélevés par les piscicultures, donc relâché dans le réseau hydrographique ;
 - Le débit a été collecté sur HydroPortail (<https://hydro.eaufrance.fr/>) pour la station V3434010 : L'Oron [Collières] à Saint-Rambert-d'Albon ;
- Les coordonnées : celles-ci sont indiquées en Lambert 93 (EPSG : 2154).

Tableau 3-10 : Observations et mesures de débit réalisées sur les cours d'eau du bassin Bièvre-Liers-Valloire les 25 et 26 mai 2023

Débit (l/s)	Type	Longitude	Latitude
105	Mesure au courantomètre	882993	6473943
160	Mesure au courantomètre	870660	6473707
105	Mesure au courantomètre	864620	6473624
480	Débit déduit d'après les prélèvements de pisciculture	864487	6473888
324	Mesure au courantomètre	856355	6470549
0	Observation	856721	6470125
0	Observation	857309	6469161
< 10 l/s	Observation	855530	6474687
0	Observation	853729	6472186
< 10 l/s	Observation	853458	6474849
< 10 l/s	Observation	852205	6474995
< 10 l/s	Observation	851395	6472802
0	Observation	849831	6471305
< 10 l/s	Observation	848976	6471825
< 10 l/s	Observation	847247	6470856
0	Observation	845416	6471490

Débit (l/s)	Type	Longitude	Latitude
< 10 l/s	Observation	844285	6471350
< 10 l/s	Observation	842943	6469995
< 10 l/s	Observation	841776	6469627
0	Observation	845545	6470322
0	Observation	845473	6470361
0	Observation	844027	6470061
305	Mesure au courantomètre	844606	6468994
460	Mesure au courantomètre	843467	6468364
900	Station V3434010 : L'Oron [Collières] à Saint-Rambert-d'Albon	842000	6468205
376	Mesure au courantomètre	844961	6467692
< 10 l/s	Observation	850330	6474771
0	Observation	864060	6474257
380	Débit déduit d'après les prélèvements de pisciculture	856455	6468779
165	Débit déduit d'après les prélèvements de pisciculture	857030	6469282
< 10 l/s	Observation	874513	6482511
<10 l/s	Observation	882439	6485608
0	Observation	874404	6482026
0	Observation	872305	6480485
< 10 l/s	Observation	870256	6479844
< 10 l/s	Observation	870313	6479692
< 10 l/s	Observation	870319	6479604
< 50 l/s	Observation	869843	6477877
0	Observation	870250	6475770
0	Observation	870415	6475803
0	Observation	870584	6475846
< 10 l/s	Observation	887872	6480238
0	Observation	885861	6478809
0	Observation	851333	6465774
2.5	Mesure au courantomètre	848951	6465161
40	Mesure au courantomètre	846176	6464506
20	Mesure au courantomètre	843600	6462081



BRL Ingénierie
1105, av. Pierre Mendès-France
BP 94001 | 30001 Nîmes Cedex 5

Tél : +33(0)4.66.87.81.11
Email : brli@brl.fr
<https://brli.brl.fr/>

