

ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX



Sous bassin versant de l'YZERON

Phase 2 : Identification et caractérisation des ressources
en eau souterraine • Septembre 2011

sagyr

BRL
Ingénierie



IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DU BASSIN VERSANT DE L'YZERON

PREAMBULE	1
1. INTRODUCTION.....	3
1.1 Contenu du rapport	3
1.2 Généralités sur la méthode proposée	3
2. ELEMENTS D'ANALYSE.....	4
2.1 Contexte géologique	4
2.1.1 Structure géologique à grande échelle	5
2.1.2 Stratigraphie	8
2.1.3 Etudes techniques	9
2.1.4 Observations sur le terrain :	15
2.2 Contexte hydrogéologique	16
2.2.1 Etudes diverses	16
2.2.2 Base de Données du Sous-Sol	27
2.2.3 Observations de terrain	32
3. IDENTIFICATION DES UNITES AQUIFERES	35
3.1 Avis sommaire sur l'étendue des connaissances	35
3.1.1 Eléments certains et incertains	35
3.1.2 Hypothèses sur les flux liés à l'infiltration des eaux météoriques	36
3.1.3 Rappel sur l'hydrogéologie des aquifères en milieux fissurés	37
3.2 Caractérisation des unités aquifères	38
3.2.1 Nappes de socles	40
3.2.2 Unités aquifères de couverture	43
4. REFERENCES DOCUMENTAIRES.....	50
5. ANNEXES.....	52

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte géologique de l'ouest Lyonnais au 250 000ème (BRGM, Carte de Lyon).	6
Figure 2 : Cartes géologiques de l'ouest Lyonnais au 50 000ème (BRGM, cartes de Lyon, Tarare, St-Symphorien-sur-Coise et Givors).....	7
Figure 3 : Croquis schématique des positions des fractures majeures entre Lyon et le moyen Yzeron.	9
Figure 4 : Profil en long de la surface au sol, de celle du socle et de celle du cours de l'Yzeron entre Craponne et le Jardin des plantes.	10
Figure 5 : Classification des matériaux de couverture (d'après GRAIE, 1986).....	11
Figure 6 : Schéma théorique des formations géologiques à l'est du bassin versant.....	12
Figure 7 : Coupe géologique schématique au droit du méandre de Vaise.....	13
Figure 8 : Faciès caractéristique du socle.....	15
Figure 9 : Fonctionnement hydrogéologique schématique des aquifères de socles (BRGM, 1982).	16
Figure 10 : Schéma simplifié du système aquifère de la dépression de Vaise (BRGM 1982).	17
Figure 11 : Carte du découpage du bassin versant de l'Yzeron en quatre unités hydro-morphologiques.	19
Figure 12 : Carte de la typologie des cours d'eau du bassin de l'Yzeron.....	19
Figure 13 : Typologie des cours d'eau du bassin de l'Yzeron.	20
Figure 14 : Schéma de localisation des piézomètres du sous bassin du Mercier.	24
Figure 15 : Schéma de localisation des piézomètres du sous bassin du Verdy.....	24
Figure 16 : Carte de texture des sols (d'après Gnouma, 2006).....	25
Figure 17 : Valeurs de perméabilité des différentes formations géologiques.....	25
Figure 18 : Carte de localisation des données de la BSS (BRGM Infoterre, 2011).....	29
Figure 19 : Carte des niveaux piézométriques du bassin versant de l'Yzeron.	30
Figure 20 : Carte de localisation des points d'eau du bassin versant de l'Yzeron.....	31
Figure 21 : Morphologie des cours d'eau en partie amont du bassin versant (Milonière et Yzeron).	32
Figure 22 : Morphologie des cours d'eau en partie aval du bassin versant (Milonière et Yzeron)	32
Figure 23 : Carte des conductivités électriques mesurées en mai 2011.	34
Figure 24 : Modèles conceptuels des aquifères de socle (d'après Lachassagne et Wyns, 2005).	37
Figure 25 : Localisation des unités aquifères.....	39
Figure 26 : Altitudes du bassin versant regroupés en cinq classes (d'après Gnouma, 2006).....	40
Figure 27 : Coupe schématique illustrative des typologies d'aquifères de socle.....	42
Figure 28 : Coupe schématique du plateau de Méginand.	45
Figure 29 : Coupe schématique du plateau de Craponne.	46
Figure 30 : Délimitation du couloir fluvio-glaciaire de Tassin.....	49

PREAMBULE

Le bassin versant de l'Yzeron est soumis à des étiages sévères. Ces étiages, récurrents, mettent en évidence un déséquilibre structurel entre offre et demande en eau en période estivale. Le rétablissement de l'équilibre entre offre et demande en eau est un objectif affiché par le plan national de gestion de la rareté de l'eau. Cet objectif s'inscrit aussi pleinement dans celui, plus large, de la mise en oeuvre de la DCE2. Cette dernière exige l'atteinte du bon état des ressources en eau à l'horizon 2015, et pour ce faire le rétablissement de l'équilibre offre/demande en eau.

La notion de volume prélevable est au cœur de la démarche du rétablissement de l'équilibre offre/demande en eau. Défini de manière simplifiée, le volume prélevable sur un bassin donné est la différence entre la ressource disponible a priori (ressource naturelle et volumes de régulations éventuellement disponibles) et ce qu'il faut laisser dans le milieu pour garantir son bon état.

La présente étude a ainsi pour premier objectif d'établir un bilan entre la ressource en eau et les besoins de prélèvement en eau (agriculture, eau potable, industrie et milieu naturel) afin de caractériser la pression exercée actuellement sur le milieu et de déterminer les volumes prélevables à l'avenir.

Conscients des déséquilibres existants sur l'Yzeron, le Syndicat d'Aménagement et de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et de Charbonnières (SAGYRC), ainsi que les acteurs de l'eau et les partenaires techniques concernés par le bassin versant de l'Yzeron, ont décidé de lancer un Protocole de Gestion Concertée de la Ressource (PGCR) en 2007.

La présente étude a pour objet la détermination des volumes maximum prélevables sur le bassin versant de l'Yzeron. Elle s'inscrit dans la poursuite de l'étude de faisabilité pour une meilleure gestion des étiages réalisée en 2006 par BRL. Cette dernière avait permis une appréciation technique et financière des solutions d'aménagement proposées par BCEOM en 1999, et avait également contribué à améliorer la connaissance des usages de l'eau sur le bassin.

L'étude est programmée comme suit :

- ▶ Phase 1 : Caractérisation des sous-bassins et aquifères et recueil de données complémentaires.
- ▶ Phase 2 : Bilan des prélèvements existants, analyse de l'évolution.
- ▶ Phase 3 : Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes.
- ▶ Phase 4 : Détermination des débits minimums biologiques et des objectifs de niveau de nappe.
- ▶ Phase 5 : Détermination des volumes prélevables et des Débits d'Objectif d'étiage.
- ▶ Phase 6 : Proposition de répartition des volumes entre les usages et proposition de périmètre d'organisme unique.

Le présent rapport présente les aspects liés aux eaux souterraines de la phase 1 et 2 de l'étude des volumes prélevables du bassin versant de l'Yzeron.

Son rédacteur principal est l'expert hydrogéologue Pascal Fénart de la société HYDROFIS.

1. INTRODUCTION

1.1 CONTENU DU RAPPORT

Le présent rapport correspond à un rapport technique intermédiaire.

Dans un premier temps, les éléments qui vont expliquer la structure des unités aquifères et leur comportement hydrogéologique à grande échelle, sont présentés :

- ▶ Contexte géologique à grande échelle.
- ▶ Eléments de stratigraphie.
- ▶ Caractérisation des points d'accès aux nappes (forages et puits).
- ▶ Eléments documentaires explicatifs de l'hydrogéologie.
- ▶ Observations de terrain.

Puis, sur la base des éléments d'informations récoltés, nous proposons en synthèse une identification des principales unités aquifères avec une approche générique sur leur comportement hydrogéologique. Une estimation des flux de recharge par infiltration des eaux météoriques est proposée.

Dans cette phase, différents aspects sont ainsi décrits :

- ▶ Nature des encaissants et possibilité d'échanges de fluides entre les unités aquifères.
- ▶ Première analyse des interactions potentielles entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.
- ▶ Potentiel en terme de soutien aux débits d'étiage des principaux cours d'eau du bassin versant.

1.2 GENERALITES SUR LA METHODE PROPOSEE

HYDROFIS est un bureau d'étude spécialisé en hydrogéologie, et plus particulièrement sur les milieux fissurés. La mission a donc été réalisée en respectant les règles de l'Art de la profession.

Nous avons développé à cet effet les moyens suivants, selon les règles de l'Art :

- ▶ Collecte auprès des administrations compétentes, analyse et synthèse des données documentaires et informations d'ordre hydrogéologique (Mairies, DREAL, Universités, BRGM,...).
- ▶ Exploitation des données de la BDSS du BRGM pour recueillir un maximum de points de mesure des paramètres hydrodynamiques.
- ▶ Missions de reconnaissance sommaire sur le terrain pour appréhender correctement les limites des systèmes hydrauliques (état de surface des aquifères, degré de colmatage des berges du réseau endoréique,...).

2. ELEMENTS D'ANALYSE

2.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE

La partie amont du bassin versant correspond à la bordure orientale du Massif Central français. Ce massif ancien, antéhercynien et hercynien, est constitué de roches cristallines, métamorphiques et plutoniques.

D'origine anté-Dévonienne, l'ensemble dérive de granites calco-alcalins. Lors de la phase tectonique majeure, ces méta-granites ont été structurés de façon hétérogène. Les zones de faible contrainte ont vu la formation de gneiss ocellés, et dans les zones de fortes contraintes, les gneiss rubanés ont été formés. De plus, ces deux types de faciès sont localement affectés par une recristallisation tardive, donnant un troisième faciès de gneiss anatectiques.

Le relief est celui d'une pénéplaine réalisée avant le début de l'ère secondaire mais il fut rajeuni au cours du Tertiaire par le jeu d'effondrement du fossé rhodanien et du soulèvement de la chaîne alpine. Cette bordure, ou vousoir oriental, du Massif Central montre une orographie Nord-Sud selon une crête montagneuse des monts du Tararais-monts du Lyonnais, celle-ci ne recouvre que le Plateau lyonnais, surface d'érosion tertiaire arasée vers 300-350 m d'altitude.

Le réseau hydrographique est conditionné par les directions structurales du massif ancien et par la paléogéographie tertiaire.

La partie aval du bassin versant est composée de dépôts quaternaires reposant sur le socle cristallin. En effet, le long du Rhône, le sous-sol est lié à la présence des formations glaciaires du quaternaire. Le retrait des glaciers et l'intervention des eaux courantes de fusion des glaciers ont donné les nappes alluviales fluvio-glaciaires Wurmiennes. Un ensemble d'alluvions fluviales villafranchiennes est également présent, d'origine antérieure à la glaciation du Würm.

Les colluvions des Monts du Lyonnais réalisent la transition entre les deux grands ensembles géologiques du bassin versant de l'Yzeron. Ils sont les produits de l'érosion du socle cristallin.

Pour résumer :

- ▶ La bordure occidentale du bassin est caractérisée par du socle cristallin de type métamorphique. Signalons la présence de granites dans le sous bassin versant de la Charbonnière..
- ▶ La bordure orientale du bassin est caractérisée par des dépôts alluvionnaires résultant de l'emprise des glaciers quaternaires et l'action de leurs eaux de fusion. Les données de cartographie au 1 : 50 000 et les données de forage enregistrées à la BSS sont suffisantes pour assurer une identification de la nature et de la géométrie des principaux corps sédimentaires.

2.1.1 Structure géologique à grande échelle

2.1.1.1 Histoire géologique

Cette partie reprend la description géologique de la vallée de l'Yzeron faite par Roche (1999).

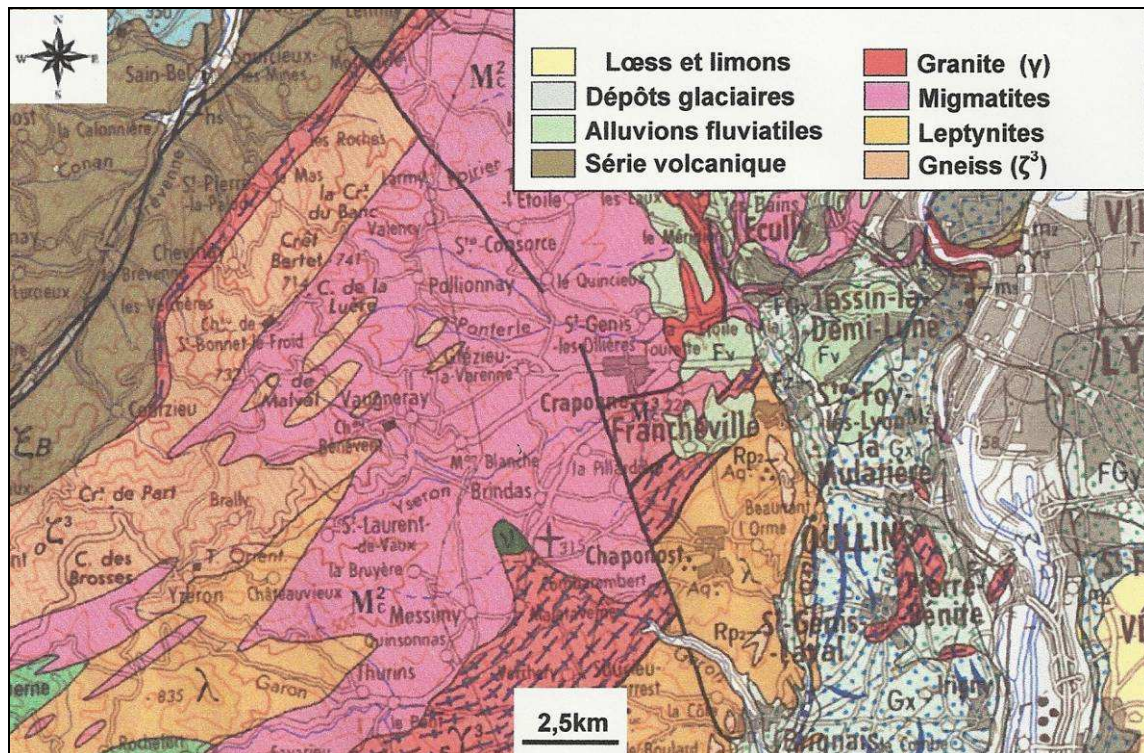
- ▶ A la fin de l'ère primaire (-600 à -230 millions d'années), le plissement hercynien forme à l'Ouest de la région lyonnaise, les principales montagnes : massif du Pilat, Mons du Lyonnais, Massif de Tarare, Haut Beaujolais, Monts du Charollais. Ces montagnes sont formées de roches cristallines. Ainsi, les principales roches que nous retrouvons dans le sous-sol des monts lyonnais sont : le gneiss, le granite et le schiste. Le plateau lyonnais est ainsi formé de terrains cristallins recouverts de formations résiduelles argileuses.
- ▶ Durant l'ère secondaire (-230 à -65 millions d'années), le massif hercynien s'érode et ses débris forment des terrains sédimentaires du Mâconnais, de Charollais, du Beaujolais bâtard et du Mont d'Or. À la fin de cette période, se produit le grand effondrement de la vallée de la Saône et du Rhône, qui a profondément abaissé les terrains secondaires et transformé la région lyonnaise en un long couloir.
- ▶ Pendant l'ère tertiaire (-65 à -2 millions d'années) et une partie du quaternaire, se produit le plissement alpin. Si la déformation maximale affecte en priorité l'Arc alpin, des déformations secondaires remodelent pour partie le secteur d'étude (surrection du socle cristallin avec réactivation de failles).
- ▶ La quaternaire laisse une empreinte décisive sur la région lyonnaise par les phénomènes d'alluvionnement et de glaciation. Les dépôts fluviatiles constituent ainsi des terrasses au bord des cours d'eau (Vallée de l'Yzeron, du Ratier, de Ribes, de Charbonnières). Ces terrasses de cailloux roulés sont des anciens lits de rivières qui ont coulé à 400 m d'altitude au-dessus des cours d'eau actuels. Mais au milieu du quaternaire, l'avancée du glacier du Rhône s'étend jusqu'à Fourvière, sa moraine frontale atteint même Francheville. Le Rhône, qui n'existe que sous la forme de glace jusqu'à Lyon, prend naissance dans le glacier. Ne pouvant plus suivre son cours actuel, il est repoussé à l'Ouest au niveau de la dépression naturelle allant de Vaise à Givors. On a donc un modelé quaternaire complexe car associant dépôts glaciaires et dépôts fluvio-glaciaires sans que les chronologies de mise en place de ces dépôts soient évidentes.

2.1.1.2 Exploitation des cartes géologiques

La carte géologique de l'ouest Lyonnais au 1 / 250 000, met en évidence trois ensembles :

- ▶ Une partie occidentale qui correspond à une fraction du Massif Central (le Plateau Lyonnais) étalé au pied de la chaîne montagneuse de direction Nord-Sud, appelée Monts du Lyonnais. Alors que ces derniers culminent vers 1 000 m, le Plateau n'est qu'un replat d'érosion vers 300 m d'altitude. Les directions structurales sont surtout SW-NE et aussi S.SE-N.NW. Les rivières qui entament le Plateau Lyonnais sont guidées par ces directions. Tous les terrains sont cristallins et cristallophylliens.
- ▶ Une partie Nord-Est (la Dombes) qui correspond à un vaste plateau triangulaire d'altitude voisine de 300 m, dominant les fleuves actuels par une côte abrupte (Ain, Saône, Rhône). Sa surface est d'une remarquable régularité car sa structure est homogène : terrains tertiaires horizontaux recouverts uniformément par un manteau morainique. Seules les bordures sont entaillées par quelques ravins peu importants.
- ▶ Une partie Sud-Est, le Bas-Dauphiné, vaste pays tertiaire et en partie quaternaire, qui vient se terminer dans la boucle du Rhône par la plaine de l'Est lyonnais aux collines radiales si particulières. C'est une plaine entièrement couverte par les formations glaciaires et fluvio-glaciaires ne laissant guère deviner les molasses miocènes sous-jacentes qui remplissent le fossé d'effondrement rhodanien.

Figure 1 : Carte géologique de l'ouest Lyonnais au 250 000ème (BRGM, Carte de Lyon).

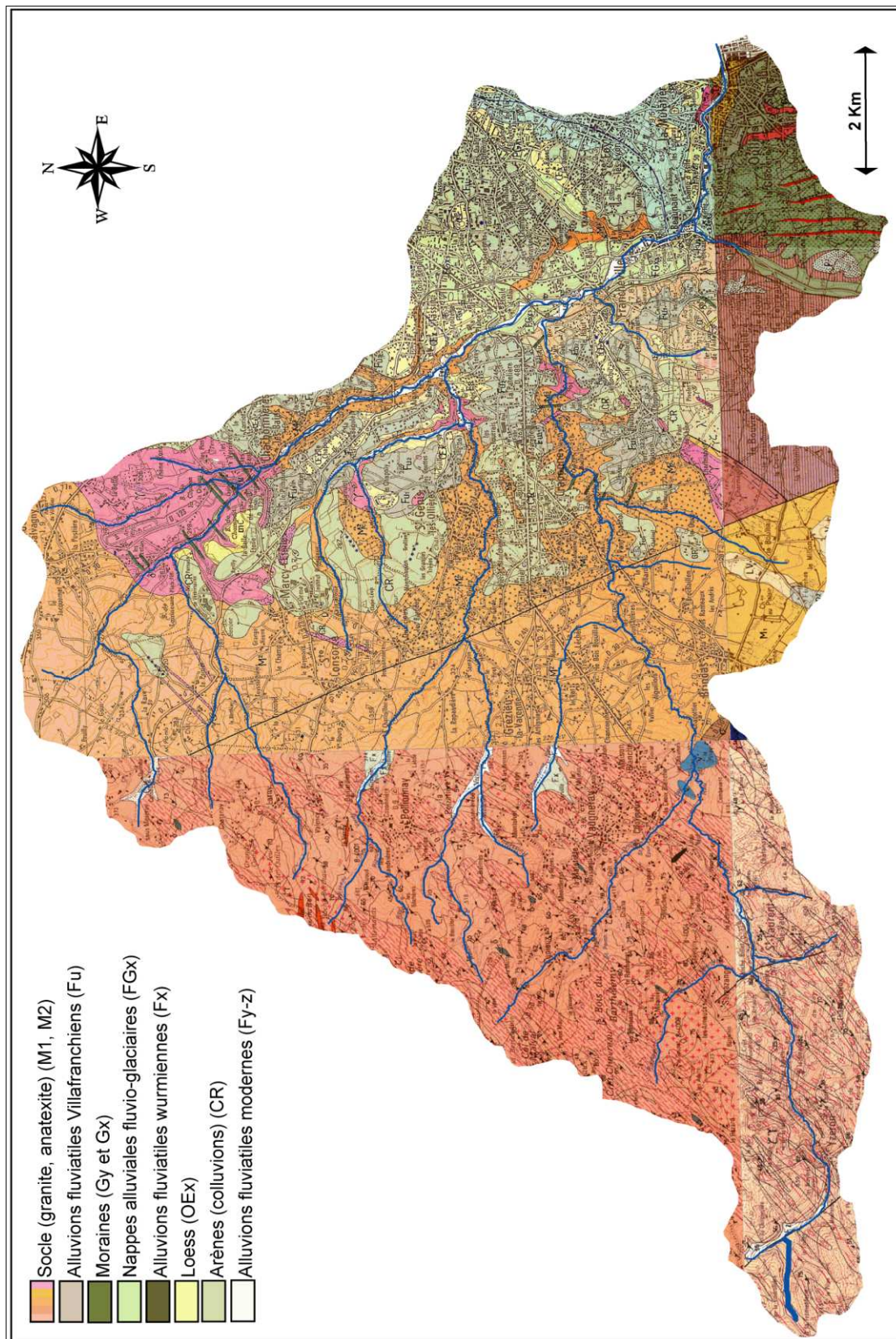


La Saône coule du Nord au Sud dans l'axe de la carte, au pied du Plateau lyonnais c'est-à-dire sur le bord occidental du fossé d'effondrement. Le Rhône vient directement de l'Est pour buter aussi contre le rebord du plateau et confluer ainsi avec la Saône.

Le bassin versant de l'Yzeron est situé sur les cartes géologiques de Lyon, de Tarare, de St-Symphorien-sur-Coise et de Givors au 1 : 50 000. Ces cartes nous permettent d'observer deux formations majeures :

- ▶ Le socle cristallin est composé majoritairement de roches métamorphiques de type anatexique. Ces faciès dominent sur toute la partie amont du bassin versant. Notons la présence de granites sur la partie la plus aval du bassin versant ; ils sont soit affleurants (secteur amont de la Charbonnière) soit recouverts par les dépôts quaternaires (plateaux de St Genis les Ollières et de Craponne).
- ▶ La couverture sédimentaire quaternaire est décrite dans toute sa variété : dépôts éoliens type loess, arènes granitiques, sédiments fluvio-glaciaires à fluvio-lacustres. On peut considérer en première approximation que l'on a une bonne connaissance de la nature et de l'extension horizontale des dépôts à l'échelle du bassin versant.

Figure 2 : Cartes géologiques de l'ouest Lyonnais au 50 000ème (BRGM, cartes de Lyon, Tarare, St-Symphorien-sur-Coise et Givors).



2.1.2 Stratigraphie

Les cartes géologiques, et plus particulièrement celle de Lyon, ont servi à décrire les faciès géologiques présents sur le bassin versant de l'Yzeron. On trouve chronologiquement :

LES FORMATIONS DE SOCLE :

- ▶ Granite (γ) : de nombreux massifs granitiques sont présents sur le bassin versant de l'Yzeron. Les massifs granitiques sont allongés dans la direction hercynienne (SW-NE) et ont, peu ou prou, tendance à prendre une texture orientée. Les contours des massifs sont tantôt assez nets, de type intrusif, tantôt plus diffus. La mise en place serait, classiquement, antérieure à la fin des mouvements hercyniens.
- ▶ Anatexite (M^2) : la majeure partie du socle est composée de ces roches. Il s'agit d'une roche ayant subi une fusion partielle. Les anatexites sont un mélange de gneiss et de granite. Composition minéralogique : quartz, microcline et oligoclase à 90%. NB : On parle d'anatexites lorsque des masses sont essentiellement formées de granite mais que celles-ci contiennent de nombreuses enclaves de gneiss (dont les limites sont plus ou moins diffuses). Il s'agit de roches qui résultent d'une fusion partielle de gneiss, jusqu'à un stade tellement avancé que le "paléosome" gneissique n'y est plus conservé qu'occasionnellement, à l'état de reliques dispersées dans la masse de la roche. On peut dire que dans les migmatites, le volume du gneiss prédomine sur celui du granite, tandis que c'est l'inverse dans les anatexites, mais il n'y a pas de différence dans le processus de formation.

LES FORMATIONS DE COUVERTURE :

- ▶ Formation caillouteuse de la Croix-Laval (mC) : formation caillouteuse profondément altérée et très peu connue.
- ▶ Alluvions fluviales Villafranchiennes (Fux) : gros galets de quartzite dans une matrice argileuse. Le creusement a laissé l'empreinte de 3 paliers (Fu1, Fu2 et Fu3) dont les altitudes respectives sur la carte sont : 300, 275 et 250 mètres. Ces dépôts correspondent à la fin du comblement du fossé rhodanien avant la glaciation de Würm (la période Villafranchienne est comprise entre - 5,2 et - 0,9 millions d'années.).
- ▶ Dépôts wurmiens (entre - 120 000 et - 10 000 années) :
 - Moraines wurmiennes (Gxx): Les moraines sont des dépôts liés directement aux glaciers. Deux faciès principaux sont présents : les moraines argileuses appelées également argile à blocs, hétérométriques et les moraines caillouteuses, appelées également moraines à éléments calibrés, qui ont une structure en lits réguliers dont les éléments sont calibrés et orientés.
 - Formations sous glaciaires : Kames, dépôts glacio-lacustres...
 - Nappes alluviales fluvio-glaciaires wurmiennes (FGxx): Les alluvions fluvio-glaciaires sont liées à la fonte des glaciers lors de ses phases de retrait.
 - Alluvions fluviales wurmiennes (Fxx): Des terrasses accompagnent les stades de retrait wurmien ; elles sont le prolongement des nappes fluvio-glaciaires (la limite entre les deux est parfois arbitraire).
 - Löss et limons wurmiens (OEx) : Dépôts éolien fin, friable, siliceux, calcaire et argileux, parfois ferrugineux pouvant atteindre huit mètres d'épaisseur maximale.
- ▶ Colluvions et formations résiduelles du plateau lyonnais (CR) : arènes sablo-argileuses mêlées à des fragments de roches du socle et à des galets siliceux issus des formations villafranchiennes. Formation parfois consolidée par un ciment argilo-ferrugineux.
- ▶ Alluvions fluviales modernes (Fy-z) : Alluvions produites par l'érosion fluviale post wurmienne et tapissant les cours d'eau.

2.1.3 Etudes techniques

2.1.3.1 Géologie et Hydrologie appliquées à l'urbanisme dans les collines lyonnaises (Russo, 1965)

Cet ouvrage présente une analyse de détail de la géologie et l'hydrologie des collines lyonnaises. On y trouve une description argumentée et de grande qualité de la géométrie des corps sédimentaires, et des grandes structures du socle.

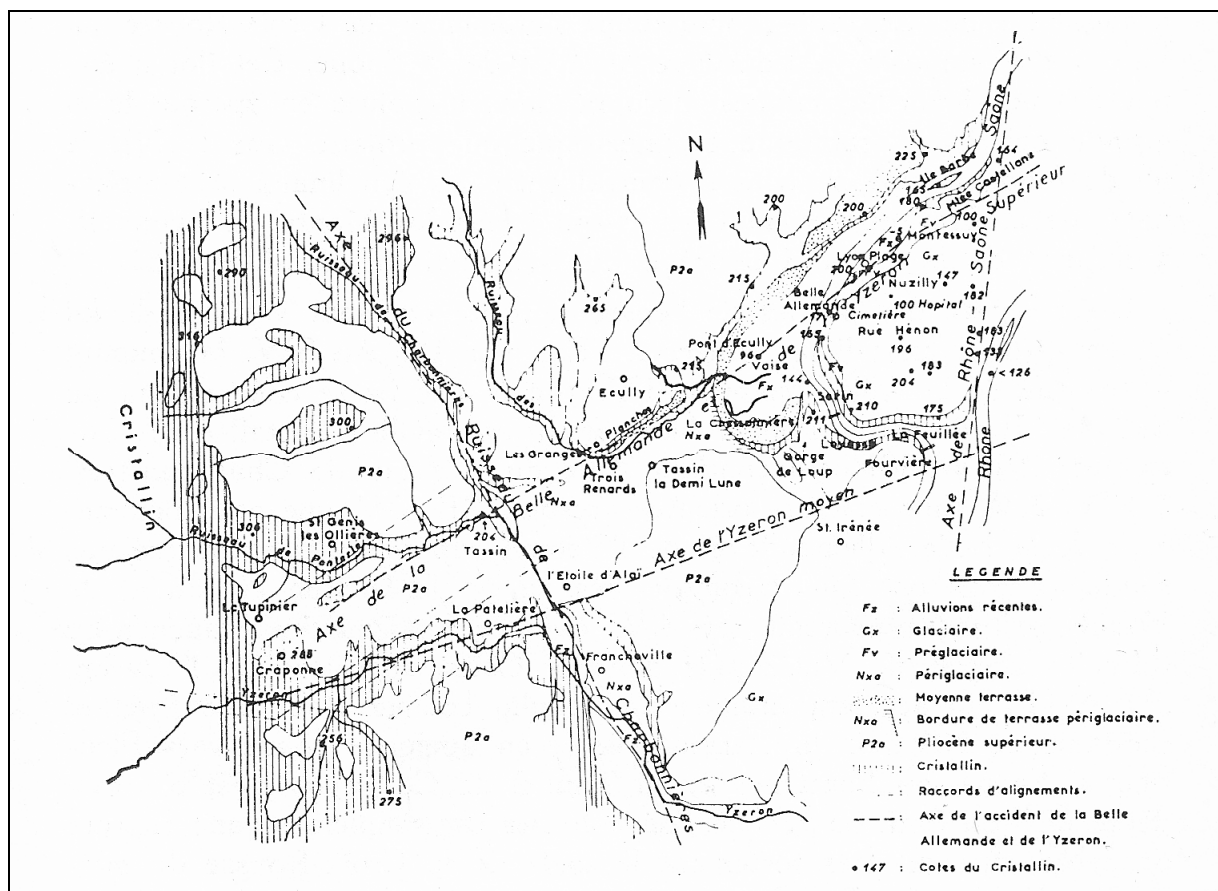
Les directions majeures de fracturation sont N020, N130 et N-S.

On peut notamment trouver la description de quatre accidents présents sur les collines lyonnaises :

- ▶ La coupure tectonique de la vallée basse de l'Yzeron installé sur une fracture Nord Nord-Ouest – Sud Sud-Est qui continue celle du ruisseau de Charbonnières.
- ▶ La fracture de la Belle Allemande et de l'Yzeron supérieur, orientée Nord-Est – Sud-Ouest.
- ▶ Une fracture rhodanienne orienté Nord-Sud (hors zone).
- ▶ La fracture de l'Yzeron moyen orienté Est Nord-Est – Ouest Sud-Ouest qui suit le cours de la rivière.

La figure ci-dessous permet de positionner ces accidents.

Figure 3 : Croquis schématique des positions des fractures majeures entre Lyon et le moyen Yzeron.

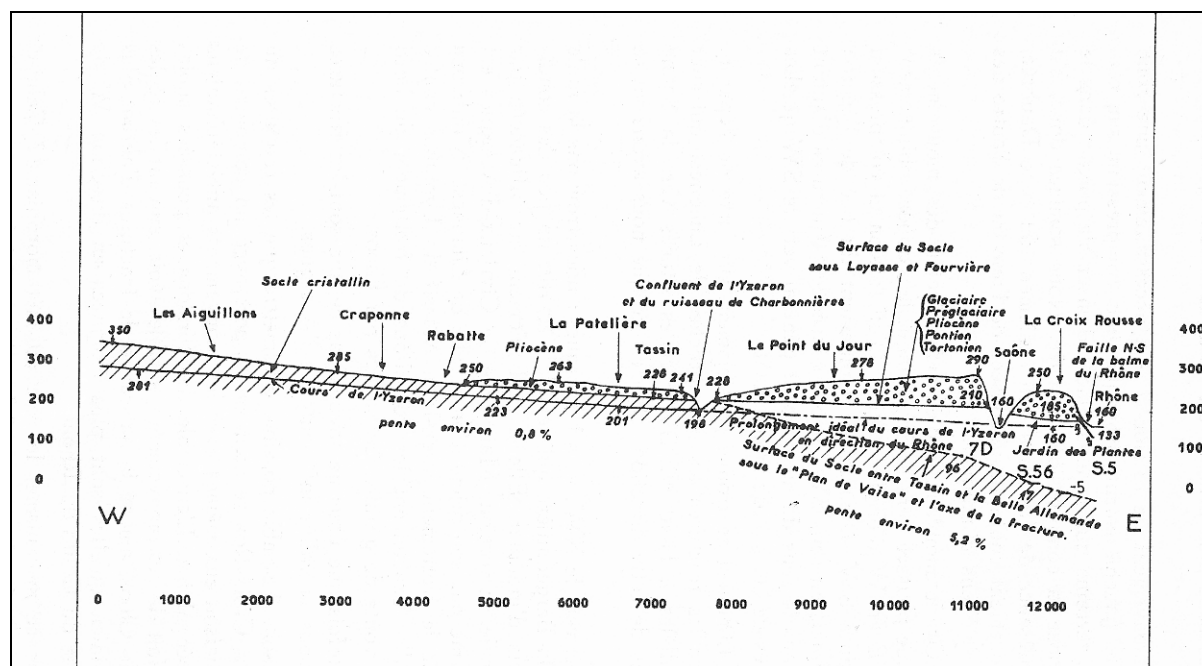


Notons que ces accidents jouent un rôle majeur : ils vont guider les accumulations de dépôts fluvio-glaciaires en formant des dépressions dans le paysage anté glaciaire. En effet, l'auteur rappelle qu'à l'Oligocène, le niveau de base du réseau hydrographique est proche de 180 m NGF au niveau de Lyon. Il y a donc un découplage fort entre la paléogéographie qui a vu la mise en place des séries quaternaires et la géographie actuelle.

Insistons sur l'identification d'une structure tectonique de première importance pour le système hydrogéologique étudié. Il s'agit de la faille dite de la Belle Allemande qui se situe dans le prolongement de la Saône sous le méandre de Vaise. Marquée par un fort décalage du socle, cette zone faillée a vu une forte accumulation de sédiments de type fluvio-glaciaires qui vont ainsi potentiellement ramener une partie des eaux du bassin versant vers l'appareil alluvial moderne de la Saône.

Ce document fournit également un profil en long de la surface au sol, de celle du socle et de celle du cours d'eau de l'Yzeron entre Craponne et le Jardin des Plantes. Il permet d'illustrer une des caractéristiques majeures des structures géologiques : on observe un sens d'inclinaison global d'Ouest en Est du contact entre dépôts de couverture et socle. Ceci implique qu'en cas de moindre perméabilité du socle, on devrait avoir un sens d'écoulement global orienté Ouest-Est dans les matériaux de couverture.

Figure 4 : Profil en long de la surface au sol, de celle du socle et de celle du cours de l'Yzeron entre Craponne et le Jardin des plantes.



Russo (1965) donne des indications utiles pour comprendre le comportement hydrogéologique des aquifères de socle. Les travaux souterrains réalisés à l'occasion du tunnel routier de la Croix Rousse mettent en évidence une alternance de roches saines, peu aquifères, avec des zones broyées auxquelles sont associées des venues d'eau. Sur un linéaire de plus de 1600 mètres, on identifie ainsi une dizaine de zones broyées cumulant moins de 100 ml. Les débits associés aux zones fissurées varient entre 20 et 100 l/h.

2.1.3.2 Etude d'une rivière périurbaine à l'étiage (GRAIE, 1986).

Cette étude propose une cartographie à petite échelle des dépôts de couverture. Cette cartographie permet ainsi de mettre en évidence les grandes unités aquifères par type de perméabilité moyenne.

Figure 5 : Classification des matériaux de couverture (d'après GRAIE, 1986)



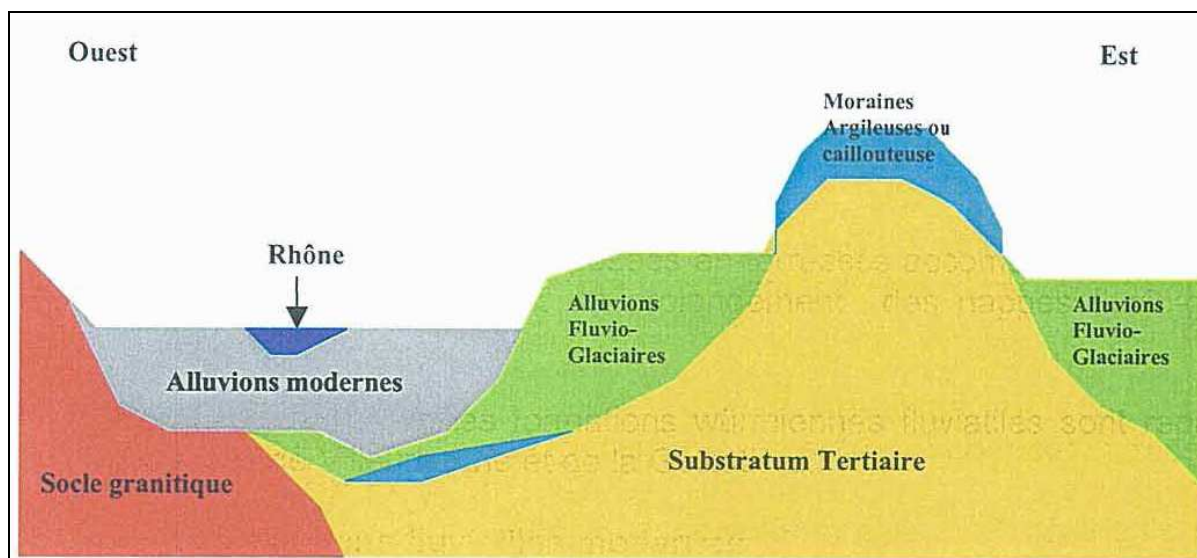
2.1.3.3 Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise (Nicolas & al, 2004)

Ce document du BRGM fait le point sur les connaissances hydrogéologiques de l'agglomération lyonnaise en 2004. Des éléments utiles à notre étude y sont présentés :

Le schéma ci-dessous donne une première approche globale de la disposition géométrique des différentes formations présentes sur la zone. Cette disposition résulte principalement de la dernière glaciation (Würm).

L'arrivée des glaciers würmiens sur la région de Lyon, dont l'extension maximale se situe sur la bordure orientale du Massif Central, a provoqué le dépôt de moraines sur l'ensemble du relief alors en place. D'après les auteurs, les « couloirs » géomorphologiques étaient déjà présents au würmien. Avec la fin de la période de glaciation, les langues glaciaires se sont retirées progressivement de la zone. C'est lors de ce retrait global que les alluvions dites fluvio-glaciaires se sont déposées. Ces alluvions ont alors rempli les anciennes vallées, dont les couloirs et la plaine alluviale actuelle. Cet alluvionnement s'est accompagné par endroit par un remaniement et une érosion des dépôts morainiques de fonds de vallées. Cette érosion ne fut pas homogène sur l'ensemble de la zone, c'est pourquoi il est possible de retrouver des reliquats de moraines sous les alluvions fluvio-glaciaires. Ces reliquats constituent la moraine de fond.

Figure 6 : Schéma théorique des formations géologiques à l'est du bassin versant.



A partir de l'Holocène, les alluvions modernes ont, à leur tour, entaillé les pseudo terrasses fluvio-glaciaires au niveau de la plaine alluviale actuelle. De la même façon que précédemment, les faciès fluvio-glaciaires peuvent être sous-jacents aux alluvions modernes tout comme la moraine lorsque l'érosion fut plus conséquente.

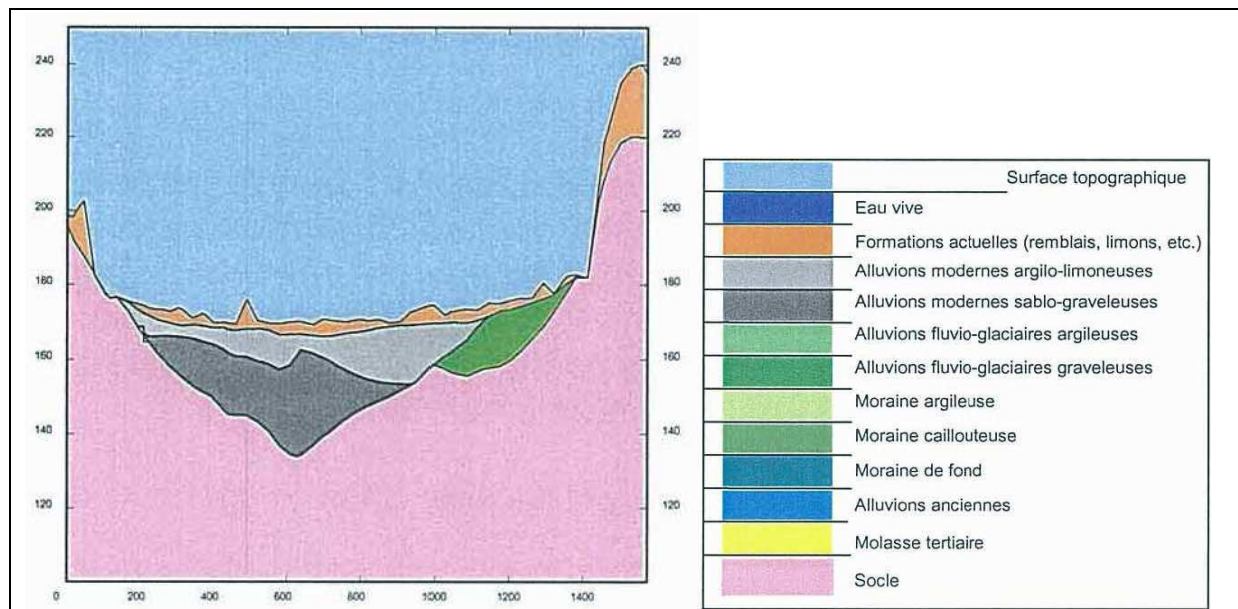
Dans leur approche, les auteurs ont choisi de regrouper les formations géologiques suivant leur lithologie (argileuse ou non) et leur origine. Les formations quaternaires issues des différentes glaciations sont ainsi simplifiées en deux entités : dépôts morainiques ou fluvio-glaciaires. De même, les terrasses fluviatiles würmiennes sont considérées comme des alluvions fluvio-glaciaires contemporaines de ces derniers dépôts.

Notons que les auteurs ne se sont pas intéressés aux alluvions perchées villafranchiennes.

Caractères	Alluvions Modernes	Alluvions fluvio-glaciaires
Lithologie	Sables (60 à 80%) Graviers (40 à 70%) Galets (10 à 30%)	Sables (20 à 50%) Graviers (40 à 60%) Galets (30 à 80%)
Perméabilité	4.10^{-3} m /s (valeur moyenne)	8.10^{-3} m/s (valeur moyenne)
Origines des éléments	Polygéniques	Alpine (calcaire, quartzite)
Granulométrie	0 à 200 mm	0 à 500 mm + blocs
Cote de remblaiement	140 à 150 mm	120 à 135 mm
Compaction / cohérence	Matériau peu cohérent	Matériau compacté et cohérent

La coupe ci-dessous permet d'appréhender la géométrie des corps sédimentaires au droit du méandre de Vaise :

Figure 7 : Coupe géologique schématique au droit du méandre de Vaise.



2.1.3.4 Géologie de Lyon (Mongereau, 2010)

Cet ouvrage propose une synthèse sur l'état des connaissances de la géologie du sous-sol de Lyon. On y trouve les informations suivantes :

- ▶ Le loess est un matériau fin contenant de la silice, de l'argile et du calcaire. Il correspond à un dépôt éolien et peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur. Sa partie superficielle est souvent altérée (dissolution des carbonates). De nature hétérogène en terme de composition relative, il se caractérise par une faible perméabilité qui selon l'auteur interdit la réalisation de champs d'épandage ($K < 10^{-6}$ m/s).
- ▶ La perméabilité moyenne des formations de type molasse ou moraine serait comprise entre 10^{-4} et 10^{-5} m/s. Le comportement hydrogéologique varie de nappe libre à nappe captive selon la complexité sédimentaire. L'auteur propose une approche de type bilan sous la colline de la Croix Rousse ; on observe un débit cumulé des résurgences captées par des galeries de drainage de l'ordre de $50 \text{ m}^3/\text{h}$. Or, l'impluvium de type urbanisé correspond à $1\,250 \text{ ha}$ environ et il est fait l'hypothèse d'une surface d'infiltration de l'ordre de 100 ha . Connaissant les précipitations efficaces, l'auteur estime selon ses hypothèses un débit moyen fictif théorique de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{h}$. L'excédent observé peut être expliqué soit par des pertes de réseau, soit par une surface d'infiltration majorée.
- ▶ Les séries alluviales sont décrites comme hétérogènes avec des perméabilités allant de 10^{-2} à 10^{-6} m/s (moyenne autour de 10^{-3} m/s).
- ▶ Lors du creusement du tunnel de Loyasse, il a été observé que les venues d'eau étaient concentrées au niveau des zones fracturées ou mylonitisées.
- ▶ L'auteur confirme par sa description des travaux relatifs au tunnel du boulevard Périphérique Nord de Lyon, l'existence d'une « dépression » dans le socle sur le tracé de la faille dite de la Belle Allemande. L'ouvrage a recoupé une zone faillée sur près de 80 mètres.

2.1.3.5 Notices des cartes géologiques (David et al., 1980; Delfour et al., 1989; Feybesse et al, 1995)

On y trouve les informations suivantes :

- ▶ Les auteurs proposent un historique détaillé de la chronologie des déformations tectoniques qui ont affecté le secteur d'étude. Les épisodes majeurs sont nombreux et la plupart des failles sont donc polyphasées. Il est donc difficile de proposer une relation entre direction de fracturation et comportement hydraulique.
- ▶ Les colluvions aréniques sont décrits comme des dépôts fins, mélange d'argiles et de sables quartzo-feldspathiques avec des petites esquilles des roches encaissantes. L'épaisseur des colluvions peut être faible, particulièrement en haut des versants et aux têtes des ruisseaux où elles sont éliminées régulièrement par les ruissellements. Elle peut par contre atteindre plusieurs mètres dans les parties basses.
- ▶ Dans le socle, l'eau s'infiltré dans les zones altérées et atteint la partie superficielle fissurée et diaclasée de la roche saine. Dans cet ensemble cutané perméable, l'eau circule selon la ligne de plus grande pente. Des discontinuités lithologiques, la présence de failles ou de filons peuvent y favoriser une certaine accumulation qui livrera son trop-plein sous forme de sources dont les débits varient de 10 à 500 l/heure . Sans véritable réserve, ces sources sont directement tributaires de la pluviométrie. Elles sont de plus très vulnérables à la pollution. Selon les auteurs, on se rend bien compte de la non accumulation de réserves dans le sous-sol en observant la densité du réseau superficiel de ruissellement.

2.1.4 Observations sur le terrain :

D'un point de vue géomorphologique, le bassin versant de l'Yzeron peut être découpé en 3 parties :

- ▶ À l'Ouest, le socle cristallin avec des pentes moyennes.
- ▶ En partie centrale, le socle cristallin avec de faibles pentes.
- ▶ À l'Est, la couverture sédimentaire.

Le socle cristallin est composé de gneiss, à faciès anatectique par endroits, avec des intrusions granitiques. Sa fracturation et son altération sont hétérogènes sur l'ensemble du bassin versant. Le socle peut former des affleurements de quelques dizaines de mètres de hauteur en bordure de cours d'eau. Ils sont essentiellement observables sur la partie centrale du bassin versant.

Figure 8 : Faciès caractéristique du socle.



Les premières observations sur les matériaux de couverture sont difficiles : on observe une forte hétérogénéité des dépôts et les affleurements sont rares. En première approximation, nos observations confirment les descriptions pédologiques détaillées proposées par Schmidt et al. (2004) et Gnouma (2006).

Les sources apparaissent principalement soit aux interfaces sédiments-socle dans la partie aval du bassin versant, soit lors de la rupture de pente dans les gneiss dans la partie amont :

- ▶ Dans la première configuration, les rivières contrôlent le niveau et jouent le rôle de drain pour les masses d'eau environnantes. En général, les échanges sont sous alluviaux donc invisibles ; mais en période de hautes eaux, on peut localement observer de faibles résurgences sur les flancs des vallées alluviales.
- ▶ Dans la deuxième configuration, les sources sont expliquées par des écoulements superficiels dans les gneiss et dans le sens de la pente. Leur localisation dépend alors et des particularités locales en terme de géométrie du réseau de fractures, et de la configuration hydraulique (volume de recharge versus perméabilité).

2.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

2.2.1 Etudes diverses

2.2.1.1 Synthèse hydrogéologique de la région Rhône-Alpes (BRGM, 1982)

Ce document de synthèse fait le point sur les connaissances acquises sur les aquifères à cette époque.

Cette synthèse propose une description unique pour les bassins versant des Monts du Lyonnais. Ils sont décrits comme des terrains cristallins et cristallophylliens, plus ou moins altérés, recouverts localement par des calcaires et marnes du Secondaire et des alluvions argilo-sableuses à sablo-graveleuses des anciennes terrasses du Rhône et de ses affluents rive droit.

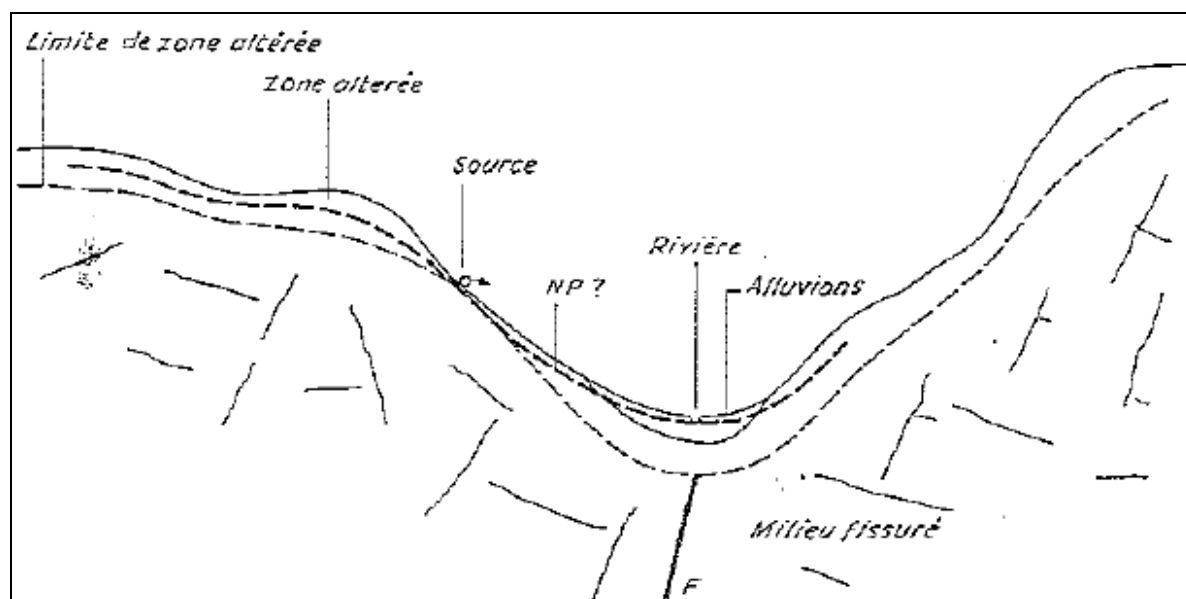
Le bassin versant a une superficie de 1860 km².

On y trouve les informations suivantes :

- ▶ Le milieu est fissuré et/ou fracturé et/ou poreux.
- ▶ Les flux au sein de cet aquifère sont continus à discontinus vers les systèmes alluviaux du Rhône ou de la Saône, qui forment les exutoires des nappes.
- ▶ La fluctuation des apports aux limites est forte et la vulnérabilité à la sécheresse est notée de assez à très sensible. Il est précisé que les nappes contenues dans la zone d'altération superficielle des granites sont très sensibles à la sécheresse.
- ▶ Les autres paramètres permettant de caractériser un aquifère ne sont pas décrits (sa porosité, son épaisseur mouillée, ses réserves, ses qualités naturelles, sa perméabilité, sa profondeur d'eau, les fluctuations de sa nappe et sa vulnérabilité à la pollution).

Globalement, on retiendra une description succincte et lacunaire.

Figure 9 : Fonctionnement hydrogéologique schématique des aquifères de socles (BRGM, 1982).

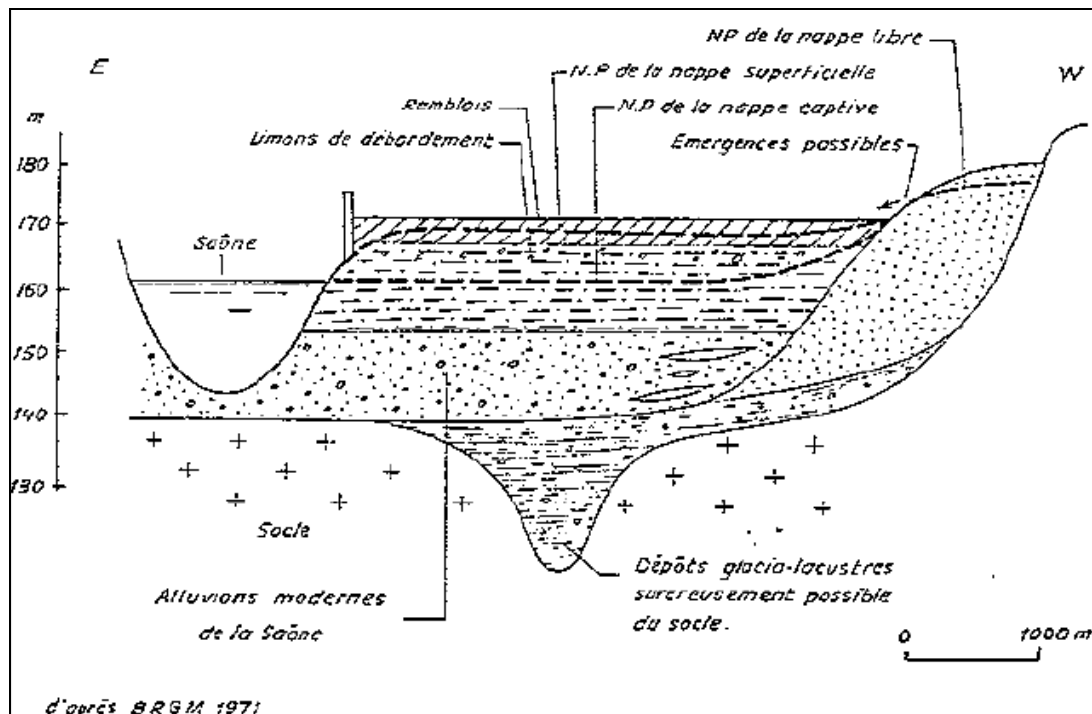


On trouve aussi des renseignements sur les alluvions de la Saône situées à l'Est du bassin versant de l'Yzeron. L'appareil alluvial repose sur un substratum de marnes varvées glacio-lacustres avec un socle cristallin. Le bassin versant a une superficie de 2 km².

On y trouve les informations suivantes :

- ▶ Les flux sont continus en provenance de la Saône et en provenance des encaissements. Le niveau d'eau de la nappe est contrôlé par le niveau de la Saône.
- ▶ Des dépôts glacio-lacustres sont observables sous les alluvions modernes (schéma ci-dessous).
- ▶ Le milieu est de type poreux avec une épaisseur mouillée comprise entre 10 et 20 mètres. La perméabilité des alluvions est comprise entre $5 \cdot 10^{-3}$ m/s à 10^{-2} m/s.
- ▶ La fluctuation moyenne de la nappe est de 4 m. La nappe n'est pas sensible à la sécheresse.
- ▶ Les fluctuations des apports aux limites sont faibles.

Figure 10 : Schéma simplifié du système aquifère de la dépression de Vaise (BRGM 1982).



2.2.1.2 Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise (Nicolas & al, 2004)

Le rapport présente les valeurs de perméabilité suivantes :

- ▶ Alluvions modernes :
 - Perméabilité : $5 \cdot 10^{-3}$ à $2 \cdot 10^{-2}$ m/s (jusqu'à 10^{-7} dans les faciès argileux.)
 - Nappe libre
 - Coefficient d'emmagasinement : 20 %
- ▶ Couloir fluvio-glaciaires :
 - Perméabilité : $7 \cdot 10^{-3}$ à $15 \cdot 10^{-3}$ m/s
 - Coefficient d'emmagasinement : 12 à 18 %

- ▶ Molasse :
 - Perméabilité : 10^{-7} à 10^{-4} m/s
 - Coefficient d'emmagasinement : 2 %

Les alluvions modernes viennent en contact avec les formations cristallines du massif central. Les apports en eau en provenance de ce type de milieu seraient généralement faibles car les circulations d'eau se font essentiellement en surface et à faible profondeur, avec reprise rapide des eaux infiltrées par le réseau hydrographique de surface.

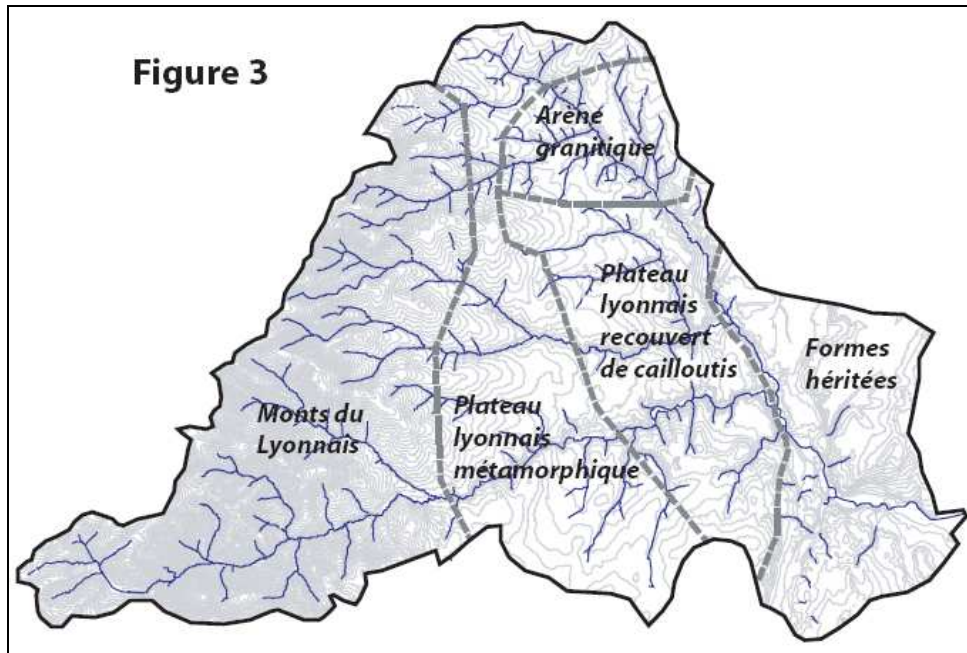
2.2.1.3 Typologie hydro-géomorphologique des cours d'eau (Schmitt et al., 2004)

Cet article porte sur une méthode de typologie hydro-géomorphologique sur le bassin de l'Yzeron. Dans le cadre de cette étude, les auteurs citent un article de Mandier (1998) qui stipule que, dans sa partie terminale, la rivière bifurque vers le Sud-Sud-Est en empruntant une paléo-vallée du Rhône et de la Saône.

Ils citent également les points suivants :

- ▶ Jusqu'à la paléo-vallée, Rhône-Saône, le substratum est essentiellement cristallin et métamorphique (gneiss et granit) et présente de faible épaisseur de formations superficielles meubles.
- ▶ Plus en aval, les formations superficielles, alluviales, fluvio-glaciaires et glaciaires s'épaississent. Le réseau hydrographique et les vallées sont largement encaissés dans le plateau lyonnais et les formes héritées. Cet encaissement est de l'ordre de 150 m et à commande aval, puisque déterminé par le niveau de base local du Rhône, remonte plus ou moins vers l'amont à hauteur du plateau lyonnais.
- ▶ Dans cette étude, les auteurs découpent le bassin versant de l'Yzeron en quatre unités hydro-morphologiques :
 - Les monts du Lyonnais.
 - Le plateau lyonnais métamorphique.
 - Le plateau lyonnais recouvert de cailloutis miocènes et pliocènes dans lequel on différencie les arènes granitiques de Charbonnières.
 - Les formes héritées d'origine fluviale et glaciaire.

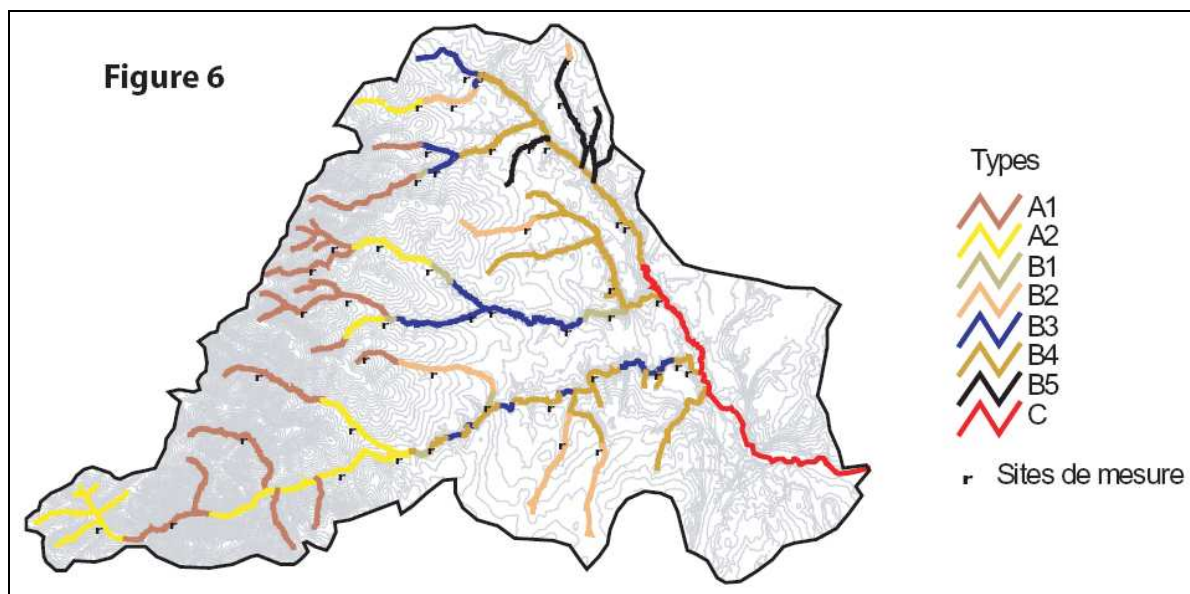
Figure 11 : Carte du découpage du bassin versant de l'Yzeron en quatre unités hydro-morphologiques.



L'auteur a également effectué une sectorisation des cours d'eau du bassin de l'Yzeron sur la base de trois variables hydro-morphologiques indépendantes : le type d'unité hydro-géomorphologique, la pente du corridor fluvial et la morphologie du fond de vallée. Les auteurs ont mesuré la granulométrie des cours d'eau au moyen des méthodes suivantes :

- ▶ La méthode Wolman sur les seuils naturels et les rapides.
- ▶ La méthode de Chin sur les torrents à séquences marches-cuvettes.

Figure 12 : Carte de la typologie des cours d'eau du bassin de l'Yzeron.



Les valeurs d'encaissement de pentes suivantes sont données. Mont du Lyonnais :

- ▶ Pente : > 5 %
- ▶ Encaissement : < 20 (fond de vallée souvent en V)

Plateau lyonnais métamorphique

- ▶ Pente : 1-5 %
- ▶ Encaissement : 10-30 (vallée rarement encaissée dans le socle)

Plateau lyonnais recouvert de cailloutis

- ▶ Pente : 0,7-2 %
- ▶ Encaissement : 7-30 (les fonds de vallées sont encaissés dans le socle)

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques géomorphologiques des cours d'eau du bassin versant :

Figure 13 : Typologie des cours d'eau du bassin de l'Yzeron.

	Largeur du fond de vallée (m)	Largeur du lit mineur (m)	Rapport d'encaissement (fond de vallée/lit mineur)	Granulométrie (mm)	Pente (%)	Profondeur du lit mineur (m)	largeur/profondeur du lit mineur	Puissance spécifique ($W.m^{-2}$)
Torrents des Monts lyonnais (A1)	16	1,86	8,6	42	7,58	0,6	3,1	313
Cours d'eau à énergie modérée des replats des Monts lyonnais (A2)	110	2,77	39,7	44	2,77	1,15	5,1	275
Cours d'eau à haute énergie de l'extrémité amont des secteurs à fond de vallée encaissé (B1)	17	2,65	6,4	147	4,90	0,69	3,8	267
Cours d'eau à énergie modérée et à fond de vallée peu encaissé du plateau lyonnais (B2)	63	2,08	30,2	37	2,38	0,48	4,3	103
Cours d'eau à énergie modérée et à fond de vallée encaissé et étroit de plateau lyonnais (B3)	46	2,83	16,2	47	3,05	0,70	4,7	181
Cours d'eau à énergie modérée et à fond de vallée encaissé et large du plateau lyonnais (B4)	103,3	5,90	17,5	47,7	0,91	0,84	6,98	99,9
Cours d'eau des paléo-vallées du Rhône et de la Saône (C) + (B4)	103	5,88	17,5	49	0,91	0,84	7,0	100
Cours d'eau sur arène granitique de la région de Charbonnières (B5)	19	1,58	12,0	14	3,14	0,41	3,8	89

2.2.1.4 Etude de faisabilité pour une meilleure gestion des étiages du bassin de l'Yzeron (BRLi, 2005) :

La première phase de l'étude réalisée par le bureau d'étude BRLi a permis de déterminer les points suivants :

- ▶ Les ressources en eaux souterraines du bassin versant de l'Yzeron proviendraient de trois types d'aquifère : d'un aquifère mixte poreux et fissuré de type socle à l'ouest du bassin, des alluvions glaciaires ou fluvio-lacustres à l'est du bassin, et des alluvions du Rhône à l'aval du bassin.
- ▶ L'Ouest du bassin versant est situé sur des terrains cristallins et métamorphisés présentant peu de réserve en eau car la plus grande partie de celle-ci ruisselle. Cependant, les roches métamorphiques s'érodent en surface (phénomène d'arénisation) pouvant former une couverture arénique suffisante pour donner naissance à des sources. Ainsi, l'eau s'infiltré dans les arènes perméables sur quelques mètres de profondeur ou dans le socle lorsqu'il est fissuré et diaclasé. La présence de faille ou de filon favorise l'accumulation et l'émergence de zones humides et de sources de faible débit (10 à 500 l/h), incitant les communes (tel Vaugneray) à multiplier les captages. Sans véritable réserve, les sources sont tributaires de la pluviométrie. L'imperméabilité du domaine cristallin et la non-accumulation de réserves dans le sous sol, se traduit par la densité du réseau superficiel de ruissellement qui draine la masse d'eau souterraine et l'absence de véritable plaine alluviale au niveau des cours d'eau. Dans le cadre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse a inventorié cette masse d'eau souterraine sous l'appellation « Socle Monts du Lyonnais, beaujolais, maconnais et chalonais BV Saône ». La masse d'eau est exploitée pour l'AEP, pour l'industrie et les autres usages dont l'irrigation.
- ▶ L'Yzeron prend sa source aux environs de 780 m d'altitude sur la commune de Montromant, sur le versant Est des Monts du Lyonnais. Il draine un bassin versant total d'environ 146.9 km² avant de rejoindre le Rhône, en rive droite, au niveau de l'agglomération Lyonnaise, après un parcours de 25 km. Son principal affluent, le ruisseau de Charbonnières, qui conflue en rive gauche au niveau de Francheville, draine pour sa part un bassin versant de 65.4 km². Ce dernier possède également un affluent rive droite important, le Ratier, qui draine un bassin versant de 34.6 km².

Le rapport précise également que :

- ▶ Le contexte géologique se traduit par des ressources en eau souterraine très limitées.
- ▶ Les nappes alluviales sont localisées au niveau des principaux cours d'eau, Yzeron et Charbonnières.
- ▶ Le système nappe d'accompagnement – cours d'eau est en perpétuel équilibre : le cours d'eau recharge la nappe en période pluvieuse alors qu'en période d'étiage le cours d'eau draine la nappe.
- ▶ Les nappes d'accompagnement sont de faibles capacités et que le maintien de l'équilibre entre la nappe et le cours d'eau doit passer par une maîtrise des prélèvements directs en rivière mais aussi dans la nappe d'accompagnement.

Les usages de l'eau sur le bassin versant sont peu développés. L'eau superficielle ou souterraine est surtout utilisée à des fins agricoles, principalement pour satisfaire les besoins en eau des cultures, vergers et potagers, mais aussi pour l'élevage. Le bassin versant de l'Yzeron comprend essentiellement de l'irrigation individuelle.

D'après les informations de la DDAF et du BRGM, 72 points de prélèvements souterrains sont recensés sur le bassin versant. Il s'agit de forages, puits ou sources. À ceux-ci, il faut ajouter les 85 forages et puits et les 45 sources identifiées dans l'étude BCEOM.

Sur ces points, à part les captages pour l'alimentation en eau potable, les usages sont rarement connus, un seul point pour l'irrigation est cité. Les volumes prélevés sont également inconnus pour la quasi-totalité des points. On comptabilise un débit prélevé de 1 311 m³/j (pour 14 points/72).

Nombre de prélèvements (puits, forages, sources AEP) recensés sur l'ensemble du bassin versant (source : DDAF, BRGM, BCEOM)		72 dont 18 sans coordonnées géographiques
Nombre de puits et forages recensés dans l'étude BCEOM de source inconnue*		85
Nombre de sources recensées dans l'étude BCEOM de source inconnue*		45
Usages (concernent les 72 points de prélèvements)	Alimentation en eau potable	11 sources
	Irrigation	1 point
	Elevage	1 point
	Industriel	2 points
	Loisirs	1 forage
	Inconnu	56 points
Débit total prélevé (connu pour 14 points de prélèvements/72)	Alimentation en eau potable	90 250 m ³ /an
	Autres usages	Environ 1 300 m ³ /j

La forte densité de puits sur le bassin peut s'expliquer par les besoins de l'activité industrielle, blanchisserie, qui existait sur le secteur au XIX^e siècle. Cette activité a aujourd'hui disparu, et ces puits ont perdu leur vocation industrielle et semblent peu exploités, pour l'irrigation de jardins tout au plus. En outre, il existe de nombreux forages privés dont l'usage n'est pas connu. Les autorisations de prélèvements sont parfois périmées ou n'existent pas. Sur ce bassin qui connaît des étiages sévères, on peut supposer que de nombreux puits sont utilisés pour l'arrosage ou l'irrigation.

Le rapport indique qu'il existe de nombreuses sources privées sur le bassin versant de l'Yzeron qui n'ont pas fait l'objet d'un inventaire réglementaire et que les utilisations et les usages de ces sources sont inconnus. Ils font remarquer que l'ensemble des sources reportés sont issues de l'étude du BCEOM et qu'ils ne disposaient d'aucune information sur ces sources et notamment sur l'origine de l'information, car elles ne correspondent à aucune de leurs données (donnée DDAF, BRGM, Agence de l'Eau).

Un travail spécifique des sources a donc été réalisé :

- ▶ Trois sites de captage de sources sont destinés à l'alimentation en eau potable (Sources Thiollet Hautes, Sources Thiollet Basses et Sources de Vaugneray). Ces prélèvements se concentrent en tête de bassin, sur les Monts du Lyonnais. Les sources du Thiollet sont constituées d'un ensemble de neuf sources et les sources de Vaugneray sont constituées d'un ensemble de six sources.
- ▶ Les enquêtes de terrain menées durant l'été 2005, ont permis de recenser une vingtaine de sources supplémentaires, notamment au niveau des retenues. Au total, 71 sources sont localisées sur le bassin versant de l'Yzeron. Ces sources sont réparties sur l'ensemble du bassin versant, en particulier sur les Monts du Lyonnais et sur le linéaire des cours d'eau, notamment sur le Ratier et le Méginant.

De la même manière, un travail spécifique a été réalisé sur les prélèvements dans le bassin versant. Il a permis d'arriver aux conclusions suivantes :

- ▶ Il existe de nombreux forages privés dont l'usage n'est pas connu.
- ▶ Les autorisations de prélèvements sont parfois périmées ou n'existent pas.
- ▶ Les volumes prélevés sont inconnus pour la quasi-totalité des points recensés.

Finalement, les données disponibles sur les prélèvements souterrains restent lacunaires en particulier concernant l'utilisation actuelle des puits recensés, leur usage et les débits prélevés. Le débit total de prélèvement estimé à environ 1300 m³/j est certainement erroné.

2.2.1.5 Analyse des processus hydrologiques : application au bassin versant de l'Yzeron (Gnouma, 2006)

Les travaux de thèse de Gnouma apportent de nombreuses informations utiles à la compréhension des processus hydrogéologiques sur le bassin versant :

- ▶ Analyse géomorphologique du bassin versant.
- ▶ Avis sur les réserves en eau souterraines à l'échelle du bassin versant.
- ▶ Étude spécifique sur le comportement hydrogéologique des matériaux d'altération du socle.
- ▶ Classification des textures de sol à l'échelle du bassin versant.

Gnouma (2006) distingue ainsi trois unités géomorphologiques :

- ▶ Les monts du Lyonnais sont alignés dans le sens des directions du plissement hercynien, c'est-à-dire Sud-Ouest/Nord-Est. Ils sont constitués de deux chaînes parallèles : la chaîne de Rivierie et la chaîne d'Yzeron. Les profils des versants des Monts du Lyonnais sont convexes et très réguliers. Ils se raccordent à la pente concave de la base. Une grande partie de l'arène sablonneuse a été déblayée par le ruissellement sur les roches imperméables. Ceci a rendu les sols minces et fait parfois apparaître la roche primitive.
- ▶ Le plateau Lyonnais est constitué dans sa base de terrains anciens (essentiellement des gneiss et des granites). Sa surface est recouverte d'alluvions anciennes déposées par le Rhône pendant l'ère tertiaire (gros graviers et cailloux alpins arrondis par le transport). Les altitudes varient entre 200 et 300 m.
- ▶ La vallée de l'Yzeron est caractérisée par un fort réseau hydrographique. Parmi les différentes rivières du Grand Lyon, l'Yzeron est la plus importante. Elle prend sa source à 780 m d'altitude dans des prairies humides avec une allure torrentielle alors qu'elle traverse les Monts du Lyonnais. Puis à mi-parcours, la rivière Yzeron entre dans le plateau Lyonnais. Elle se jette dans le Rhône à la hauteur de Oullins. La vallée peut être divisée en deux parties : de la source jusqu'à Francheville, la vallée est relativement encaissée et en forme de V. Le substrat est très proche de la surface et plutôt homogène (gneiss et granite) ; à partir de Francheville, la vallée s'élargit et la pente s'adoucit. Le substrat, plus hétérogène, est composé de granite, gneiss, schiste et aussi de dépôts fluvio- glaciaires et morainiques.

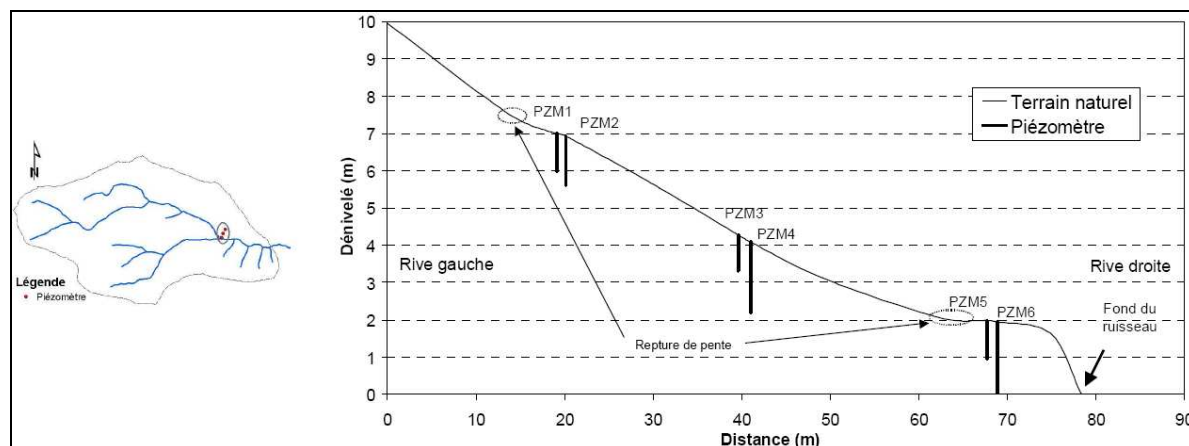
En terme de réserves souterraines, Gnouma (2006) note que l'Ouest du bassin versant de l'Yzeron, situé sur des terrains cristallins et métamorphisés, présente peu de réserve d'eau souterraine car la plus grande partie des pluies ruisselle. Néanmoins, il existe des sources sans réserve aux débits peu élevés dépendant essentiellement de la pluviométrie sur les terrains aréniques et colluvionnaires de surface et des sources pérennes aux débits peu élevés circulant dans les fissures des sols cristallins rocheux. La présence, à l'Est du bassin, d'une couverture d'alluvions glaciaires ou fluvio-lacustres détermine l'existence de nappes de faibles capacités sur le ruisseau de la Charbonnières et le secteur d'Oullins. Ces ressources souterraines ou superficielles peuvent expliquer l'existence de nombreuses petites zones humides et de nappes d'accompagnement en bordure des principaux cours d'eau du bassin de l'Yzeron.

Au delà de ces considérations générales, Gnouma (2006) propose un travail de qualité et de détail sur le comportement hydrogéologique des horizons d'altération du socle.

Pour cela, il a mis en place des suivis piézométriques et de débit dans des sous-bassins versant. Il propose aussi des enregistrements de pluviométrie et de conductivité en fonction de la pluviométrie. Il dispose ainsi de deux sites d'étude, le premier en aval du cours d'eau du Mercier et le seconde en aval du cours d'eau du Verdy

Dans le sous-bassin versant du Mercier, la pente de ce versant est d'environ 13%. Dans le sous-bassin du Verdy, la pente de ce versant est d'environ 32%.

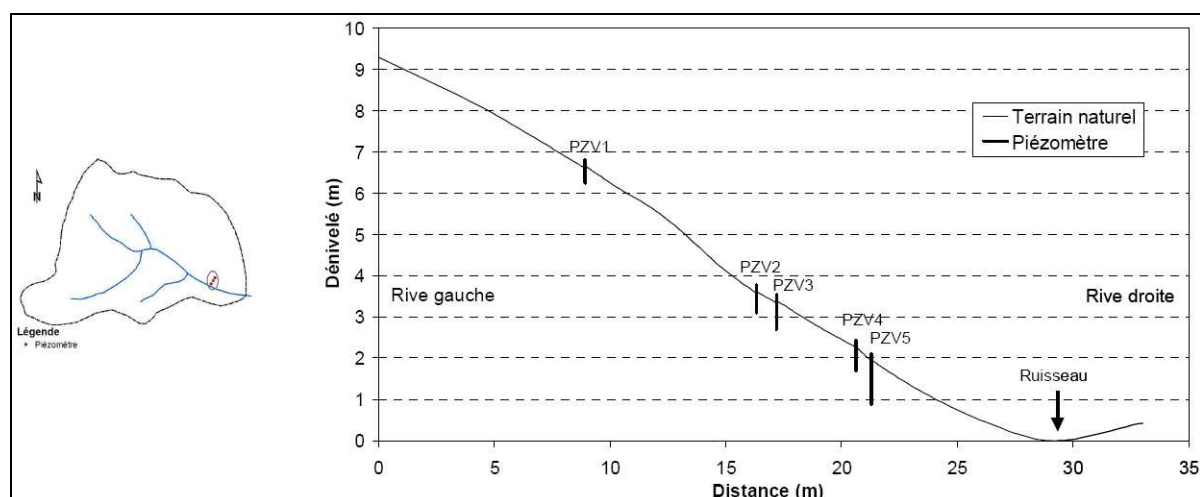
Figure 14 : Schéma de localisation des piézomètres du sous bassin du Mercier.



Le suivi de la pluviométrie, de la piézométrie et des débits sur une période de 24 mois permet de faire les observations suivantes :

- ▶ Les niveaux piézométriques ne sont affectés que pour des pluies journalières supérieures à 10 mm. Il en est de même pour les débits en fond de vallon.
- ▶ Lorsque l'intensité de la pluie est suffisante, tous les piézomètres réagissent.
- ▶ Les réactions des piézomètres à un même événement pluvieux sont variables tant en terme d'amplitude que de phénomènes de décrue. Les amplitudes des variations piézométriques (amplitude variant de quelques cm à presque 2 m) sont significatives de milieux faiblement perméables à quasi imperméables : de 10^{-4} à 10^{-7} m/s.
- ▶ L'auteur observe clairement des soutiens de débit par les écoulements souterrains plusieurs jours après l'événement pluvieux (cas du BV Mercier). Pour le BV Verdy, les réactions des piézomètres aux pluies sont presque inexistantes (quelques cm), et les phénomènes de crues et de décrues sont plus rapides que ceux enregistrés sous le BV Mercier.

Figure 15 : Schéma de localisation des piézomètres du sous bassin du Verdy.

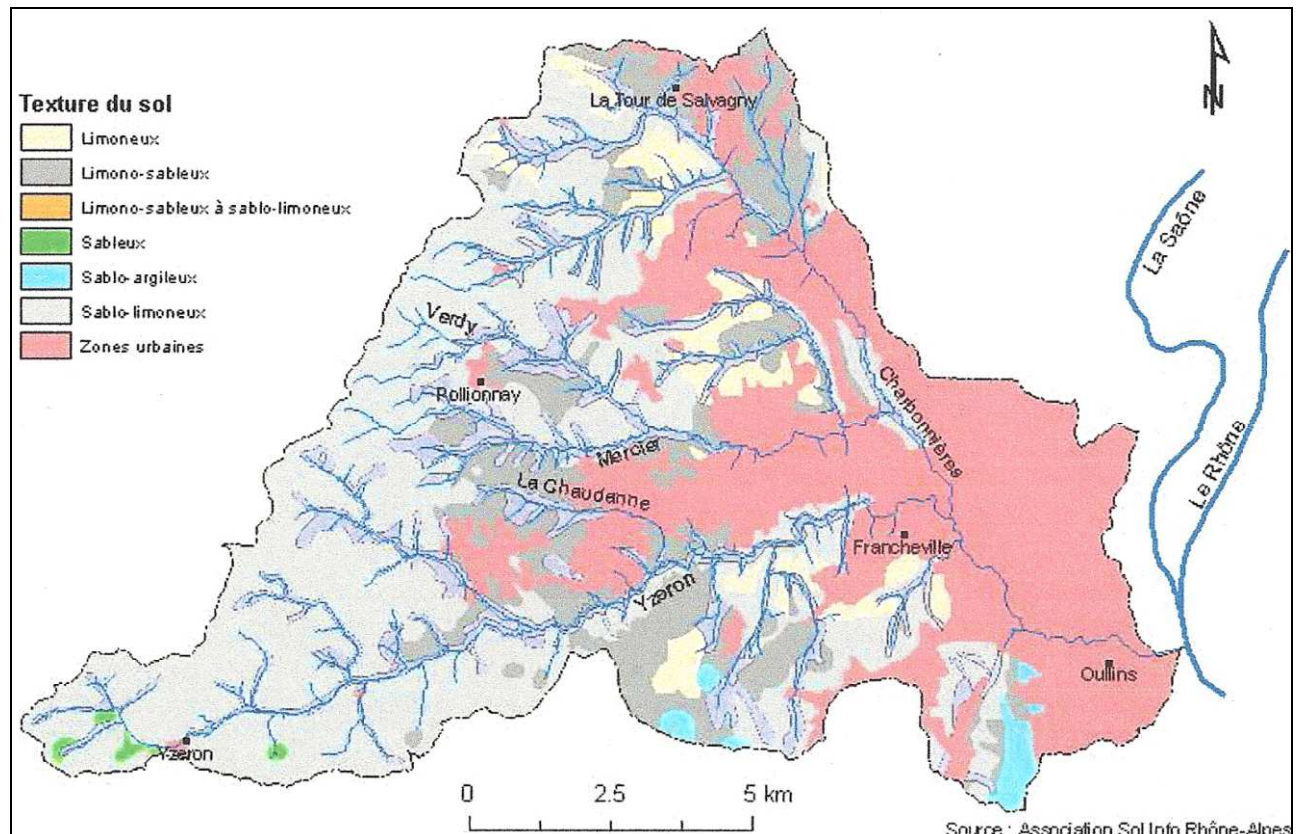


On peut en déduire les considérations suivantes sur le comportement des altérites qui coiffent les roches de socle en tête de bassin versant :

- ▶ Les horizons sont caractérisés par une forte hétérogénéité avec des perméabilités faibles à très faibles.
- ▶ Les contributions en terme de soutien au ruissellement par les eaux souterraines ne sont pas systématiques. La nature sédimentaire des altérites et la configuration géomorphologique peuvent expliquer cette variabilité.

Gnouma (2006) a également réalisé une analyse des unités de sol présentes sur la zone du bassin de l'Yzeron. Cette nomenclature a été obtenue selon composition en texture (argile, sable, limon) en se référant à la nomenclature de la classification de texture du sol de la base de données du SIRA.

Figure 16 : Carte de texture des sols (d'après Gnouma, 2006)



2.2.1.6 Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise (Coudert et al., 2007)

Il s'agit d'une étude visant à améliorer la prévention et la protection du risque d'inondation du Grand Lyon.

Dans le cadre de cette étude des mesures de perméabilité sont données pour les différentes formations sédimentaires de la zone.

Figure 17 : Valeurs de perméabilité des différentes formations géologiques

Formation	Caractéristiques	Perméabilité (m/s)
-----------	------------------	--------------------

Formations actuelles	Remblais, limons, ...	10^{-6}
Alluvions modernes	à dominante argilo-limoneuse	10^{-3}
	à dominante sablo-graveleuse	4.10^{-3}
Alluvions fluvio-glaciaires	argileuses	2.10^{-3}
	graveleuses	8.10^{-3}
Formations morainiques	argileuses	10^{-4}
	caillouteuses	5.10^{-4}
Molasse	(hétérogène)	5.10^{-5}

2.2.1.7 Etude de modélisation hydraulique et qualité du réseau d'eau potable (SIDESOL, 2010)

Le syndicat intercommunal de distribution d'eau du Sud-ouest Lyonnais a réalisé une étude pour diagnostiquer le fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable. On y apprend que la ressource en eau est en partie assurée par des captages de sources sur les communes de Courzieu, Vaugneray et Yzeron.

Les volumes prélevés sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Année	Sources Yzeron (m ³)	Sources Vaugneray (m ³)	Sources Courzieu (m ³)
2002	68951	18401	-
2003	71932	25548	68534
2004	72053	28723	85938
2005	68761	33554	90261
2006	62948	14999	77498
2007	78675	15851	91795
2008	102951	31669	89164

2.2.1.8 Sources thermales (Arpi et al., 2011)

Cet article présente deux sources ferrugineuses dont l'eau est de qualité physico-chimique analogue à celle de Charbonnières.

Elles sont situées à Craponne (quelques centaines de mètres en aval de Pont Chabrol) et à Saint Genis les Ollières (lieu dit la Garenne). Ces deux sources émergent de roches de socle.

Il n'est pas précisé de débit pour la première source. La seconde est décrite comme affectée d'un faible débit (estimé à environ 120 l/heure soit environ 0,03 l/s).

2.2.1.9 Source de l'étang du Val Maure (Fondation Renaud, 2011)

Cet article précise que l'étang en question (situé dans la partie amont du sous bassin versant du Méginant) est alimenté uniquement par une source. La carte géologique au 1:50 000 montre que cet étang est situé sur les arènes sablo-argileuses, ce qui démontre leur caractère aquifère.

Le débit de la source n'est pas précisé mais il est mentionné qu'il est suffisant pour maintenir l'étang de 7 hectares à niveau tout le long de l'année avec un déversement de trop plein vers le Méginant. Les pertes liées à l'évaporation peuvent être estimées à environ 1 l/s en débit fictif continu (avec une évaporation annuelle moyenne de 1100 mm et des précipitations moyennes de 700 mm), ce qui impliquerait un module annuel moyen supérieur à 1 l/s pour cette source.

Le débit et la température seraient constants été comme hiver.

2.2.2 Base de Données du Sous-Sol

Le BRGM met à disposition une banque de données ayant pour but de recenser tous les forages, puits et sources sur le territoire français.

Nous avons passé en revue la totalité des forages enregistrés sur le périmètre du bassin versant. Ces points sont présentés sur la figure ci-dessous.

Les tableaux présentant les informations relatives aux éléments suivants : la localisation, le numéro de référence, le niveau NGF, le niveau piézométrique, la profondeur de forage, la nature lithologique et leurs types d'exploitation, ont été placés en annexes du rapport.

Les informations récoltées sur la BSS laissent apparaître une grande disparité des données. L'Est du bassin versant, en rive gauche de l'Yzeron, est fortement fourni en données, comparé au reste du territoire. De plus, les renseignements enregistrés dans les fiches descriptives des forages sont inégaux et apportent peu d'éléments significatifs.

Les informations géologiques de la BSS et des cartes géologiques permettent les observations suivantes :

SOCLE CRISTALLIN :

Il est composé de gneiss, à faciès anatectique par endroits, avec des intrusions granitiques. Son altération est hétérogène, que ce soit la fracturation ou l'érosion. Selon les données de forage disponibles, la fracturation est d'abord superficielle (de 5 à 10 mètres) et pourrait ainsi correspondre à des horizons décomprimés. La fracturation en profondeur semble très faible.

COUVERTURES SEDIMENTAIRES :

La répartition et les épaisseurs des sédiments sont très hétérogènes, consécutivement à différents épisodes de dépôts qui ont façonné la partie Est du bassin versant.

- ▶ Les alluvions fluviales Villafranchiens sont des gros galets de quartzite dans une matrice argileuse. Les épaisseurs sont variables : de 25 à 36 m selon leur localisation. Certains forages montrent des passes d'argile pouvant atteindre quatre mètres.
- ▶ Les dépôts wurmiens proviennent de la mise en place de glaciers et de leurs fontes. On distingue des moraines, des nappes alluviales fluvio-glaciaires, des alluvions fluviales ainsi que des loëss.
 - Les moraines présentent des épaisseurs importantes : 12 m ou plus.
 - Les nappes alluviales fluvio-glaciaires wurmiennes présentent généralement des épaisseurs comprises entre 15 et 30 selon les logs (ordre de grandeur en première approximation) :

- Les nappes alluviales fluvio-glaciaire qui bordent l'Yzeron atteignent des épaisseurs de 5 m ou plus.
 - Le corps sédimentaire sous Tassin atteint des épaisseurs de 15 m, 22 m et jusqu'à 65 m.
 - Notons que le forage 65, proche du cours d'eau, indique une passe de 7 m d'argile compacte sans présence d'eau. Le milieu est donc certainement hétérogène.
 - Le raccordement fluvio-glaciaire situé sous la D42 au Sud de Beaunant est caractérisé par des épaisseurs de l'ordre de 25 mètres.
- Les dépôts de loess varient de 6 à 14 m.
- ▶ Les arènes, produits de l'altération des gneiss, sont décrites comme des dépôts fins, mélange d'argiles et de sables quartzo-feldspathiques avec des petites esquilles des roches encaissantes. L'épaisseur des colluvions peut être faible, particulièrement en haut des versants et aux têtes des ruisseaux où elles sont éliminées régulièrement par les ruissellements. Elle peut par contre atteindre plusieurs mètres dans les parties basses. Elles atteignent des épaisseurs très variables suivant leurs localisations.
 - Elles atteignent jusqu'à 8 mètres sur la partie Nord du bassin, au Nord de Marcy-L'étoile.
 - Elles sont très peu épaisses, quasi sub-affleurantes au niveau de Craponne.

En synthèse, ces données peu nombreuses montrent que bien que très variables (et ce pour tous les faciès), les épaisseurs de matériaux de couverture peuvent être importantes (entre 5 et 60 mètres comme premier ordre de grandeur).

La complexité la plus forte concerne la géométrie des corps fluvio-glaciaires.

La carte des niveaux piézométriques mesurés en forage permet les observations suivantes :

- ▶ Une absence de données pour la partie amont du bassin versant.
- ▶ Des niveaux piézométriques globalement contrôlés par les profils en long des cours d'eau. Notons cependant la présence de quelques anomalies qui témoignent de la présence de nappes perchées liées à la forte hétérogénéité des matériaux de couverture.

Attention, il s'agit des niveaux piézométriques "instantanés" mesurés généralement à la fin de la foration. Il faut donc les considérer avec prudence : ils peuvent être perturbés par les travaux de forage et ils ne sont pas synchrones.

Il nous a paru intéressant de présenter les points d'accès à la nappe en fonction de leur nature : sources, puits ou forages. Nous avons donc intégré sur une même figure toutes les données récoltées dans le cadre de cette étude.

Figure 18 : Carte de localisation des données de la BSS (BRGM Infoterre, 2011).

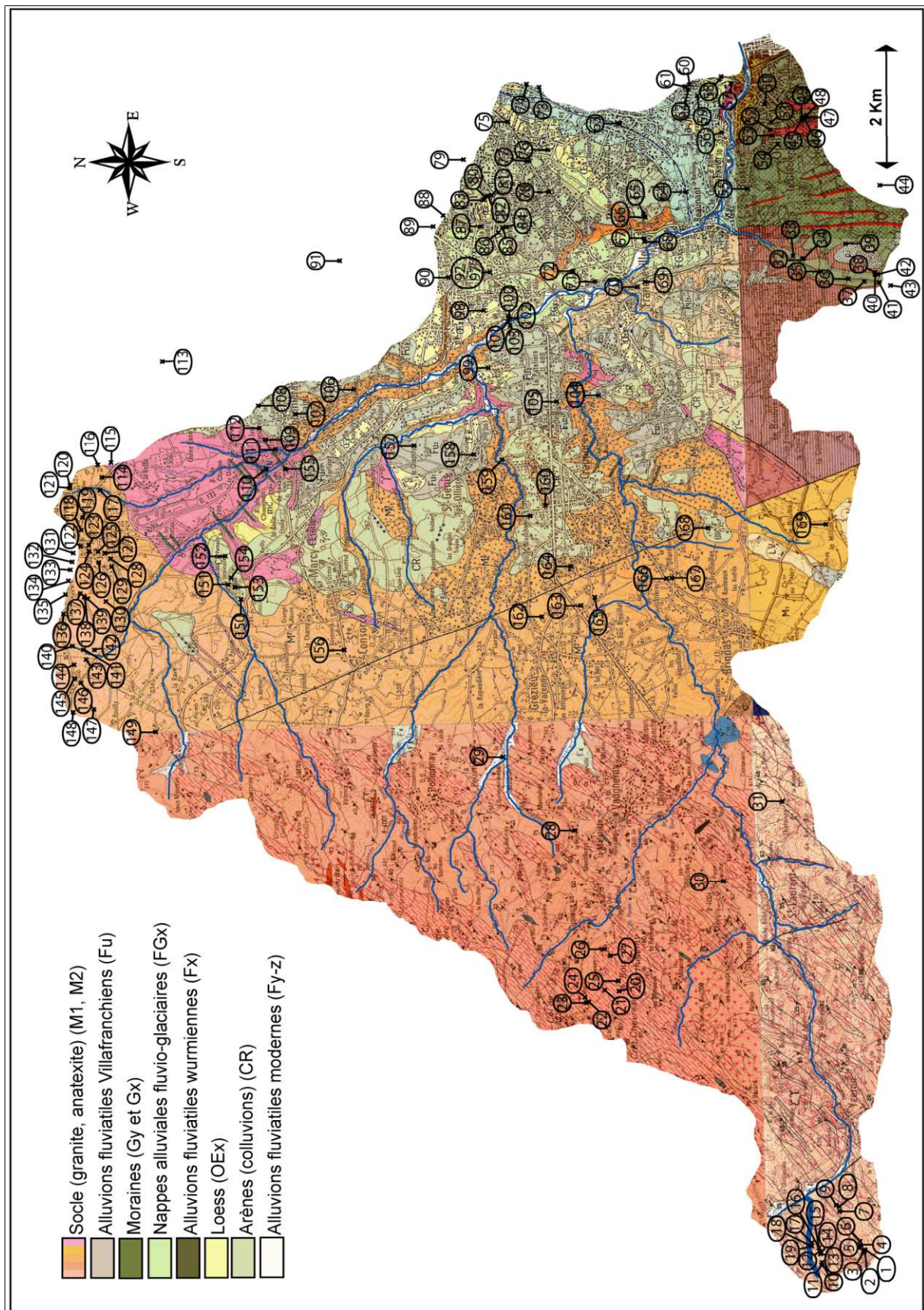


Figure 19 : Carte des niveaux piézométriques du bassin versant de l'Yzeron.

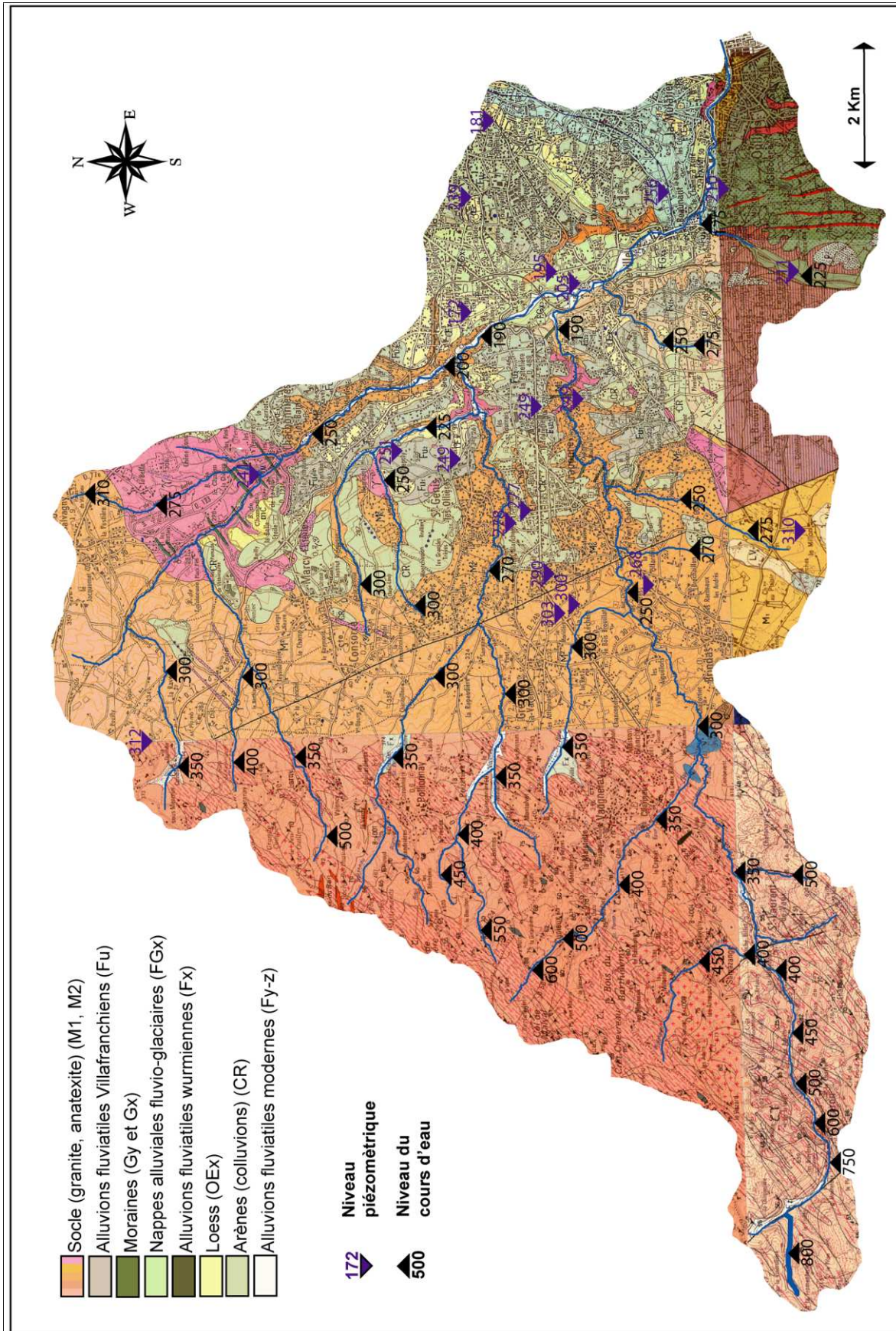
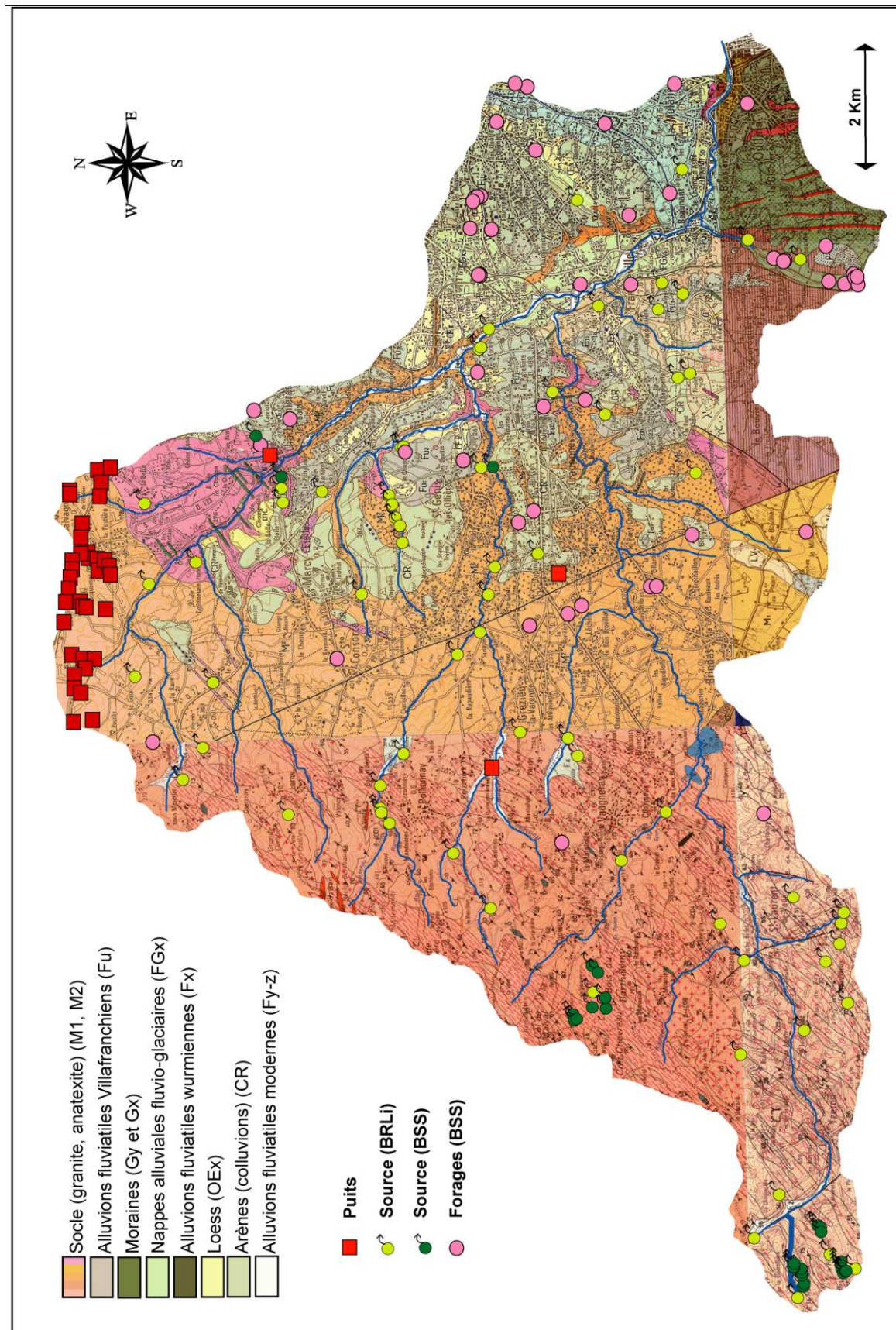


Figure 20 : Carte de localisation des points d'eau du bassin versant de l'Yzeron.



2.2.3 Observations de terrain

Les fonds des cours d'eau ont globalement la même composition avec une granulométrie moyenne comprise entre 10 et 80 mm. Ils sont composés de sables fins à grossiers, recouverts par une fine couche d'argile là où la vitesse du courant est faible. Des plages de sables ou d'argiles jalonnent les rivières.

Dans la partie Ouest du bassin versant, les cours d'eau sont peu encaissés dans le substratum et drainent les bordures du bassin versant.

Figure 21 : Morphologie des cours d'eau en partie amont du bassin versant (Milonière et Yzeron).



Dans la partie centrale du bassin versant, les encaissements des cours d'eau changent suivant leur localisation. Le degré d'enfoncement des cours d'eau augmente lorsque l'on se rapproche de l'exutoire du bassin versant (confluence Yzeron-Rhône). Ainsi, au Nord-Est du bassin versant, les rivières coulent sur la couverture sédimentaire, tandis qu'au Sud le recouvrement sédimentaire a été érodé, ainsi que le substratum cristallin. Les cours d'eau sont très encaissés ; la morphologie caractéristique est alors la suivante : un dépôt alluvial horizontal de quelques dizaines de mètres encadrés par des falaises de gneiss.

Figure 22 : Morphologie des cours d'eau en partie aval du bassin versant (Milonière et Yzeron)



Les sources apparaissent principalement soit aux interfaces sédiments-socle dans la partie aval du bassin versant, soit lors de la rupture de pente dans les gneiss dans la partie amont.

- ▶ Dans la première configuration, les rivières contrôlent le niveau et jouent le rôle de drain pour les masses d'eau environnantes. En général, les échanges sont sous alluviaux donc invisibles. Mais en période de hautes eaux, on peut localement observer de faibles résurgences sur les flancs des vallées alluviales.
- ▶ Dans la deuxième configuration, les sources sont expliquées par des écoulements superficiels dans les gneiss et dans le sens de la pente. Leur localisation dépend alors et des particularités locales en terme de géométrie du réseau de fractures, et de la configuration hydraulique (volume de recharge versus perméabilité).

Afin d'avoir une première approche des relations nappes-rivières, nous avons réalisé des mesures de conductivité lors des reconnaissances de terrain. Ces mesures nous permettent d'affirmer les points suivants :

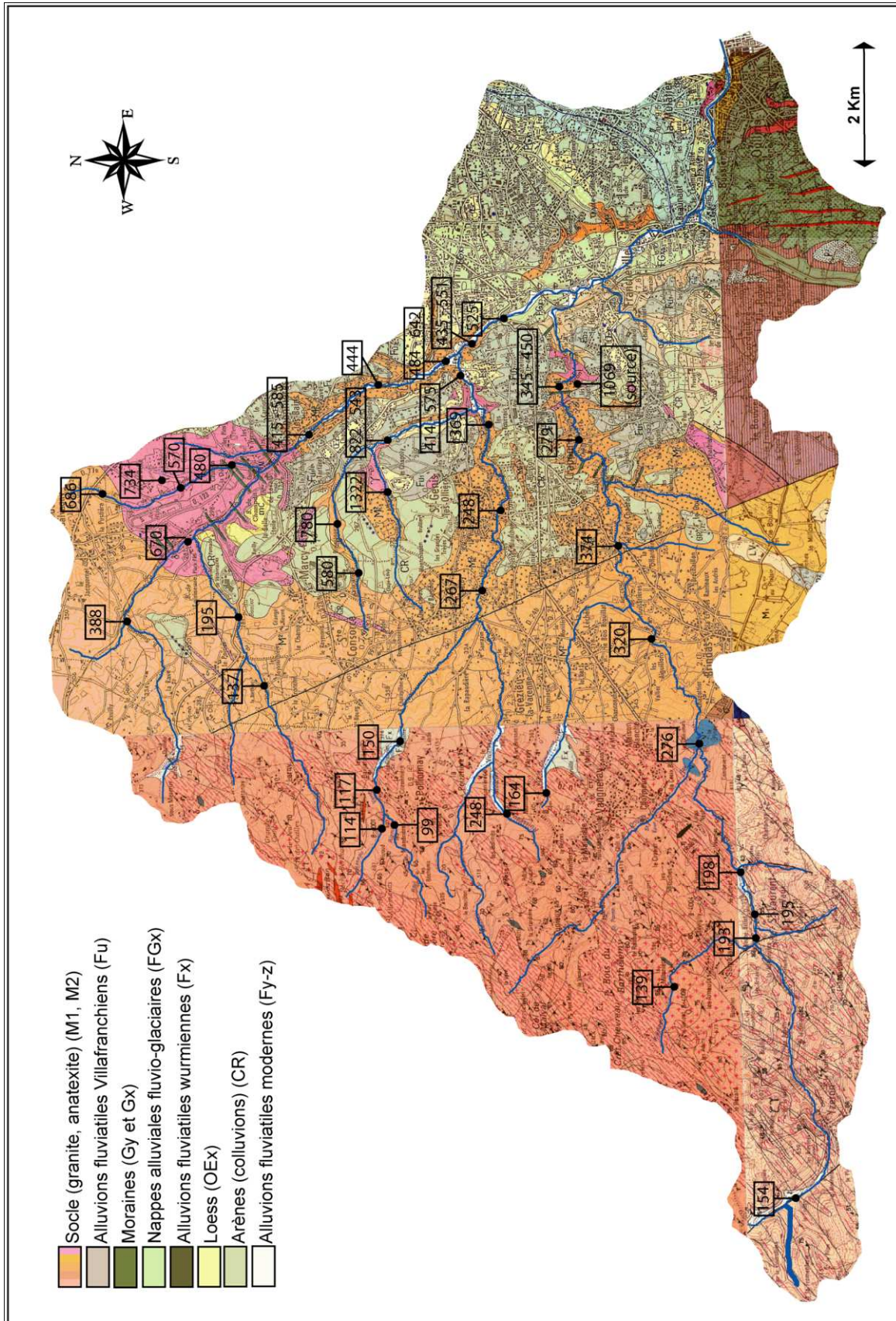
- ▶ Les valeurs comprises entre 100 et 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ témoignent d'une eau faiblement minéralisée (eau de pluie).
- ▶ La forte valeur de conductivité de la source notée sur la carte (1069 $\mu\text{S}/\text{cm}$) caractérise une eau provenant de la réserve souterraine (eau fortement minéralisée).
- ▶ Entre ces deux extrêmes, on peut localiser des zones de mélange avec des conductivités comprises entre 400 et 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, principalement le long de la Charbonnières et du Ribes. Les fortes mesures de conductivité du cours d'eau Méginant (580 à 1322 $\mu\text{S}/\text{cm}$) attestent d'une origine presque exclusivement souterraine des eaux. Cette observation est conforme avec l'identification par le BCEOM d'un chapelet de petites sources dans la partie amont de ce cours d'eau..

La figure ci-dessous présente les mesures réalisées lors des reconnaissances sur le terrain.

Elle fait apparaître trois zones caractérisées de manière certaine par des venues sous alluviales :

- ▶ Plateau de St Genis les Ollières avec de fortes conductivités électriques mesurées dans le Méginand et le Ribes.
- ▶ Secteur amont de la Charbonnière, au passage des granitoïdes.
- ▶ Charbonnière entre sa confluence avec le ratier et celle avec l'Yzeron.

Figure 23 : Carte des conductivités électriques mesurées en mai 2011.



3. IDENTIFICATION DES UNITES AQUIFERES

3.1 AVIS SOMMAIRE SUR L'ETENDUE DES CONNAISSANCES

3.1.1 Eléments certains et incertains

L'analyse comparée des éléments documentaires et cartographiques, des données de forage et des observations de terrain, permet de proposer les éléments certains suivants :

- ▶ La carte des sources permet d'affirmer la présence d'eau dans le socle (présence d'aquifères de type fissuré). On observe ainsi de nombreuses sources dans la partie amont du bassin versant mais aussi dans la partie aval, notamment au droit des vallées creusées par les principaux cours d'eau.
- ▶ L'étude de la BSS du BRGM montre que les épaisseurs et les perméabilités de la majorité des matériaux de couverture les rendent susceptibles d'accueillir des nappes. La cartographie de détail proposée sur les cartes du BRGM au 1 : 50 000 autorise une première approche des limites spatiales des appareils aquifères. Le caractère temporaire, perché ou permanent des nappes dans ces matériaux dépend principalement la conductivité de l'horizon fissuré sous jacent qui va permettre ou non une drainance descendante.
- ▶ Les dépôts fluvio-glaciaires, à l'Est de l'Yzeron et au droit de l'Etoile d'Alai, forment un couloir qui met en contact l'appareil alluvial de l'Yzeron et celui de la Saône. Au vu des côtes respectives des deux nappes alluviales, des échanges ont probablement lieu de la nappe de l'Yzeron (environ 185 m NGF) vers la nappe de la Saône (environ 165 m NGF). Ce couloir sédimentaire est expliqué par un surcreusement lié à la présence d'un accident tectonique de première importance, la zone faillée de la Belle Allemande.
- ▶ Les nappes alluviales sont localisées aux niveaux des principaux cours d'eau, l'Yzeron, le Ratier et le Charbonnières. Ces unités aquifères correspondent à des dépôts alluvionnaires importants liés à un surcreusement passé (épaisseur allant de 15 à 25 mètres). Les dépôts sont par nature hétérogènes. Ces nappes sont contrôlées par le niveau des cours d'eau qu'elles accompagnent ; elles sont donc en position basse dans l'hydro système et jouent le rôle d'exutoire pour les autres masses d'eau.
- ▶ Le pendage du socle et du contact socle/couverture est faible et orienté vers l'Est (Roche, 1999). C'est un point important car cela signifie que le mur des unités aquifères est penté vers l'Est pour les aquifères de couverture, ce qui implique un sens d'écoulement globalement Ouest-Est.
- ▶ Les mesures de conductivité permettent de proposer des zones d'échanges entre unités aquifères. La carte des conductivités montre les zones d'apports d'eaux souterraines de la couverture sédimentaire. De même, les faibles valeurs dans le socle attestent du faible apport d'eaux souterraines (l'eau est piégée ou circule essentiellement en ruissellement).

Tous ces éléments permettent de proposer une première identification des unités aquifères à l'échelle du bassin versant. Les indices hydrogéologiques (niveaux piézométriques, sources, mesures de conductivité,...) sont aussi suffisants pour autoriser une première description des comportements hydrogéologiques à grande échelle.

Les principaux points méritant une discussion sont les suivants :

- ▶ Il n'existe pas de suivi piézométrique sur le bassin versant de l'Yzeron. Ceci s'explique par le caractère localisé, dispersé des masses d'eau du bassin versant. Nous n'avons donc aucun élément de connaissances sur les variations du niveau des nappes sur le secteur d'étude.

- ▶ La connaissance de détail des unités aquifères est insuffisante. Les données sont trop rares ou lacunaires pour autoriser des descriptions de détail. Les descriptions sont donc nécessairement générales et schématiques. En particulier, insistons sur l'incertitude suivante : nous n'avons pas d'arguments sérieux pour délimiter précisément des nappes. En effet, les unités aquifères sont regroupés en grandes unités génériques mais il est probable qu'elles correspondent à plusieurs nappes avec soit une compartimentation liée à la fracturation pour les roches de socle, soit une compartimentation liée à la nature très hétérogène des dépôts sédimentaires quaternaires pour les matériaux de couverture.
- ▶ Nous ne disposons pas d'une connaissance suffisante des prélèvements sur les réserves en eaux souterraines. En effet, les prélèvements souterrains déclarés sont rares ; ils sont décrits dans le rapport de phase 1 et 2 de BRLi. Nous nous intéresserons aux prélèvements dits domestiques dans une étude dédiée à cette problématique complexe. A ce stade de l'étude, nous considérerons les prélèvements sur la ressource en eau souterraine comme inconnus.

3.1.2 Hypothèses sur les flux liés à l'infiltration des eaux météoriques

Nous avons déterminé une lame d'eau pour la pluie efficace de l'ordre de 250 mm/an (soit 250 l/m²/an).

Cette valeur a été déduite de la moyenne des différences positives entre les valeurs mensuelles de pluviométrie et les valeurs mensuelles d'évapotranspiration (données de la station météorologique de Lyon-Bron de 1970 à 2009).

La difficulté de l'exercice réside dans la détermination des quantités infiltrées versus les quantités ruisselées. Elle passe par la définition d'un coefficient d'infiltration qui dépend principalement de la texture du sol, et de la pente. Notons que ce coefficient fait l'objet de controverses dans la communauté scientifique, sa détermination étant très délicate. En effet, nombres de scientifiques ont pu observer que sa valeur varie pour un même sol en fonction de l'historique des pluies antérieures.

En nous basant sur les ordres de grandeur généralement acceptés dans la littérature, nous proposons en première approximation les coefficients suivants :

Texture	Absence de pente	Pente supérieure à 5%
Limoneux	5-10%	5%
Limoneux sableux	10-20 %	5-10%
Sableux	40%	30-40%
Sablo limoneux	30-40%	20-30%
Zones urbaines	5-20%	5-20%

Ces ordres de grandeur sont nécessairement hypothétiques. Les valeurs des flux qu'ils permettront d'estimer sont donc à considérer avec prudence.

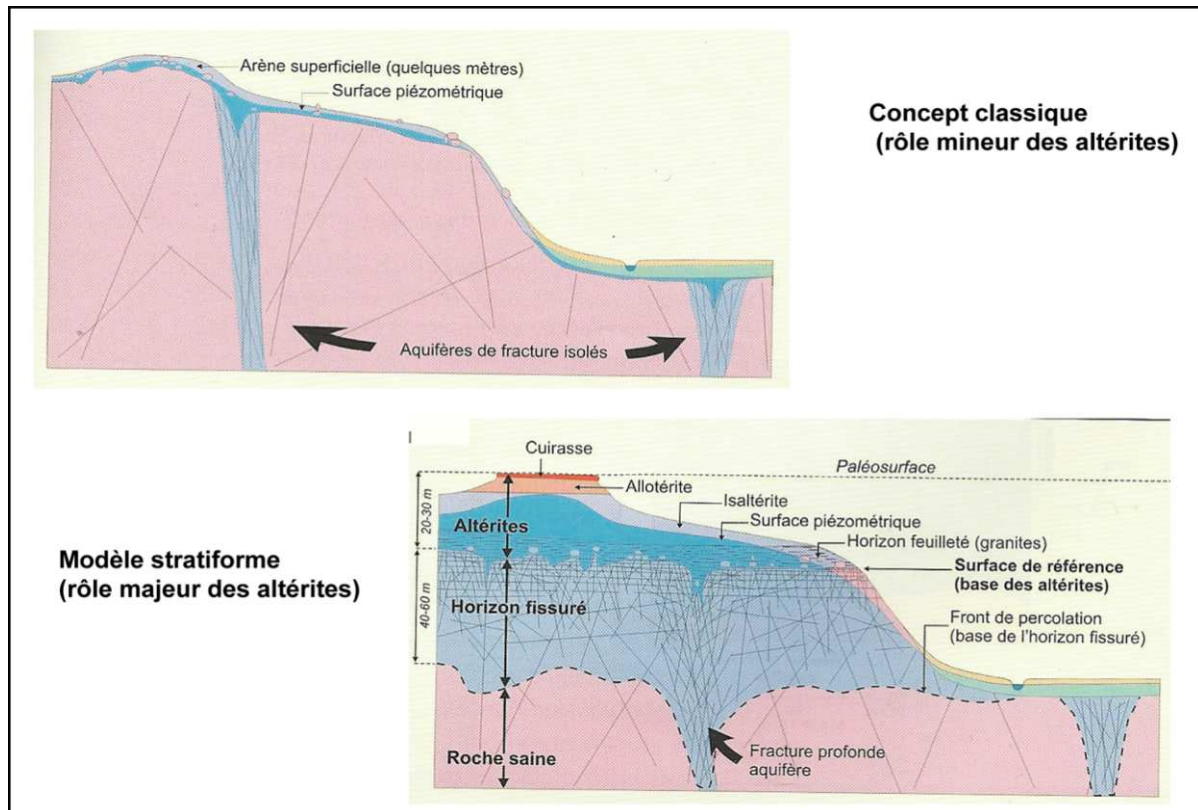
Le premier objectif de ce type d'approche est de hiérarchiser les flux des différentes unités aquifères de manière à mettre en évidence celles qui sont susceptibles d'apporter une contribution significative à l'hydro système.

3.1.3 Rappel sur l'hydrogéologie des aquifères en milieux fissurés

Les aquifères de socle sont caractérisés par une perméabilité de fissures et de fractures. Ils sont considérés comme des aquifères discontinus et hétérogènes.

Des recherches récentes dans la région du Massif central (Lachassagne et Wyns, 2005) mais aussi sur le craton africain (CEFRIGE, 1990) ont permis de faire émerger des modèles conceptuels, plus élaborés, sur ce type d'aquifère. Les figures ci-dessous illustrent ces modèles ; on peut y voir l'importance ou non du développement des altérites :

Figure 24 : Modèles conceptuels des aquifères de socle (d'après Lachassagne et Wyns, 2005).



Dans le cas du bassin versant de l'Yzeron, on peut penser qu'une des clés du comportement hydrogéologique est le rapport entre perméabilité des altérites et perméabilité de l'horizon fissuré :

- ▶ Si les altérites présentent des perméabilités très supérieures à celles de l'horizon fissuré sous-jacent, il y aura développement de nappe dans les altérites avec des sources au contact socle/altérite (cas supposé du plateau de Méginant). On peut alors avoir un stockage dans les altérites et donc un soutien au cours d'eau à l'étiage.
- ▶ Si l'horizon fissuré présente des perméabilités équivalentes ou supérieures à celles des altérites, alors on observera un drainage des altérites vers une nappe plus profonde avec des niveaux piézométriques guidés par les rivières qui bordent les plateaux. Les sources sont alors majoritairement situés dans le socle et en position basse dans les parois qui limitent les plateaux (cas de la bordure Sud du plateau de Craponne). Il se peut que localement, dans des secteurs caractérisés par un horizon fissuré moins perméable, des nappes soient perchées ; elles présenteront alors de faible volume d'eau stockée.

Une autre caractéristique très importante de l'hydrogéologie des aquifères fissurés est le degré de compartimentation des eaux souterraines liés à la connectivité du réseau de discontinuités. Si le réseau est dense et étendu, on aura alors une nappe de grande extension ; dans le cas inverse, on observera une multitude de petites nappes, isolées les unes des autres.

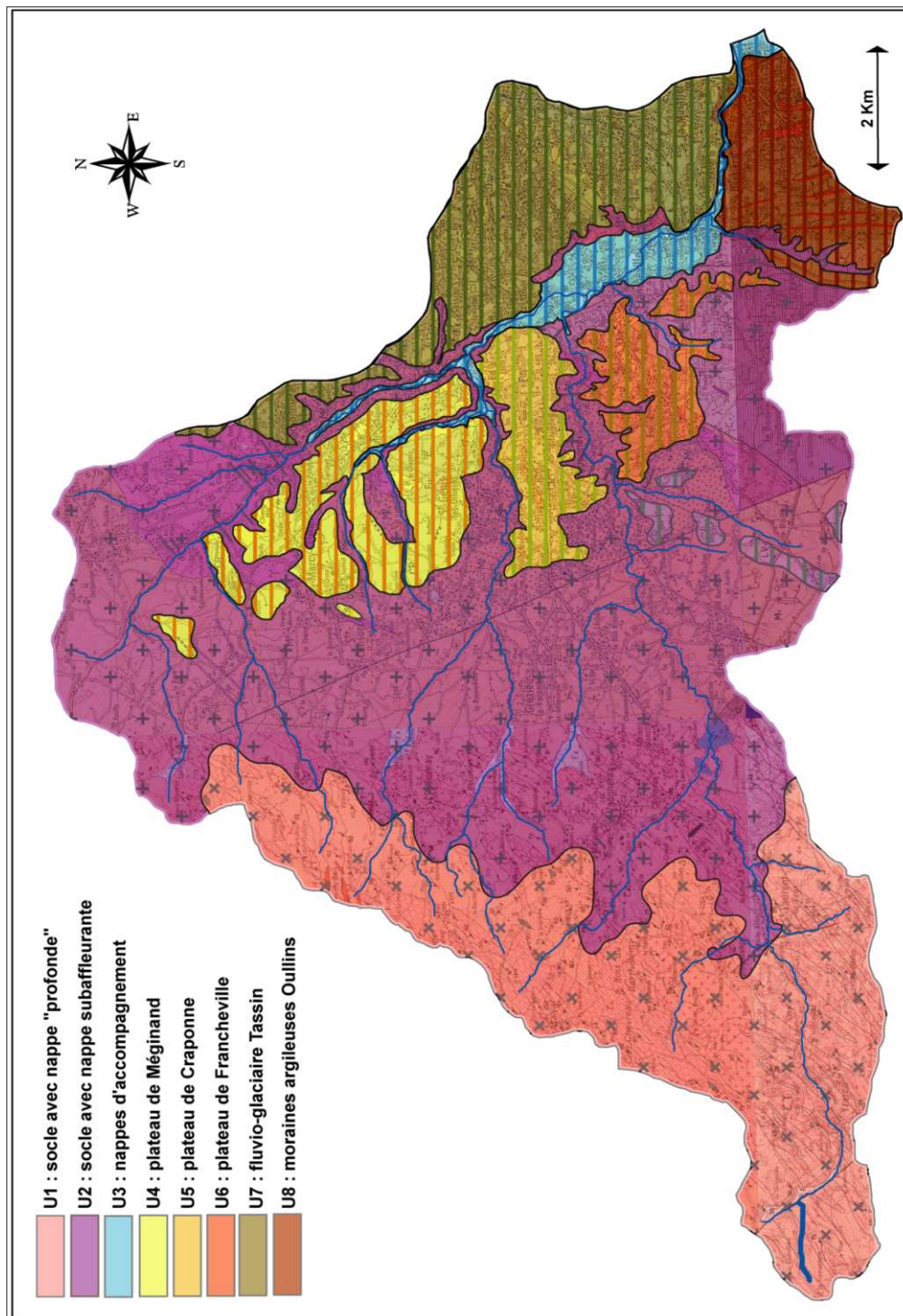
Rappelons que dans le cas du bassin versant de l'Yzeron, nous ne disposons pas d'arguments sur le degré de compartimentation des aquifères de socle.

3.2 CARACTERISATION DES UNITES AQUIFERES

Les données bibliographiques, l'analyse de la BSS ainsi que les observations de terrain, nous permettent de proposer huit typologies de masses d'eau souterraines (cf. carte ci-dessous), dont deux correspondent à des aquifères de socle et six à des dépôts sédimentaires de couverture.

Rappelons que les dépôts de couverture sont présents presque partout sur le bassin versant. Leur cartographie au 1 : 50 000 qui a servi de base à la délimitation des unités aquifères repose sur le seul critère d'une épaisseur importante (> 5 m en première approximation).

Figure 25 : Localisation des unités aquifères.



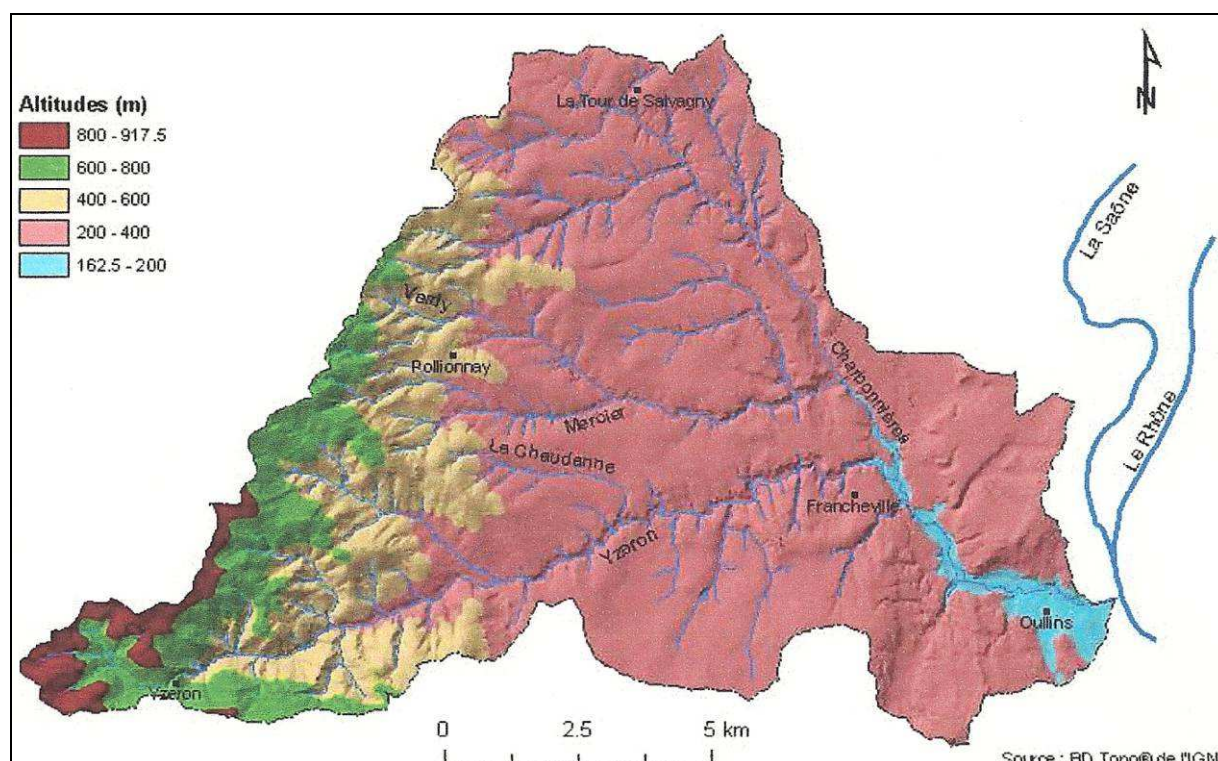
3.2.1 Nappes de socles

On peut schématiquement distinguer deux types de masses d'eau pour les aquifères de socle. Cette distinction est déduite de considérations sur le comportement hydrogéologique et non sur des critères structuraux de compartimentation.

Répetons qu'il n'est pas possible de proposer une délimitation précise des nappes de socle en fonction du degré de compartimentation du socle. La localisation et l'identification du rôle des failles ou des zones faillées sont trop incertaines pour cela.

La distinction de deux types de nappes de socle est guidée par la topographie du bassin versant.

Figure 26 : Altitudes du bassin versant regroupés en cinq classes (d'après Gnouma, 2006).



On observe en effet que les Monts du Lyonnais peuvent être divisés en une partie amont marquée par de fortes pentes (>5%) et une partie aval qui correspond plus à de vastes plateaux entaillés par le réseau hydrographique.

Pour les aquifères fissurés, la distinction entre la partie amont et la partie aval, repose sur la présence d'une zone non saturée avec des écoulements verticaux, susceptibles de différer la recharge et donc de donner de l'inertie au système hydrogéologique.

Dans les deux parties du bassin versant, les aquifères correspondent à la juxtaposition verticale de deux ensembles : un ensemble superficiel correspondant aux arènes d'altération (matériaux moyennement perméables mais très capacitifs), un ensemble plus profond correspondant au socle non altéré mais fissuré (matériaux perméables mais peu capacitifs).

Dans le socle, l'eau s'infiltré dans les zones altérées et atteint la partie superficielle fissurée et diaclasée de la roche saine. Dans cet ensemble cutané perméable, l'eau circule selon la ligne de plus grande pente. Des discontinuités lithologiques, la présence de failles ou de filons peuvent y favoriser une certaine accumulation qui livrera son trop-plein sous forme de sources dont les débits varient de 10 à 500 l/heure (Delfour et al., 1989).

3.2.1.1 U1. Nappe(s) en partie amont du bassin versant

Dans cette partie du bassin versant, le système hydrologique se caractérise par la présence d'une zone non saturée. La forte pente des terrains implique l'existence de processus verticaux d'alimentation des nappes en profondeur. On peut donc supposer en première approximation que les aquifères sont d'abord de type fissurés et que les matériaux de couverture ont un rôle négligeable (possibilité de nappes perchées de faible dimension avec des épaisseurs d'altérites généralement inférieures à 5 mètres).

L'alimentation des nappes se fait uniquement par infiltration des eaux météoriques. Leurs exutoires correspondent principalement à des sources localisées, secondairement à des venues "sous-alluviales" des principaux cours d'eau.

Notons que les sources ayant un débit significatif sont captées pour l'AEP. Les sources du Thiollet sont constituées d'un ensemble de captages (9 sources). Les sources de Vaugneray alimentent en partie la commune de Vaugneray. Sur les 6 sources existantes, trois seulement sont exploitées actuellement (sources des Bois).

Le tableau ci-dessous présente l'historique des prélèvements aux sources du Thiollet et de Vaugneray depuis 1997 (BRLi, 2006) :

Année	Volume annuel prélevé (m3)			Débit fictif continu (l/s)
	Sources du Thiollet	Sources de Vaugneray	Total	
1997	69900	34200	104100	3.3
1998	57500	17300	74800	2.4
1999	77600	19000	96600	3.1
2000	76900	22000	98900	3.1
2001	101200	31600	132800	4.2
2002	68900	18400	87300	2.8
2003	71900	-		
2004	72000	18250	90250	2.9
Moyenne	74488	22964	97821	3.1

En faisant l'hypothèse que le bassin versant hydrogéologique correspond au bassin versant hydrologique, on peut estimer de façon très approximative une surface d'impluvium de ces sources, comprises entre 6 et 12 km².

Si on accepte une moyenne de 250 mm/an en pluie efficace, on obtient un volume annuel de 1,5 Mm³/an pour un impluvium de 6 km². Avec un impluvium de 12 km², le volume annuel de pluie efficace serait de l'ordre de 3 Mm³/an.

Si on accepte l'hypothèse que la totalité des eaux infiltrées sur cet impluvium sont captées par ces sources, on peut alors proposer un coefficient d'infiltration de l'ordre de 4 à 7% dans un contexte de fortes pentes en milieu boisé et pour un sol de texture sablo-limoneux. C'est une valeur faible comparée aux valeurs usuellement disponibles dans la littérature (plus proches de 10%). On peut considérer que cette estimation est minorée car il est probable qu'une partie importante des eaux qui résurgent n'est pas captée.

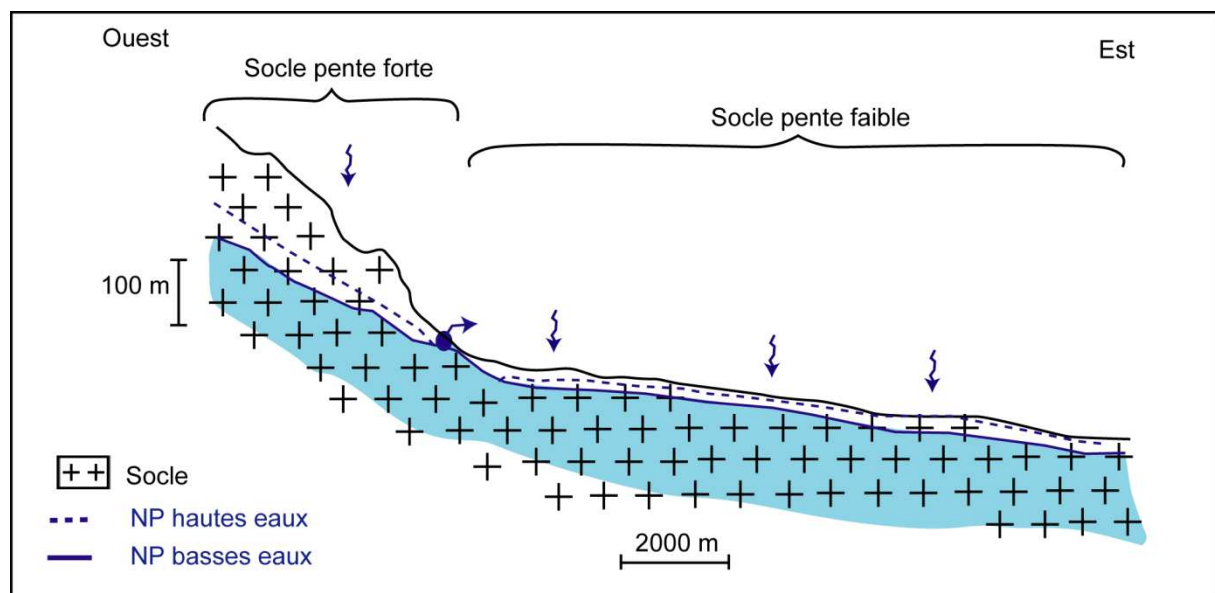
La surface totale de cette unité est de 37 km². L'exploitation de la carte des textures de sol sous SIG permet d'estimer les pourcentages relatifs des différentes textures de sol :

- ▶ 96 % de sol sablo-limoneux
- ▶ 2 % de sol sableux
- ▶ 1 % de sol limono-sableux
- ▶ 1 % de zones urbaines

Si on accepte un coefficient d'infiltration moyen compris entre 20 et 30 % (pentes fortes et prédominance du faciès sablo-limoneux), cela permet d'estimer une lame d'eau infiltrée comprise entre 1,9 et 2,8 Mm³/an (soit un débit fictif continu de l'ordre de 60 à 90 l/s).

Au delà de cet ordre de grandeur, il est nécessaire de souligner qu'il n'est pas possible de déterminer a priori la proportion de ce débit fictif consacré au soutien du débit d'étiage en période estivale.

Figure 27 : Coupe schématique illustrative des typologies d'aquifères de socle.



3.2.1.2 U2. Nappe(s) en partie médiane et aval du bassin versant

Sur la partie centrale du bassin versant, les pentes sont beaucoup plus faibles, comprises entre 1 et 5%. Les niveaux piézométriques sont donc principalement contrôlés par le degré d'enfoncement du réseau hydrographique :

- ▶ En partie médiane, cet enfoncement est très faible (quelques mètres). On a donc des nappes sub-affleurantes ce qui implique un rôle important des altérites de couverture.
- ▶ Dans la partie la plus aval du bassin versant (selon une ligne Nord-Sud passant approximativement par Brindas), les cours d'eau s'enfoncent fortement dans les plateaux des Monts du Lyonnais (plus de 10 mètres). On a alors des nappes plus profondes et il se peut que localement les altérites se retrouvent en position perchée par rapport au niveau de base des nappes.

L'alimentation des nappes se fait principalement par infiltration des eaux météoriques ; on peut aussi avoir des échanges avec d'autres unités aquifères.

Les exutoires peuvent correspondre à des sources localisées en périodes de hautes eaux ; mais leur vidange se fait principalement par le biais de venues "sous-alluviales" des principaux cours d'eau, en particulier l'Yzeron; le Ratier et la Charbonnières qui de par leur fort enfoncement et leur remplissage alluvial relativement perméable, jouent le rôle de drain.

La surface totale de cette unité est de 54 km². L'exploitation de la carte des textures de sol sous SIG permet d'estimer les pourcentages relatifs des différentes textures de sol :

- ▶ 35 % de zones urbaines (Ci=5%)
- ▶ 30 % de sol limono-sableux (10<Ci<20% pour des pentes faibles)
- ▶ 30 % de sol sablo-limoneux (20<Ci<30% pour des pentes faibles)
- ▶ 5 % de sol limoneux (Ci=5%)

Les coefficients d'infiltration proposés permettent d'estimer un coefficient d'infiltration moyen compris entre 14 et 25 % ; cela permet d'estimer une lame d'eau infiltrée comprise entre 1,9 et 3,4 Mm³/an (soit un débit fictif de l'ordre de 60 à 110 l/s).

Ces aquifères sont aussi alimentés par les pertes des réseaux AEP mais les débits associés sont faibles comparativement à ceux déduits de l'infiltration des eaux météoriques : de l'ordre de 10 l/s pour la totalité de l'unité (BRLi, 2011).

La configuration hydrologique observée (nappes sub-affleurantes) implique l'absence de capacité de stockage des eaux infiltrées et on peut donc considérer en première approximation que le débit de soutien à l'étiage en période estivale est négligeable.

3.2.2 Unités aquifères de couverture

On peut distinguer six unités aquifères pouvant avoir des comportements autonomes de par la configuration géométrique des dépôts sédimentaires :

- ▶ Les dépôts alluvionnaires des cours d'eau de l'Yzeron et de la Charbonnières.
- ▶ Trois masses d'eaux dans les arènes et dépôts Villafranchiens.
- ▶ Deux masses d'eaux dans les dépôts wurmiens.

3.2.2.1 U3. Nappes d'accompagnement de l'Yzeron et de la Charbonnières

Il nous a semblé important de distinguer ces deux appareils alluviaux car ils sont remarquables tant du point de vue de leur composition sédimentaire que par la géométrie des dépôts.

La délimitation de ces aquifères comprend les alluvions récentes et anciennes. Certains documents affirment que l'Yzeron à partir de Charbonnières Les Bains serait un ancien bras de la Saône. On observe en effet des profondeurs de sédiments alluviaux importantes : de 15 à plus de 25 m. Bien que globalement perméables, signalons la présence de lentilles moins perméables. Les alluvions les plus anciennes, en périphérie du lit, peuvent être de nature très argileuse. Des forages attestent de passes d'argile de 7 m d'épaisseur, signe d'une hétérogénéité des dépôts en périphérie du cours d'eau.

Les surfaces d'impluvium de ces masses d'eau sont relativement réduites. Elles sont donc principalement alimentées par les autres masses d'eau car elles sont en position relative de drains. Notons aussi une dynamique très forte d'échanges avec les cours d'eau, probablement marquée par une variabilité spatiale et temporelle des processus d'échanges.

3.2.2.2 U4. Nappe du plateau de Méginant

Nous avons identifié une structure dite du Plateau de Méginand. Elle englobe les séries de couverture d'épaisseur remarquable entre le Ratier au Sud et la Charbonnières à l'Est.

Cette structure est caractérisée par le faible enfoncement des principaux cours d'eau qui la traversent: ruisseau de Méginant et ruisseau de Ribes. Notons que ces cours d'eau sont signés par de très fortes conductivités électriques qui témoignent d'un très fort soutien par les eaux souterraines. On observe en effet en tête de ce sous bassin versant de nombreuses sources qui émergent des arènes sableuses. Les données de forage confirment cette interprétation, avec des altérites "mouillées" d'épaisseur significative .

Ces nombreux éléments convergent vers un fonctionnement de type nappe de couverture. On peut considérer le schéma proposé comme relativement probable.

Cette nappe que l'on peut supposer continue à l'échelle de l'appareil aquifère est alimentée uniquement par l'infiltration des eaux de pluie. Les eaux transitent par les matériaux de couverture avant d'aller alimenter les cours d'eau superficiels (Ribes et Méginant). Il est possible qu'une partie des eaux traversent localement des horizons fissurés sous-jacents plus perméables, avec pour destination finale les appareils alluviaux du ratier ou de la Charbonnière qui jouent le rôle de drains.

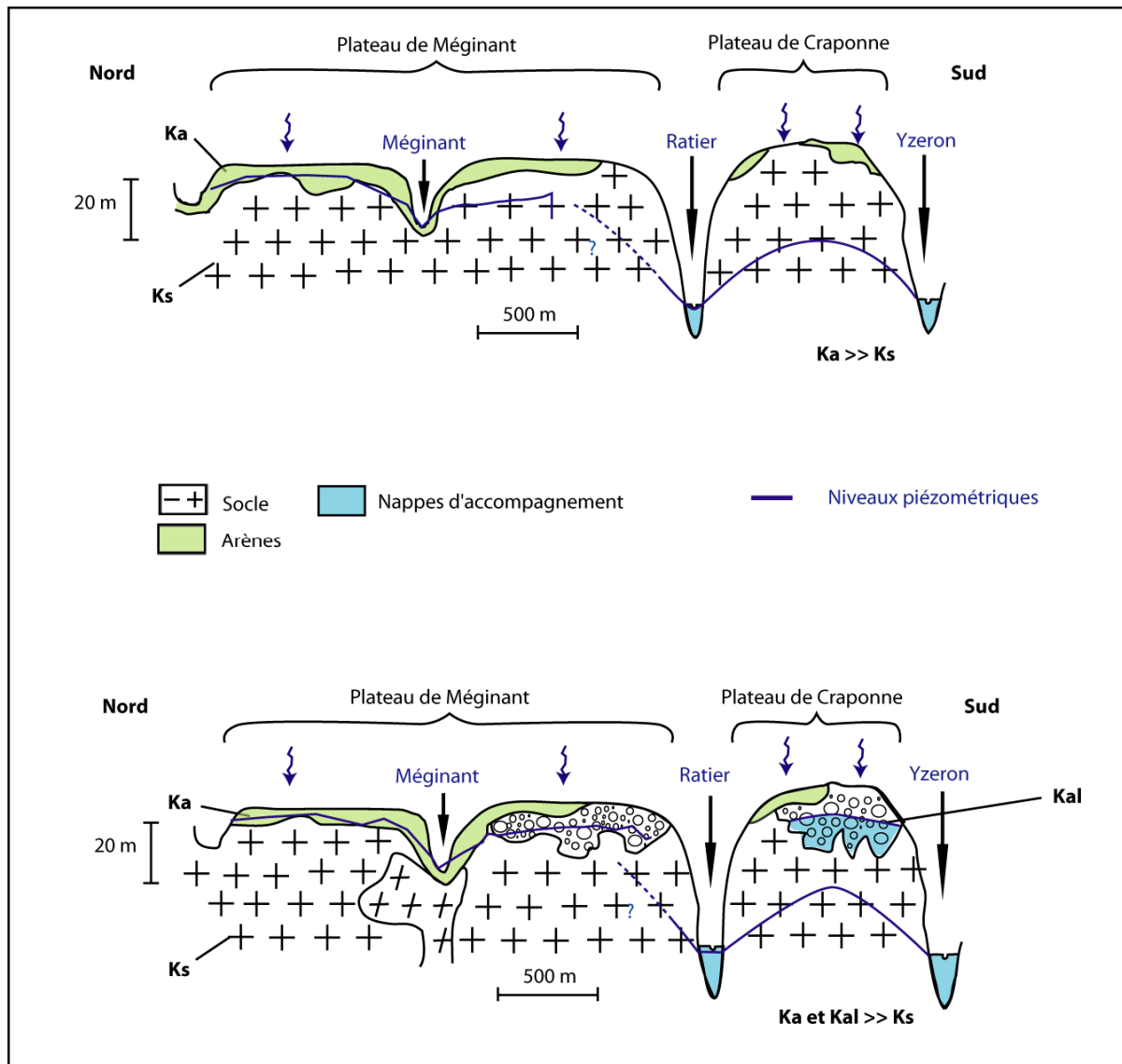
La surface totale de l'unité de Méginant est de 15 km². L'exploitation de la carte des textures de sol sous SIG permet d'estimer les pourcentages relatifs des différentes textures de sol :

- ▶ 55 % de zones urbaines
- ▶ 20 % de sol limoneux
- ▶ 15 % de sol limono-sableux
- ▶ 10 % de sol sablo-limoneux

Si on accepte un coefficient d'infiltration moyen compris entre 8 et 20 %, cela permet d'estimer une lame d'eau infiltrée comprise entre 0,3 et 0,8 Mm³/an (soit un débit fictif de l'ordre de 10 à 25 l/s). Cet aquifère est aussi alimenté par les pertes des réseaux AEP avec des débits de l'ordre de 5 l/s selon BRLi (2011).

Au delà de cet ordre de grandeur, il est nécessaire de souligner qu'il n'est pas possible de déterminer a priori la proportion de ce débit fictif consacré au soutien du débit d'étiage en période estivale.

Figure 28 : Coupe schématique du plateau de Méginand.



3.2.2.3 U5/U6. Structures aquifères des plateaux de Craponne et de Francheville

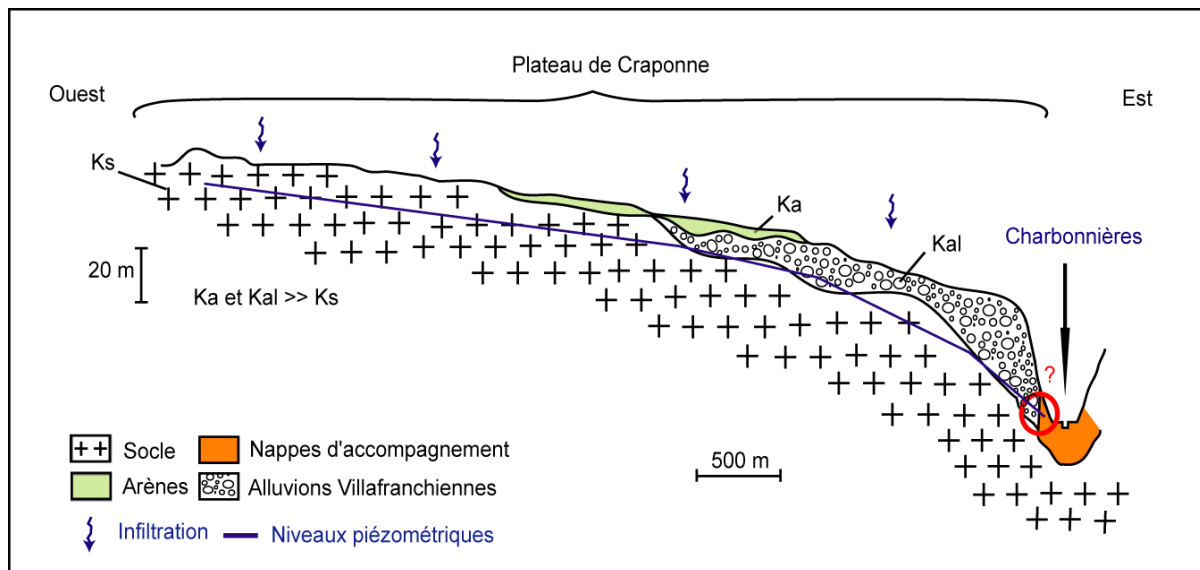
Dans les complexes de Craponne et de Francheville, les quelques forages renseignés de la BSS indiquent que l'eau serait stockée non pas dans les sédiments superficiels mais dans le socle gneissique sous-jacent. Les rivières qui délimitent ces plateaux sont en effet fortement enfoncées (plus de 10 m). Elles ont érodé profondément les formations sédimentaires de couverture et le socle, laissant apparaître des falaises gneissiques. De plus, les principales sources s'observent dans le socle et non au contact altérites/socle.

Rappelons toutefois que ces considérations reposent sur des observations trop rares pour donner des certitudes. On ne peut donc à ce stade de l'étude que proposer un modèle explicatif général très schématique pour ces unités aquifères.

Bien que les formations de couverture puissent présenter des épaisseurs considérables, on aurait ainsi un comportement proche du fonctionnement hydrogéologique décrit pour les nappes de socle en partie médiane du bassin versant. Dans ce schéma, les nappes seraient alimentées par l'infiltration des eaux de pluie, puis elles iraient elles-mêmes alimenter les cours d'eau bordiers qui jouent le rôle de drain.

Le chemin de l'eau dans ces unités aquifères est nécessairement complexe : on peut avoir un premier stockage temporaire de l'eau sous forme de nappes perchées (plus ou moins permanentes en fonction de la perméabilité du socle), puis une alimentation des réseaux fissurés aquifères qui conduisent l'eau vers les systèmes alluviaux modernes des cours d'eau aux limites du système.

Figure 29 : Coupe schématique du plateau de Craponne.



La surface totale de l'unité de Craponne est de 5 km². L'exploitation de la carte des textures de sol sous SIG permet d'estimer les pourcentages relatifs des différentes textures de sol :

- ▶ 90 % de zones urbaines
- ▶ 8 % de sol sablo-limoneux
- ▶ 2 % de sol limono-sableux

Si on accepte un coefficient d'infiltration moyen compris entre 7 et 22 %, cela permet d'estimer une lame d'eau infiltrée comprise entre 0,1 et 0,3 Mm³/an (soit un débit fictif continu de l'ordre de 3 à 10 l/s).

La surface totale de l'unité de Francheville est de 13 km². L'exploitation de la carte des textures de sol sous SIG permet d'estimer les pourcentages relatifs des différentes textures de sol :

- ▶ 35 % de zones urbaines
- ▶ 50 % de sol sablo-limoneux
- ▶ 7,5 % de sol limoneux
- ▶ 7,5 % de sol limono-sableux

Si on accepte un coefficient d'infiltration moyen compris entre 20 et 30 %, cela permet d'estimer une lame d'eau infiltrée comprise entre 0,6 et 1 Mm³/an (soit un débit fictif continu de l'ordre de 20 à 30 l/s).

Ces aquifères sont aussi alimentés par les pertes des réseaux AEP mais les débits associés sont faibles comparativement à ceux déduits de l'infiltration des eaux météoriques : de l'ordre de 5 l/s pour les plateaux de Craponne et de Francheville selon BRLi (2011).

Au delà de ces ordres de grandeur, il est nécessaire de souligner qu'il n'est pas possible de déterminer a priori la proportion de ces débits fictifs consacrée au soutien du débit d'étiage en période estivale.

3.2.2.4 U7. Aquifère de Tassin

L'appareil aquifère correspond à un mélange de sédiments fluvio-glaciaires et de complexes morainiques wurmiens. En effet, ces dépôts sont majoritairement issus des épisodes glaciaires que la région a connu au Pléistocène. Ils ont des profondeurs importantes pouvant atteindre plus de 60 mètres. La zone étant composée de plusieurs formations wurmiennes s'étant déposées à différentes périodes, les caractéristiques du milieu sont hétérogènes.

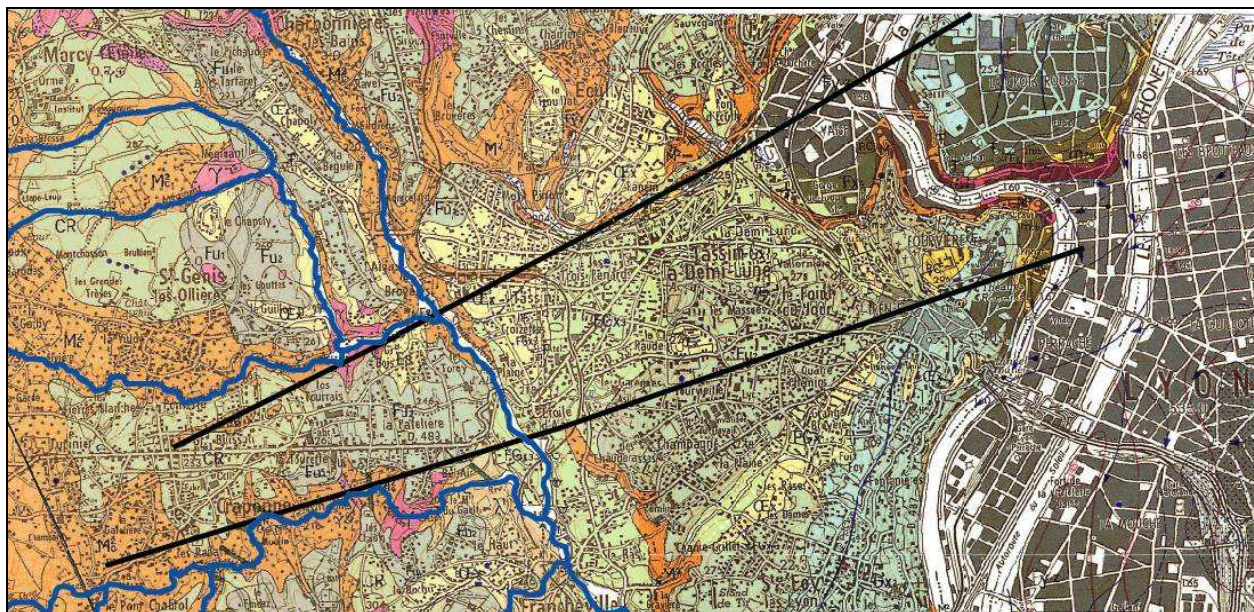
- ▶ Pour les complexes morainiques, on distingue deux types de séquences qui se différencient par leurs compositions sédimentaires : les moraines argileuses (argiles à blocs) et les moraines caillouteuses. Sur cette zone, il est difficile de délimiter ces séquences de façon précise (forte urbanisation) ; il peut donc s'agir de sédiments peu perméables à très peu perméables.
- ▶ Les formations fluvio-glaciaires remplissent toutes les anciennes vallées ou dépressions de la région. Elles sont presque toujours bien conservées (David et al., 1966). Bien que de composition relativement hétérogène, elles présentent une bonne perméabilité d'ensemble. Selon une mesure de la BSS, la perméabilité des nappes alluviales fluvio-glaciaires wurmiennes peut atteindre $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On observe deux "bras" fluvio-glaciaires majeurs ; ils sont alignés avec des accidents de socle qui ont été bien étudiés (zones faillées de la Belle Allemande et de l'Yzeron moyen). Il est à noter que le premier "bras" met en contact direct les dépôts fluvio-glaciaires avec les alluvions modernes et anciennes de l'Yzeron (secteur de l'Etoile d'Alai). Ce n'est pas le cas pour le second bras.

De par leur plus forte perméabilité d'ensemble, on peut donc supposer que les deux formations fluvio-glaciaires jouent le rôle de drain pour cette unité. Ces deux nappes drainent l'eau de l'aquifère vers la Saône. On peut ainsi considérer en première approximation que le niveau d'eau de cette nappe est ainsi contrôlé par le niveau de la Saône (entre 160 et 170 m NGF).

Les nappes de ce secteur du bassin versant sont principalement alimentées par l'infiltration des eaux de pluie et par les pertes des réseaux AEP qui ne sont pas négligeables : de l'ordre de 20 l/s en débit fictif continu selon BRLi (2011).

Rappelons que le "bras" fluvio-glaciaire de la Belle Allemande est en contact avec l'appareil alluvial de l'Yzeron. On peut donc se demander s'ils ne jouent pas le rôle de drain vis à vis de la nappe alluviale ; une partie des eaux de la nappe pourrait ainsi venir alimenter ces aquifères si la piézométrie moyenne dans ces aquifères était plus faible que celle de la nappe alluviale. Avec un gradient hydraulique de l'ordre de 0,5% (20 m de décote piézométrique sur 4 000 m), une perméabilité moyenne variant entre 10^{-3} et 10^{-4} m/s et une surface de contact de l'ordre de 500x20m, on obtient une perte comprise entre 5 et 50 l/s pour l'appareil alluvial de l'Yzeron.

Figure 30 : Délimitation du couloir fluvio-glaciaire de Tassin.



C'est une hypothèse à étudier et à confirmer. Une étude hydrogéologique de détail avec prospections géophysiques et relevés piézométriques synchrones, permettrait de valider ou non cette hypothèse.

On peut donc en première approximation considérer la contribution de cette nappe à l'hydro système comme négligeable en terme de soutien d'étiage.

3.2.2.5 U8. Aquifère d'Oullins

Les dépôts glaciaires d'Oullins sont décrits comme relatifs à des moraines de fond à dominante argileuse. Globalement, la plupart des auteurs s'accordent à décrire ces séries comme peu perméables.

On peut donc en première approximation considérer cet aquifère comme peu intéressant d'un point de vue quantitatif et sa contribution à l'hydro système comme négligeable.

4. REFERENCES DOCUMENTAIRES

Arpi J.M., Calard M., Pangaud L., Putigny R., 2011- Thermalisme, deux sources célèbres. In "Eaux de surface et sources en Pays Lyonnais", Edition de l'Araire, n°165, p.89-108.

BCEOM, 1999 - Utilisation de l'eau sur le bassin versant de l'Yzeron en période d'étiage. Projet de contrat de rivière Yzeron vif. 55 p. + annexes.

Breil P., 2009 - Projet d'observation du bassin versant de l'Yzeron – Fiche action G5 du contrat de rivière Yzeron – Rapport phase 2, CEMAGREF, 77 pages.

BRLi, 2006 - Etude de faisabilité pour une meilleure gestion des étiages du bassin de l'Yzeron. Phase 1 : recueil de données et traitement des données existantes. 78 p.

CEFRIGE et Laboratoire de Géologie Dynamique et Appliquée, 1990 - Synthèse des connaissances sur l'hydrogéologie de l'Afrique de l'Ouest. Collection Maîtrise de l'Eau, 2^{ème} édition, Ministère de la Coopération et du Développement, 147 p.

Coudert J., Nicolas J., Amraoui N., Seguin J.J., 2007 - Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise. Rapport d'étape - Session 1 - Equilibres et déséquilibre physiques, XIVe journées techniques du Comité français d'hydrogéologie - Lyon 8-10 novembre 2007.

David L., ELMI S., Féraud J., 1966 - Notice explicative de la carte géologique de Lyon au 1 : 50 000. 39 p.

Delfour J., Dufour E., Feybesse J.YL., Johan V., Kerrien Y., Lardeaux J.M., Lemièrre B., Mouterde R., Tegye M., 1989 - Notice explicative de la carte géologique de Tarare au 1 :50 000. 120 p.

Feybesse J.L, Lardeaux J.M., Tegye M., Kerrien Y., Lemièrre B., Maurin G., Mercier F., Thiéblemont D., 1995 - Notice explicative de la carte géologique de St-Symphorien-sur-Coise au 1 :50 000. 110 p.

Fiasson S., 1964 - Recherches écologiques sur la faune d'une rivière de la région lyonnaise : l'Yzeron. Thèse de la faculté des Sciences de Lyon. 178 p.

Flores O., 1999 - Le réseau hydrographique lyonnais du néogène au quaternaire – Magistère Rhône-Alpes-Auvergne des Sciences de la Terre – Ecole normale supérieure de Lyon, 25 pages.

Fondation Renaud, 2011 - L'étang du Val Maure à Saint Genis les Ollières. In "Eaux de surface et sources en Pays lyonnais", Edition de l'Araire, n° 65, p. 119-123.

Gnouma R., 2006 - Aide à la calibration d'un modèle hydrologique distribué au moyen d'une analyse des processus hydrologiques : application au bassin versant de l'Yzeron, Cemagref, 262 pages + annexes.

GRAIE, 1988 - Etude préalable d'aménagement. Rapport de synthèse. 45 p. + annexes.

GRAIE, 1986 - L'Yzeron. Etude d'une rivière périurbaine à l'étiage. Monographie de l'état actuel. 52 p. + annexes

Lachassagne P., Wyns R., 2005- Aquifères de socle : nouveaux concepts. Application à la prospection et à la gestion de la ressource en eau. Géosciences n°2, édition BRGM, p. 32-37.

Le Grand Lyon, communauté urbaine de Lyon, 2002 - Restructuration du collecteur de l'Yzeron. Diagnostic, 11 pages.

Le Grand Lyon, communauté urbaine de Lyon, 2002 - Schéma général d'alimentation en eau potable. 227 pages.

Le Grand Lyon, communauté urbaine de Lyon , 2004 - Schéma général d'alimentation en eau potable, 129 pages.

Mongereau N., 2010 - Géologie de Lyon. Editions Lyonnaises d'Art et d'Histoire. 143 p.

Nicolas J., Petit V., Thierry P., Besse A., Longet A., 2004 - Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise. Rapport d'étape - Phase 1. BRGM/RP-53569-FR, 29 illustrations, 14 annexes, 67 pages.

Parascandola M.F., Burloux F., Rousselot D., Debaisieux B., 1982 - Synthèse hydrogéologique de la région Rhône-Alpes. BRGM/82 SGN 380,RHA, 147 pages.

Roche N., 1999, Etude climatique de la vallée de l'Yzeron. Mémoire de maîtrise de géographie. Université Jean Moulin Lyon III. Faculté des lettres et Civilisations. Laboratoire de Géographie Physique (CNRS-UMR 5600), 217 p.

Russo P., 1965 - Géologie et hydrologie appliquées à l'urbanisme dans les collines lyonnaises. AUDIN ET C^{ie} MCMLXIV Lyon, 205 pages.

Schmitt L., Valette L., Valin K., Piégay H., Hallot E., 2004 - Proposition d'une méthode de typologie hydro-géomorphologique des cours d'eau et test sur un sous-bassin du Rhône (bassin de l'Yzeron).

SIDESOL, (2010) - Etude de modélisation hydraulique et qualité du réseau d'eau potable. Phase 1 : Collecte de données, 63 pages + annexes.

SRAE Rhône-Alpes, DDAF du Rhône, 1981 - Contribution des Services Extérieurs du Ministère de l'Agriculture à la connaissance des Ressources en eaux souterraines dans le département du Rhône. 62 p.

5. ANNEXES

Description des données BSS

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
1	828			
2	828			
3	839			
4	819			
5	820			
6	818			
7	768			
8	768			
9	759			
10	838			
11	838			
12	845			
13	857			
14	857			
15	846			
16	846			
17	811			
18	823			
19	823			
20	643			
21	650	0		
22	641			
23	630	0		

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
24	618			
25	632			
26	575	0		
27	570			
28	489		100	Granite
29	189	14,7	26	
30	460		70	Gneiss
31	434		100	Granite
32	99,53	10,7	24	Argiles sableuses (8.7 m) - Limons (10.7 m) - Gneiss
33	99.15	6	13	
34	99,15	8,5	20	sables (18,5m) - Argiles
35	227	16	32	Argiles, limons, sables et galets
36	101	23,05	27,05	Limons (25m) - Sables grossiers
37	100	22,19	27,5	Limons
38	228		32	
39	260		100	Gorre (20 m) - Granite
40	228		43	
41	99.75	12,3	18.5	
42	228		50.0	
43	99,8	23,01	27	Limons (25 m) - Sables grossiers
44	250	5,5	15.5	molasse avec quelques passage argileux
45	193.3	Néant	15.0	Alluvions fluvio glaciaires
46	201	Néant	6	Sable argileux avec galets
47	201	Légère arrivée d'eau de 9 à 9,4m	16	Sable argileux avec galets
48	198		15	Sables argileux avec des passes argileuses
49	199		10	sable argile et gravier

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
50	217	6	11.5	Sables (6m) - graviers sableux
51	195		16	Moraine (14 m) - gneiss
52	196		16	Moraine (14 m) - gneiss
53	208.5		8	Moraine (1,6 m) - gneiss
54	222.2		3	Sable et argile (2,5 m) - socle
55	220	10,2	17,5	Sables (12m) - Socle
56	168.2		18	Alluvions
57	167	3,4	30	gravier légèrement argileux (26 m) - Arène argileuse
58	185	4,1	11,5	argile (4m) - gros galets
59	236.7		20	Moraine (argile sableuse (7m) - sable grossier avec gravier (20 m))
60	209.3	9	25.0	Moraine (argile sablo-graveleuse(14,5 m) - gravier ou argile jusqu' a 25 m)
61	219.7		11	Fluvio glaciaire (sable argile loess et galet)
62	219.6		10.2	Moraine (argile sablo-graveleuse)
63	221,3	12	20	Dépôts fluvioglaciaires
64	269	12,4	17,5	Moraines caillouteuses
65	260	20	70	Alluvions graveleux (5,2 m) - Sables moyen (19 m) - Anatexite
66	270	20 (venue d'eau)	70	Alluvions graveleux (4 m) - Sables moyen (20 m) - Anatexite
67	207		5	Alluvions
68	204	NEANT	7	Argile
69	223	4	11.5	Argiles très sableuses (6,70m) - Sables et graviers
70	225		11,5	Argiles sableuses (6.7) - Gneiss
71	210	4,3	17	Sables graveleux
72	219		23,5	Molasse (4m) - Gravier (13m) - argile
73	270	18.9	20.5	Limons (3,40 m) - Argiles plus ou moins sableuse (18,10m) - sables
74	290	15	20.5	Moraine (graviers avec passes argileuses)

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
75	199	17,5	17,5	gravier (6m) molasse (17,5m)
76	192			
77	275		36	graviers argileux (15m) gravier sableux (36m)
78	278		10	Graviers argile (1.6 m) - Sables caillouteux
79	275		22.5	Cailloutis argileux et sableux
80	255	8,9	10	Argile (3m) - gravier (6,8m) - marne
81	257	8.8	18.2	Argiles à sables argileux (6,5m) - graviers sableux
82	255	8,1	19	Argile (6,45 m) - gravier sablo argileux (12,5 m) - marnes
83	248	8,9	18,2	Argiles (1.2 m) - sables argileux (7.3 m) marne sableuse (18.2 m)
84	249		20	Sable graveleux limoneux
85	247.3		8	Sables
86	237,4		20	Sables argileux (10m) - Sables (15.2 m) - Gneiss
87	227	2,7	5.0	Moraine
88	237,2		17	Argile graveleuse (5.4m) - Gneiss
89	235,2		15	Argile graveleuse (5,3m) - Gneiss
90		6	22	Argile graveleuse (9m) - Argile (15 m) - gravier
91	97,95	6,5	7,6	Argile (7,5m) - Socle
92	215		8	Sables
93	217	5,5	8	Limons sablo argileux
94	215		6	Limons sablo argileux
95	215		8	Sables argileux
96	217		8	Sables argileux
97	215	4,5	8	Limons sablo argileux
98	221	49,1	64	Galets avec sables et graviers (10 m) - Argiles (24,50 m) - Graviers et galets (55 m) - Molasse
99	218		160	
100	208,11		20	Argiles (12,7m) - Graves peu sableuses

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
101	196,29		20	Sable limoneux (2,50m) - Sable graveleux (5 m) - Argile (7m) - Graves (11m) - limon sablo-graveleux (15m) - Sable
102	199,6		16	Argiles (6m) - Graves sableuses ou sablo argileuses
103	205,85		20	Limons (1,70m) - Gneiss altéré
104	264	15	21,5	molasse (6m) - Roche
105	263	13,5	23,5	molasse (7m) - argile (8m) sable (9m) gravier (10m) - socle
106	267		12,75	Argile (7m) - marne
107	280		160	
108	291			
109	255		40	
110	245	0		Granite
111	240	1,2	4	
112	278	0		
113	304	50	110	
114	317.5	2,1	5,6	
115	332	9.1	13.3	
116	332	12.6	21.8	
117	307	3,2	7,5	
118	345	1,9	9.6	Gneiss
119	338	4,3	7.9	
120	326	3.4	8.2	Gneiss
121	328	0		
122	352	2,7	9.7	
123	346	2,9	6,3	
124	352	4	8.3	
125	350	5.2	11.6	
126	343	1,8	10.1	
127	340	5,3	11.5	Gneiss

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
128	430	2.1	8.3	
129	340	1,7	11.8	
130	302	0		
131	343	1.4	8.3	
132	337	2.7	8.9	Gneiss
133	338	3	6.1	
134	342.5	2	6.5	
135	347	5,4	10.8	Gneiss
136	341.5	1,8	6	
137	340	3,7	8.7	
138	333	0.4	2.7	Gneiss
139	330	4,2	13.7	Gneiss
140	314	0		
141	309	0		
142	303	0		
143	301	1,3	7	
144	310	2,2	4,2	
145	324	4,7	4.7	
146	316			
147	321			
148	321	5,5	6,9	
149	372	60	124	
150	284	NEANT	10	
151	286	NEANT	5,5	Micaschiste
152	289	NEANT	5	Arène (3m) - granite
153	290	NEANT	17.5	Micaschiste
154	290	NEANT	10	Micaschiste

N° forage	Niveau NGF	Niveau piézométrique	Prof. (Si forage)	Nature lithologique
155	254	0		
156	378		60	Granite
157	270	19	29,5	molasse(4 m) - gravier (25 m) - granite
158	251	2	16	
159	225	0		Anatexite
160	279	2	15,5	Argile (3m) - Socle
161	280	2	37,5	Granite
162	315		100	Argile(10m) - granite
163	303	0,2	6,55	Gneiss
164	296	6	9	
165	305	5,2	18	Socle
166	274	5,4	15,5	Anatexite
167	282	4,7	13,5	Gorre (7m) socle (13,5m)
168	282		60	
169	323	13,3	22,9	Argiles (1.3 m) - Argiles sableuses (14 m) - Sables argileux (20.4 m) - Granite

Localisation des données BSS

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
1	07213X0046/CPT	773375	2080945	Captage AEP	(source)
2	07213X0042/CPT	773375	2080945	Captage AEP	(source)
3	07213X0010/CPT	773364	2080958	Captage AEP	Source
4	07213X0017/CPT	773486	2080992	Captage AEP	(source)
5	07213X0016/CPT	773448	2080986	Captage AEP	(source)
6	07213X0018/CPT	773514	2081006	Captage AEP	(source)
7	07213X0011/CPT	774027	2081312	Captage AEP	(source)
8	07213X0047/CPT	774107	2081371	Captage AEP	(source)
9	07213X0015/CPT	774119	2081394	Captage AEP	(source)
10	07213X0007/CPT	773206	2081609	Captage AEP	(source)
11	07213X0038/CPT	773199	2081628	Captage AEP	(source)
12	07213X0008/CPT	773355	2081617	Captage AEP	(source)
13	07213X0043/CPT	773332	2081610	Captage AEP	(source)
14	07213X0039/CPT	773332	2081610	Captage AEP	(source)
15	07213X0040/CPT	773400	2081629	Captage AEP	(source)
16	07213X0044/CPT	773400	2081629	Captage AEP	(source)
17	07213X0009/CPT	773468	2081762	Captage AEP	(source)
18	07213X0045/CPT	773435	2081761	Captage AEP	(source)
19	07213X0041/CPT	773435	2081761	Captage AEP	(source)
20	06978X0017/CPT	777587	2084814	Captage AEP	(source)
21	06978X0005/HY	777623	2084972	Captage AEP	Source
22	06978X0016/CPT	777458	2085179	Captage AEP	(source)
23	06978X0007/HY	777426	2085234	Captage AEP	Source
24	06978X0015/CPT	777521	2085210	Captage AEP	(source)
25	06978X0018/CPT	777779	2084789	Captage AEP	Source
26	06978X0006/HY	778300	2084958	Captage AEP	Source

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
27	06978X0031/CPT	778177	2084915	Captage AEP	Source
28	06978X0032/F	780292	2085429	Géothermie	Forage
29	06987Q0030/F	781572	2086540	Eau individuelle	Puits
30	06978X4004/GT	779400	2083100	Prospection	Forage
31	07214X0001/F	780777	2082200	Géothermie	Forage
32	07222X0403/PZ1	789647	2081898	Piézomètre	Forage
33	07222X0405/PZ3	789718	2082037	Piézomètre	Forage
34	07222X0404/PZ2	789620	2081914	Piézomètre	Forage
35	07222E0001/F	789470	2081655		Forage
36	07222X0372/MW1	789374	2081148	piézomètre	Forage
37	07222X0373/MW2	789322	2080941	Piézomètre	Forage
38	07222X0436/MW11	789410	2080729	Piézomètre	Forage
39	07222X0419/F	789939	2081211	Géothermie	Forage
40	07222X0432/MW14	789410	2080739	Piézomètre	Forage
41	07222X0376/MW5	789292	2080672	Piézomètre	Forage
42	07222X0435/MW10	789410	2080724	Piézomètre	Forage
43	07222X0375/MW4	789344	2080618	Piézomètre	Forage
44	07222X0336/F1	790868	2080718	Eau individuelle	Forage
45	07222X0029/S	791980	2081900		Forage
46	07222F0038/S2	791970	2081895		Forage
47	07222F0039/S2	791995	2081870		Forage
48	07222F0040/S4	792020	2081845		Forage
49	07222F0037/S1	791960	2081915		Forage
50	07222X0389/F	792200	2082500	Eau individuelle	Forage
51	07222X0030/S	791900	2082400		Forage
52	07222F0005/S	791780	2082330		Forage
53	07222F0004/S	791720	82330		Forage
54	07222F0010/S	791560	82270		Forage

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
55	07222X0392/F	790805	2082779	Eau individuelle	Forage
56	06986H0108/S	791810	2083180	Piézomètre	Forage
57	07222N0001/CAPTAG	792540	2083000		Forage
58	06986X0182/F1	792734	2083184	Eau individuelle	Forage
59	06986P0014/S	792350	2083570		Forage
60	06986P0008/S	792570	2083670	Piézomètre	Forage
61	06986P0022/S2	792530	2083760	Fondations	Forage
62	06986P0012/S	792490	2083700		Forage
63	06986N0039/S	791890	2084780		Forage
64	06986X0380/F	790794	2083773	Eau individuelle	Forage
65	06986X0160/F	790373	2084389	Géothermie	Forage
66	06986Q0279/F2	790430	2084430	Pompe à chaleur	Forage
67	06986O0010/S	790090	2084340		Forage
68	06986O0012/F	790067	2084320		Forage
69	06986O0006/S	789290	2084390		Forage
70	06986X0066/S	789210	2084480		Forage
71	06986X0376/F	789277	2085126	Eau individuelle	Forage
72	06986X0359/F	789461	2085442	Eau	Forage
73	06986N0107/S4	792535	2086090	Fondations	Forage
74	06986C0208/S	792560	2086220	Fondations	Forage
75	06986X0184/F1	791938	2086589	Eau individuelle	Forage
76	06987N0012/S	791510	2085920		Puits
77	06986N0128/S	791245	2086230		Forage
78	06986X0060/S	790780	2085900		Forage
79	06986X0269/S4	791305	87290		Forage
80	06986M0014/S1	790705	2086930		Forage
81	06986M0016/S3	790745	2086820		Forage
82	06986M0015/S2	790710	2086885		Forage

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
83	06986X0108/S	790680	2086930		Forage
84	06986M0004/S	790200	2086630		Forage
85	06986M0005/S	790210	2086660	Piézomètre	Forage
86	06986M0006/S	790150	2086720		Forage
87	06986X0024/S	790220	2086980		Forage
88	06986M0011/S1	790375	2087535		Forage
89	06986M0012/S2	790350	2087525	Déviation	Forage
90	06986X0375/F	789338	2087454	Eau individuelle	Forage
91	06986I0039/S6	789630	2088855		Forage
92	06986X0187/PZC	789434	2086814	Piézomètre	Forage
93	06986X0189/PZ2	789443	2086827	Piézomètre	Forage
94	06986X0190/PPOMP	789437	2086822	Piézomètre	Forage
95	06986X0186/PZB	789427	2086816	Piézomètre	Forage
96	06986X0185/PZA	789442	2086830	Piézomètre	Forage
97	06986X0188/PZ1	789423	2086820	Piézomètre	Forage
98	06985D0001/S	788907	2086897	Eau (individuelle)	Forage
99	06985X0034/2F	787881	2086856	Géothermie	Forage
100		788741,29 (réf SAGYRC)	86536,50 (réf SAGYRC)	Fondations	Forage
101		788664,38 (réf SAGYRC)	86541,49 (réf SAGYRC)	Fondations	Forage
102		788715,13 (réf SAGYRC)	86529,40 (réf SAGYRC)	Fondations	Forage
103		788616,00 (réf SAGYRC)	86515,38 (réf SAGYRC)	Fondations	Forage
104	06985X0032/F	787435	2085063	Géothermie	Forage
105	06985X0028/COUPE1	787365	2085776	Eau individuelle	Forage
106	06985X0010/S1AS4	787540	2089120	Fondations	Forage
107	06985X0035/3F	787124	2089876	Géothermie	Forage
108	06985X0024/P	787280	2090500	Eau	Puits

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
109	06985X0016/S	786770	2090390	Eau	Sondage électrique
110	06985X0013/HY	786230	2090350	Thermalisme	Source
111	06985X0014/P	786550	2090180		Puits
112	06985X0023/SCE	786920	2090575		Source
113	06985X0036/F	787981	2092011	Géothermie	Forage
114	06981D0109/S	786080	2092900	Eau	Puits
115	06981D0111/S	786350	2092800	Eau	Puits
116	06981D0110/S	786320	2092980	Eau	Puits
117	06981D0108/S	785870	2093000	Eau	Puits
118	06981C0106/S	785210	2093290	Eau	Puits
119	06981D0107/S	785400	2093260	Eau	Puits
120	06981D0112/S	785900	2093450	Eau	Puits
121	06981D0204/S	785820	2093460	Eau	Source
122	06981C0098/S	784950	2093300	Eau	Puits
123	06981C0099/S	784960	2093200	Eau	Puits
124	06981C0100/S	784850	2093160	Eau	Puits
125	06981C0105/S	784850	2093020	Eau	Puits
126	06981C0101/S	784670	2092980	Eau	Puits
127	06981C0104/S	784830	2092880	Eau	Puits
128	06981C0103/S	784750	2092810	Eau	Puits
129	06981C0102/S	784620	2092820	Eau	Puits
130	06981C0189/P	784050	2092870		Sources
131	06981C0097/S	784820	2093400	Eau	Puits
132	06981C0096/S	784700	2093400	Eau	Puits
133	06981C0095/S	784540	2093450	Eau	Puits
134	06981C0091/S	784360	2093480	Eau	Puits
135	06981C0090/S	784150	2093520	Eau	Puits

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
136	06981C0089/S	783850	2093550	Eau	Puits
137	06981C0092/S	784150	2093300	Eau	Puits
138	06981C0093/S	784080	2093220	Eau	Puits
139	06981C0094/S	784060	2093160	Eau	Puits
140	06981C0186/P	783290	2093380		Source
141	06981C0187/P	783250	2093230		Source
142	06981C0188/P	783220	2093060		Source
143	06981C0004/S	783100	2093200	Eau	Puits
144	06981C0005/S	783000	93390	Eau	Puits
145	06981C0010/S	782100	2093540	Eau	Puits
146	06981C0184/P	782150	2093380		Source
147	06981C0183/P	781890	2093410		Source
148	06981C0011/S	781970	2093550		Puits
149	06978X0033/2F	781871	2092052	Géothermie	Forage
150	06985X0006/F104	784020	2090840		Forage
151	06985X0004/F102	784320	2090930		Forage
152	06985X0007/F105	784770	2090930		Forage
153	06985X0003/F101	784280	2090810		Forage
154	06985X0005/F103	784410	2090910		Forage
155	06985X0022/SC	786260	2090033	Eau minérale	Source
156	06985X0027/F	783318	2089102	Géothermie	Forage
157	06985X0031/F	786595	2088030	Géothermie	Forage
158	06985D0011/S	786450	2087070	Eau (individuelle)	Forage
159	06985X0015/HY	786300	2086600	Eau minérale	Source
160	06985X0029/COUPE1	785599	2085975	Eau individuelle	Forage
161	06985X0033/F	785411	2086160	Géothermie	Forage
162	06985X0026/F	783735	2085995	Géothermie	Forage
163	06985C0012/S	784020	2085400	Eau (individuelle)	Forage

N° forage	Référence	X (m)	Y (m)	Exploitation	Nature
164	06985C0009/P1	784640	2085530	Eau	Puits
165	06985X0038/F	784165	2085054	Eau individuelle	Forage
166	06985X0030/COUPE1	784526	2084050	Eau individuelle	Forage
167	06985X0025/F1	784510	2083980	Eau individuelle	Forage
168	06985X0021/F1	785270	2083425	Irrigation agricole	Forage
169	07221X0001/S	785300	2081580		Forage



**ATTEINDRE
L'ÉQUILIBRE QUANTITATIF
EN AMÉLIORANT
LE PARTAGE
DE LA RESSOURCE EN EAU
ET EN ANTICIPANT
L'AVENIR**

ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX

Les études volumes prélevables visent à améliorer la connaissance des ressources en eau locale dans les territoires en déficit de ressource.

Elles doivent aboutir à la détermination d'un volume prélevable global sur chaque territoire. Ce dernier servira par la suite à un ajustement des autorisations de prélèvement dans les rivières ou nappes concernées, en conformité avec les ressources disponibles et sans perturber le fonctionnement des milieux naturels.

Ces études sont également la première étape pour la définition de plans de gestion de la ressource et des étiages, intégrant des règles de partage de l'eau et des actions de réduction des prélèvements.

Les études volumes prélevables constituent une déclinaison opérationnelle du SDAGE et répondent aux objectifs de l'Orientation fondamentale 7 « Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ».

Elles sont menées par des bureaux d'études sur 70 territoires en déficit du bassin Rhône-Méditerranée.

Maître d'ouvrage :

Syndicat d'Aménagement et de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et de Charbonnières (SAGYRC)

Financeurs :

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse

Bureau d'études :

BRL ingénierie