



ARCHAMBAULT CONSEIL

ICADE PROMOTION

**78, Rue de la Villette
69 003 LYON**

**Projet immobilier « RTE » situé
boulevard Yves Farges à Lyon 7^{ème} (69)**

**Projet d'exploitation géothermique d'une nappe
pour la climatisation des locaux**

Etude de pré faisabilité hydrogéologique

**Rapport CLY02186-R1-1014
Octobre 2014**

ETUDES ET EXPERTISES : EAU & ENVIRONNEMENT

SIEGE & AGENCE SUD EST : ZA du Charpenay - 16 rue de l'Aqueduc - 69210 LENTILLY - Tél : 04 78 48 83 83 - Fax : 04 72 38 03 56
AGENCE NORD EST IDF : 3 av. du Général Gallieni - 92000 Nanterre - Tél : 01 55 90 16 68 - Fax : 04 72 38 03 56
AGENCE CENTRE OUEST : 175 rue Morandière - 37260 Monts - Tél : 02 47 26 98 31 - Fax : 04 72 38 03 56
ARCHAMBAULT CONSEIL - SAS Capital 500 000 € - SIRET 32875112800054 - APE 7112B

www.archambault-conseil.fr

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJECTIF	4
2	DESCRIPTION DU PROJET	5
3	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DU SITE	6
3.1	TOPOGRAPHIE	6
3.2	GEOLOGIE	6
3.2.1	Cadre géologique	6
3.2.2	Lithologie au droit du site	7
3.3	HYDROGEOLOGIE	8
3.3.1	Description de l'aquifère	8
3.3.2	Inventaire des points d'eau au voisinage du site	8
3.3.3	Inventaire des sous-sols au voisinage du site	9
3.3.4	Piézométrie et fluctuations de la nappe	9
3.3.5	Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe	10
3.3.6	Chimie et température des eaux de la nappe	10
4	DISPOSITIF DE CAPTAGE/REJET ENVISAGEABLE	12
4.1	EXPLOITATION ENVISAGEE	12
4.2	CONSTITUTION DES DISPOSITIFS DE CAPTAGE-REJET	13
4.3	IMPLANTATION DES OUVRAGES ET RECYCLAGE THERMIQUE	14
4.3.1	Principe d'implantation	14
4.3.2	Recyclage et incidence thermique	14
4.3.3	Incidences hydrodynamiques	16
4.4	BUDGET	17
5	ASPECTS REGLEMENTAIRES ET REDEVANCE	18
6	CONCLUSION	20

LISTE DES FIGURES

- FIGURE 1 : Localisation géographique du projet
FIGURE 2 : Plan de masse du projet
FIGURE 3 : Carte de localisation des ouvrages exploitant la nappe à proximité du projet
FIGURE 4 : Caractéristiques des ouvrages exploitant la nappe à proximité du projet
FIGURE 5 : Carte de localisation des sous-sols à proximité du projet
FIGURE 6 : Caractéristiques des sous-sols à proximité du projet
FIGURE 7 : Plans d'implantation prévisionnelle des ouvrages géothermiques

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE I : Coupes lithologiques d'ouvrages BSS recensés à proximité du projet
ANNEXE II : Extrait du rapport n°69/14/9600 de la société FONDA CONSEIL
ANNEXE III : Extrait du rapport n°LYO-RAP-14-05750 de la société URS
ANNEXE IV : Analyse chimique réalisée sur les eaux de la nappe des alluvions
ANNEXE V : Redevances – Fiche Méthodologique pour le calcul

1 CONTEXTE ET OBJECTIF

Le promoteur immobilier ICADE PROMOTION répond actuellement à un concours pour la construction d'immeubles d'activité tertiaire et de logement au niveau des lots 20 et 21 de la ZAC des Girondins. Ces lots sont situés en bordure du boulevard Yves Farges à Lyon 7^{ème} (69). Le plan de localisation géographique du projet est présenté en **figure 1**.

Dans le cadre du projet immobilier « RTE » (lot 20), il est envisagé de climatiser (chauffage et rafraîchissement) les futurs locaux à l'aide d'une pompe à chaleur alimentée sur eau de nappe au moyen d'un dispositif de forages captage-rejet. Le principe de fonctionnement d'une exploitation géothermique d'une nappe est le suivant : le prélèvement en eau souterraine s'effectue sur un ou plusieurs forages de captage, puis après passage au niveau d'échangeurs thermiques (récupération ou restitution de thermies), les eaux prélevées sont intégralement réinjectées dans la nappe au droit d'un ou plusieurs forages de réinjection.

A ce stade de l'opération et selon les informations fournies par les sociétés C+POS et LIADE, les besoins retenus pour l'exploitation géothermique envisagée sur la nappe sont les suivantes :

Fonctionnement prévisionnel de la future thermofrigopompe du projet de construction d'un immeuble à Lyon 7^{ème} (69)				
Période	Hivernale		Estivale	Année
Durée	6 mois (Octobre à Mars)		6 mois (Avril à Septembre)	12 mois
Fonctionnement	Chauffage	Rafraîchissement	Rafraîchissement	Rafraîchissement et chauffage
Besoins énergétiques maximaux (kW)	327	348	697	697

En première approche, en considérant une différence de température entre les eaux prélevées et les eaux rejetées de plus ou moins 5°C (en fonction de la période de fonctionnement), le débit maximum de l'installation serait d'environ 120 m³/h.

Dans cette perspective, ICADE PROMOTION a missionné en septembre 2014, le bureau d'études hydrogéologiques ARCHAMBAULT CONSEIL afin d'examiner la préfaisabilité du projet et en particulier de déterminer si des ressources en eau souterraine, susceptibles d'être exploitées pour la géothermie, sont présentes au droit du projet.

Le présent rapport rend compte des résultats de l'étude de préfaisabilité qui a été réalisée entre septembre et octobre 2014 à partir de données bibliographiques.

2 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet immobilier comporte un bâtiment avec deux niveaux de sous-sol commun couvrant plus de la moitié de la parcelle d'une superficie d'environ 5800 m² soit une surface d'environ 3000 m². A ce stade du projet, nous ne connaissons pas encore les cotes des niveaux finis des sous-sols N-1 et N-2. Un plan de masse du projet est fourni en **figure 2**

3 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DU SITE

3.1 TOPOGRAPHIE

Le projet se situe au droit de la « ZAC des Girondins ». Il est localisé en zone urbaine entre le boulevard Yves Farge à l'Ouest, la rue Felix Brun à l'Est, la rue Crépet au Sud et par un immeuble au Nord dans le quartier de Gerland sur la commune de Lyon (7^{ème} arrondissement).

D'après la carte IGN 3031 OT de Lyon à l'échelle 1/25 000^{ème}, le projet est localisé dans la plaine alluviale du Rhône, en rive gauche du fleuve, à une altitude d'environ +165,5 m NGF. Le Rhône, situé à environ 350 m à l'Ouest du site, s'écoule globalement du Nord vers le Sud à une altitude approximative de +161 m NGF.

La plaine alluviale du Rhône est dominée à l'Ouest par les collines de Fourvière et de Sainte Foy Les Lyon (+250 à +300 m NGF) correspondant à la terminaison du plateau Lyonnais. A l'Est et au Sud du site, des collines de recouvrement glaciaire (+200 à +220 m NGF, collines de Bron et de Saint-Fons) délimitées par des couloirs fluvio-glaciaires (couloirs de Vénissieux et de Décines) sont présentes.

La localisation géographique du projet est reportée sur la **figure 1**.

3.2 GEOLOGIE

3.2.1 Cadre géologique

D'après la carte géologique de Lyon (698) à l'échelle 1/50 000^{ème}, dans le secteur étudié, le Rhône a entamé le recouvrement glaciaire initialement présent, jusqu'au substratum molassique d'âge miocène et a déposé des alluvions modernes, formant ainsi la plaine alluviale du Rhône.

Les terrains présents au droit du site correspondent donc aux alluvions fluviales modernes du Rhône. Ces formations sablo-graveleuses perméables reposent sur un substratum molassique (formations sablo-grésifiées plus ou moins argileuses), dont le toit se situe à une profondeur de l'ordre de 20 m.

3.2.2 Lithologie au droit du site

La lithologie prévisionnelle au droit du site a pu être précisée à partir des coupes de trois forages de reconnaissance provenant de la Banque de données du Sous-Sol (n°BSS : 06986Q0121/S416, 06986S0020/S429 et 06986T0029/S299 fournies en **annexe I**), du rapport géotechnique de la société FONDA CONSEIL (rapport n°69/14/9600), dont un extrait est fourni en **annexe II** et du rapport de sol de la société URS (rapport n°LYO-RAP-14-05750) dont un extrait est fourni en **annexe III**.

D'après ces données, on constate, sous un recouvrement constitué de remblais (limoneux ou argileux) de 4 à 7 m d'épaisseur, que les alluvions modernes seraient reconnues sur le projet jusqu'à une cote comprise entre +144 et +146 m NGF, soit une profondeur approximative comprise entre 19 et 21 m par rapport au terrain naturel. Au-delà de ces cotes, le substratum de nature molassique sur la partie Est et de nature granitique (arènes) sur la partie Ouest serait recoupé. Il est important de noter la présence d'une formation sableuse (sables fins) de 1 à 2 m d'épaisseur qui pourrait être rencontrée dans une zone comprise entre 5 et 13 m/TN.

Ainsi la lithologie prévisionnelle au droit du projet serait la suivante :

0 à 4,3/7 m :	+165,5 à +161,2/+158,5 m NGF :	Remblais/Terre Végétale ;
4,3/7 à 19/21 m :	+161,2/+158,5 à +146/+144 m NGF :	Alluvions modernes du Rhône
Au-delà de 19/21 m :	au-delà de +146/+144 m NGF :	Substratum (Molasse ou Arènes).

3.3 HYDROGEOLOGIE

3.3.1 Description de l'aquifère

Dans le secteur du projet, deux aquifères renfermant des ressources en eaux souterraines significatives et susceptibles d'être exploitées, sont présents. Il s'agit de la nappe superficielle des alluvions modernes du Rhône contenue dans des formations sablo-graveleuses perméables d'une épaisseur de 14 à 16 m dans le secteur, et de la nappe profonde de la molasse sous-jacente, contenue dans des formations sablo-grésifiées peu perméables d'une puissance de plusieurs dizaines de mètres.

Il est à noter que ces deux aquifères sont bien individualisés. En particulier, le caractère captif très généralisé de la nappe profonde confère à l'ensemble de cet aquifère un isolement relatif, et donc une indépendance significative vis à vis de la nappe des alluvions.

Les futurs ouvrages de captage et de rejet du projet solliciteront la nappe superficielle qui est étudiée ci-après.

3.3.2 Inventaire des points d'eau au voisinage du site

La Banque de données du Sous-Sol et les informations recueillies dans les archives consultées, ont permis, dans un rayon de 500 m, le recensement de 31 forages dont 25 sont utilisés comme forages de captage/rejet pour des pompes à chaleur exploitant la nappe des alluvions.

Les principales informations recueillies sur ces ouvrages, localisés sur la **figure 3**, sont reportées dans un tableau joint en **figure 4**.

Il est important de noter la présence de la ligne de métro B à l'Est du site. D'après les données fournies par la société SYTRAL, l'ouvrage, composé de palplanches, ne crée pas d'obstacle souterrain à l'écoulement de la nappe. En effet, ces palplanches ne sont pas encreées au substratum molassique. En outre, il faut noter la présence en limite Ouest du drain CNR.

3.3.3 Inventaire des sous-sols au voisinage du site

Compte tenu qu'une réinjection en nappe est envisagée au droit du site (risque de hausse du niveau d'eau et par conséquent risque d'impact), un inventaire des sous-sols proches en partie aval a été réalisé. Les principales informations recueillies sur ces sous-sols, localisés sur la **figure 5**, sont reportées dans un tableau joint en **figure 6**.

3.3.4 Piézométrie et fluctuations de la nappe

Dans le secteur de l'étude, la piézométrie de la nappe est influencée par le drain CNR, localisé sous le boulevard Yves Farge à l'Ouest du projet, en aval hydraulique (cf. localisation sur **figure 3**).

A la suite de la construction du barrage de Pierre-Bénite (au Sud du projet) et de sa mise en eau en 1966, un drain a été réalisé jusqu'au pont SNCF de la gare de Perrache afin d'éviter une remontée de la nappe consécutive à l'élévation du Rhône et l'inondation des sous-sols. Ce drain CNR modifie localement l'écoulement naturel de la nappe en imposant le long de son tracé, un niveau d'eau situé à 2 m en dessous de celui du Rhône. Le fil d'eau du drain CNR (à l'Ouest du projet) serait situé à une cote de +160 m NGF, alors que le niveau moyen du Rhône (à l'Ouest du projet) est situé à la cote de +161 m NGF.

D'après les données piézométriques disponibles dans le secteur, le niveau moyen de la nappe au droit du projet serait situé à la cote de +160,5 m NGF, soit à une profondeur d'environ 5 m par rapport au terrain naturel. Cette nappe, dont la puissance (hauteur d'alluvions mouillées) serait comprise entre de 12 et 14 m (en tenant compte de la présence de la couche de sables fins), s'écoulerait du Nord-Est vers le Sud-Ouest (en direction du drain CNR), avec un gradient hydraulique de l'ordre de 1‰.

Dans le secteur du projet, les fluctuations naturelles de la nappe sont atténuées par la présence à proximité du drain CNR. Bien qu'il soit difficile d'apprécier son incidence, on peut retenir en première approche des variations piézométriques de l'ordre du mètre entre les Eaux Quasi Permanentes et les Hautes Eaux. Bien entendu, ces variations pourraient être encore plus fortes entre les étiages extrêmes et les crues exceptionnelles.

3.3.5 Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe des alluvions ont pu être appréciées à l'aide des données issues d'essais de pompage réalisés sur différents ouvrages recensés au voisinage du projet et sur le site de « LA BANQUE POSTALE ».

L'analyse et l'interprétation des essais d'eau collectés ont permis de déterminer dans le secteur du projet une valeur de **perméabilité d'environ 6.10^{-3} m/s**. Si on retient une épaisseur d'alluvions mouillées comprise entre 12 et 14 m (sans la couche de sable fin), **la transmissivité moyenne des alluvions serait donc comprise entre 7,2 et 8.10^{-2} m²/s (soit comprise entre environ 260 et 300 m³/h/m)**. Ces valeurs sont bien entendu valables en l'absence d'aléa géologique.

Le **coefficient d'emmagasinement** (non mesuré) pourrait être de **10^{-1}** , valeur correspondant à une nappe libre contenue dans des alluvions.

3.3.6 Chimie et température des eaux de la nappe

La chimie des eaux de la nappe des alluvions dans le secteur du projet a pu être appréciée à partir d'une analyse effectuée par le Laboratoire d'Hygiène Appliquée de l'Institut Pasteur de Lyon à l'issue d'un prélèvement réalisé en avril 1988 sur le forage de captage de l'Institut Pasteur situé à environ 1 km au Sud-Ouest du site.

D'après les résultats de cette analyse joints en **annexe IV**, il s'agit d'une eau de type bicarbonaté calcique faiblement minéralisée présentant un titre hydrométrique de 18,6°F.

Dans le cadre de ce projet, la réalisation d'une analyse chimique de type B3 – C3 serait souhaitable au droit du site. Cette dernière pourrait être réalisée dans un ouvrage déjà existant (piézomètre réalisé par FONDA CONSEIL, ou dans l'ouvrage de rejet existant au droit du site ?).

Il est à noter que l'exploitation généralisée de la nappe des alluvions modernes au droit de l'agglomération lyonnaise pour l'alimentation en eau souterraine de pompes à chaleur a donné lieu à la réalisation de trois campagnes de mesures thermiques. Ces campagnes

ont été effectuées en décembre 1999, avril et août 2000 sous le contrôle de la DDAF du Rhône et du Service de la Navigation.

Les résultats de ces diverses mesures montrent que la température de la nappe serait de l'ordre de 16 - 17°C dans le secteur. Toutefois, la température pourrait atteindre environ 18°C. En effet, d'après les souvenirs de Monsieur Pleyne Bruno (personne en charge du suivi de l'installation géothermique du bâtiment LA BANQUE POSTALE), la température de l'eau au niveau des ouvrages de captage était de 18°C maximum et ce en fin de période estivale.

Dans le cadre de ce projet, la réalisation d'un suivi des températures de la nappe sur un période d'un an pourrait être envisagée au droit du site. Ce suivi pourrait être réalisé dans un ouvrage déjà existant sur le site (piézomètre réalisé par FONDA CONSEIL, ou dans l'ouvrage de rejet existant au droit du site ?).

4 DISPOSITIF DE CAPTAGE/REJET ENVISAGEABLE

4.1 EXPLOITATION ENVISAGEE

D'après les données de puissance communiquées par les bureaux d'études fluides C+POS et IIADE, ARCHAMBAULT CONSEIL a, en première approche, réalisé un tableau de fonctionnement prévisionnel de l'installation thermique permettant la climatisation des locaux (chauffage et rafraîchissement). Ces données ont été validées par les bureaux d'études fluides C+POS et IIADE. L'installation fonctionnerait 12 mois par an avec un écart thermique sur eau de nappe de +5°C en période estivale et de -5°C en période hivernale. Compte tenu des besoins énergétiques et des écarts thermiques retenus, le débit maximum d'exploitation serait de 120 m³/h, pour un prélèvement annuel prévisionnel d'environ 346 000 m³.

Le fonctionnement prévisionnel de l'installation est reporté dans le tableau ci-dessous.

Fonctionnement prévisionnel de la future thermofrigopompe du projet de construction d'un immeuble à Lyon 7 ^{ème} (69)				
Période	Hivernale		Estivale	Année
Durée	6 mois (Octobre à Mars)		6 mois (Avril à Septembre)	12 mois
Fonctionnement	Chauffage	Rafrâichissement	Rafrâichissement	Rafrâichissement et chauffage
Besoins énergétiques maximaux (kW)	327	348	697	697
Ecart thermique maximal (ΔT)	-5	+5	+5	-5 / +5
Débit maximal exploitation (m³/h)	57	60	120	120
	117			
Exploitation	182,5 j 24h/24h, 7j/7j		182,5 j 24h/24h, 7j/7j	365 j 24h/24h, 7j/7j
Débit moyen exploitation (m³/h)	19	20	40	40
Volume prélevé (m³)	83 220	87 600	175 200	346 020
Volume prélevé sur la période(m³)	170 820		175 200	346 020
Débit moyen théorique (m³/h)	39		40	39,5
Ecart thermique pondéré (ΔT)	0,1		+5	+2,6

4.2 CONSTITUTION DES DISPOSITIFS DE CAPTAGE-REJET

La constitution du dispositif a été définie à partir des contextes géologique et hydrogéologique décrit précédemment sur la base des éléments bibliographiques disponibles. Ils sont valables sous réserve d'absence d'aléa géologique lors des travaux pour lesquels un suivi hydrogéologique devra être prévu. Par ailleurs, les diamètres minimums ont été définis en considérant la nécessité d'avoir une redondance de pompe (pompe de secours) pour le dispositif.

Sur le plan hydrodynamique, les capacités de la nappe sont suffisantes pour envisager le prélèvement et la réinjection d'un débit de 120 m³/h à partir d'un unique doublet de forages captage-rejet. Le prélèvement sera effectué au droit d'un ouvrage de captage et les eaux, après passage dans les échangeurs thermiques, seront intégralement réinjectées dans un ouvrage de rejet.

En outre, dans le but de limiter au maximum l'incidence hydrodynamique (augmentation du niveau statique de la nappe au niveau des zones de réinjection) du projet sur les ouvrages souterrains du secteur (sous-sol existants et futurs), nous avons considéré en première approche de limiter la vitesse de sortie au niveau des crépines à 1,5 cm/s au lieu des 3 cm/s généralement retenu.

Dans le cas de cette solution, les caractéristiques techniques des forages (captage et rejet) seraient les suivantes :

- profondeur d'environ 20 m/TN pour capter la totalité des alluvions modernes du Rhône ;
- équipement en acier inoxydable ;
- diamètre minimum de 700 mm pour le captage (il est prévu la mise en place de deux pompes, dont une de secours dans le captage) et de 600 mm pour le rejet.

Il faut noter la présence d'un ouvrage de rejet en gros diamètre en partie aval du site qui était utilisé à un débit maximum d'environ 300 m³/h. Cet ouvrage, dont la coupe n'a pas été retrouvée dans les archives de la société SONDALP (entreprise qui a réalisé cet ouvrage), pourrait permettre de réinjecter le débit maximum de l'installation à condition qu'il soit toujours en état de fonctionnement. Pour vérifier cela, des opérations de

diagnostic (inspection par caméra vidéo), complétées par des tests hydrauliques (pompage d'essai et essai d'injection jusqu'à un débit de 120 m³/h) devront être entreprises.

Dans ce cas, il serait uniquement nécessaire de réaliser un ouvrage de captage. Les caractéristiques techniques de ce dernier seraient les suivantes :

- profondeur d'environ 20 m/TN pour capter la totalité des alluvions modernes du Rhône ;
- équipement en acier inoxydable ;
- diamètre minimum de 700 mm pour le captage (il est prévu la mise en place de deux pompes, dont une de secours dans le captage).

4.3 IMPLANTATION DES OUVRAGES ET RECYCLAGE THERMIQUE

4.3.1 Principe d'implantation

Le principe général d'implantation des ouvrages de captage et de réinjection pour ce type de dispositif est de positionner le captage à l'amont hydraulique de la réinjection, à une distance suffisamment grande pour limiter, en fonction du volume prélevé et des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe, les risques de recyclage thermique. Par ailleurs, l'implantation des ouvrages doit également tenir compte des installations avoisinantes exploitant la nappe de manière à ne pas créer d'interactions trop importantes. Compte tenu du sens d'écoulement de la nappe et des contraintes foncières du projet, il a été proposé en première approche de réaliser le prélèvement en nappe au nord-est du site (amont hydraulique) et la réinjection en nappe au sud-ouest du site (aval hydraulique) en zone de pleine terre. Dans le cas de la création d'un ouvrage de rejet, ce dernier sera implanté à proximité de l'ouvrage de rejet existant.

Le plan d'implantation prévisionnel est présenté en **figure 7**.

4.3.2 Recyclage et incidence thermique

Il est à noter que le recyclage thermique maximum généralement retenu est de +/-1°C représentant en période estivale (cas le plus défavorable) un taux de recyclage de 20% avec un écart thermique de +5°C.

ICADE PROMOTION
Projet immobilier « RTE » situé Boulevard Yves Farge à Lyon 7^{ème} (69)
Projet d'exploitation géothermique d'une nappe pour la climatisation des locaux
Etude de préféabilité hydrogéologique

Quel que soit l'implantation du forage de rejet la distance entre la zone de captage et la zone de rejet sera similaire (environ 95 m). De ce fait, les résultats seront similaires quel que soit le forage de rejet (existant ou à créer).

Les calculs de recyclage thermique ont été réalisés en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- Débit maximum d'exploitation en période estivale : 120 m³/h, 24h/24 ;
- Débit moyen d'exploitation en période estivale : 40 m³/h, 24h/24 ;
- Ecart thermique estival : + 5 C ;
- Gradient probable de la nappe : 1 ‰ ;
- Sens général d'écoulement de la nappe : nord-est vers le sud-ouest ;
- Distance entre les ouvrages au droit du projet : 95 m ;
- Transmissivité : $7,2 \cdot 10^{-2}$ m²/s pour une hauteur d'alluvions mouillées captées de 12 m (en tenant compte de la couche de sable fin).

Les calculs de recyclage ont été réalisés uniquement en période estivale où les besoins sont les plus importants. Les résultats obtenus à partir de ces données sont présentés ci-dessous :

CALCUL DU RECYCLAGE THERMIQUE DE LA FUTURE PAC DU PROJET IMMOBILIER « RTE » A LYON 7 (69) – DISTANCE : 95 M	
Débit d'exploitation permanent (24h/24h)	Résultats : R : recyclage thermique Tp : temps de percée
Débit moyen 40 m ³ /h	R : 0 % soit 0°C (Tp : 6,8 mois)
Débit maximum 120 m ³ /h	R : 34,9 % soit + 1,7°C (Tp : 1 mois)

Au vu de ces résultats et des hypothèses de fonctionnement prises en compte, il apparaît que le recyclage thermique serait nul (0 %) au débit d'exploitation moyen de 40 m³/h.

L'exploitation au débit maximum estival (120 m³/h) induirait un fort taux de recyclage thermique de 35 % soit une incidence thermique de l'ordre de + 1,7°C. De plus, le temps de

percée (temps mis par la première particule d'eau chaude pour parvenir au forage de captage) serait court (environ 1 mois). **Cette implantation apparaît toutefois envisageable au vu de ces éléments. En effet, cette installation ne fonctionnera probablement jamais au débit maximum de la période estivale pendant plus de 1 mois.** Toutefois, **le bureau d'études fluides devra tenir compte d'un possible recyclage thermique au droit de l'installation (+1,7°C d'impact au maximum sur le forage de captage) dans son dimensionnement. Il conviendra alors d'affiner ce recyclage par la réalisation d'une modélisation.**

En outre, il faudra également contrôler l'impact des installations géothermique situées en amont (sites n°10, 11 et 12) sur le captage du projet. Même si ces installations sont éloignées, un risque d'incidence thermique pourrait être envisagé. En ce qui concerne l'incidence du panache thermique de l'installation, celui serait limité étant donné la présence du drain CNR situé en aval du projet. Afin de s'assurer de cela, la réalisation d'une modélisation sera nécessaire.

4.3.3 Incidences hydrodynamiques

La mise en service de l'installation du projet provoquera localement, au niveau de la zone de rejet, une hausse du niveau statique de la nappe qui pourrait atteindre 50 cm à 1 m. Au vu des éléments disponibles, il pourrait exister localement un risque d'incidence sur les sous-sols du projet, notamment en hautes eaux (saisonnières et plus importantes). Ces éléments devront être pris en compte pour la vulnérabilité des sous-sols et dans les aménagements de protection. Pour les sous-sols voisins recensés, il existe un risque d'incidence léger uniquement pour des crues importantes de la nappe (crues décennales et plus importantes). Ces incidences devront être quantifiées lors de la réalisation d'une modélisation.

4.4 BUDGET

Dans le cas de la mise en place d'un doublet de captage-rejet, le budget prévisionnel pour l'exécution des travaux décrits précédemment est compris entre environ 80 et 110 k€.

Dans le cas de la création d'un unique ouvrage de captage et des opérations de diagnostic de l'ouvrage de rejet existant, le budget prévisionnel pour l'exécution des travaux décrits précédemment est compris entre environ 50 et 70 k€

A ce budget, il y a lieu d'ajouter la mission de maîtrise d'œuvre ou de suivi hydrogéologique des travaux, ainsi que les équipements techniques et réglementaires nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

5 ASPECTS REGLEMENTAIRES ET REDEVANCE

L'exploitation géothermique de la nappe est susceptible d'être réglementée soit par le Code de l'Environnement, soit par le Code Minier. Ainsi, si la puissance thermique récupérée dans l'ensemble de l'installation est supérieure à 232 kW, les services instructeurs considèrent le projet comme un gîte géothermique basse température, c'est-à-dire que l'installation est réglementée par le Code Minier et nécessite l'établissement d'une étude d'impact. Si la puissance thermique récupérée dans l'ensemble de l'installation est inférieure à 232 kW, le projet n'est plus considéré comme un gîte géothermique de minime importance et est de ce fait soumis au Code de l'Environnement.

Ainsi, le projet (697 kW maximum) serait soumis, selon la réglementation en vigueur, au Code Minier et nécessite l'établissement d'une étude d'impact.

La procédure réglementaire applicable aux gîtes géothermiques est donc régie par le Code Minier (article 98 à 103) et le décret d'application n°78-498 du 28 mars 1978. Concrètement, cela signifie qu'une **demande d'autorisation de recherche, puis une demande de permis d'exploitation d'un gîte géothermique, doivent être déposées en préfecture.** Le dossier administratif qui doit être établi comprend les points réglementaires relatifs à la création des ouvrages de captage et de rejet, ainsi qu'au prélèvement et à la réinjection en nappe développés ci-après (procédure Code de l'Environnement) ainsi qu'une étude technico économique. Les délais d'instruction sont de l'ordre de 1 an et la procédure comprend une enquête publique.

L'étude d'impact est régie par le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011, dans le cas où le projet est soumis à autorisation au titre du Code de l'Environnement ou du Code Minier, ce dernier doit faire l'objet d'une étude d'impact. Cette étude d'impact, sera intégrée au dossier d'autorisation au titre du Code Minier.

Par ailleurs, au titre de **la loi sur l'eau de 1964**, le prélèvement d'eau de nappe est soumis au règlement d'une redevance perçue par les Agences de l'Eau. Selon la fiche

technique présentée en **annexe V**, il apparaît que certains usages sont exonérés, dont notamment la géothermie.

Les conditions d'application n'étant pas précisées, nous supposons que l'exonération de la redevance est valide sous réserve que l'intégralité des eaux prélevées soit rejetée en nappe. En effet, il apparaît qu'une installation de refroidissement conduisant à une restitution supérieure à 99% au milieu naturel serait soumise à un taux de 0,89 €/1 000 m³ prélevés en zone C (zone concernée par le projet). Pour un volume annuel prélevé et rejeté de l'ordre de 346 020 m³ cette redevance serait d'environ 310 €.

Par contre, pour une installation pour laquelle la restitution au milieu naturel serait nulle (cas d'un rejet aux égouts par exemple), le taux de redevance en zone C passerait alors de 0,89 € à 13,80 €/1000 m³ prélevés, sous réserve que l'exploitant du réseau accepte le raccordement et le rejet.

6 CONCLUSION

Le promoteur immobilier ICADE PROMOTION répond actuellement à un concours pour la construction d'immeubles d'activité tertiaire et de logement au niveau des lots 20 et 21 de la ZAC des Girondins. Ces lots sont situés en bordure du boulevard Yves Farges à Lyon 7^{ème} (69).

Dans le cadre du projet immobilier « RTE » (lot 20), il est envisagé de climatiser (chauffage et rafraîchissement) les futures locaux à l'aide d'une pompe à chaleur alimentée sur eau de nappe au moyen d'un dispositif de forages captage-rejet. Le principe de fonctionnement d'une exploitation géothermique d'une nappe est le suivant : le prélèvement en eau souterraine s'effectue sur un ou plusieurs forages de captage, puis après passage au niveau d'échangeurs thermiques (récupération ou restitution de thermies), les eaux prélevées sont intégralement réinjectées dans la nappe au droit d'un ou plusieurs forages de réinjection.

A ce stade de l'opération et selon les informations fournies par les sociétés C+POS et ILLIAD, les besoins retenus pour l'exploitation géothermique envisagée sur la nappe sont les suivantes :

Fonctionnement prévisionnel de la future thermofrigopompe du projet de construction d'un immeuble à Lyon 7 ^{ème} (69)				
Période	Hivernale		Estivale	Année
Durée	6 mois (Octobre à Mars)		6 mois (Avril à Septembre)	12 mois
Fonctionnement	Chauffage	Rafrâichissement	Rafrâichissement	Rafrâichissement et chauffage
Besoins énergétiques maximaux (kW)	327	348	697	697
Ecart thermique maximal (ΔT)	-5	+5	+5	-5 / +5
Débit maximal exploitation (m ³ /h)	57	60	120	120
	117			
Exploitation	182,5 j 24h/24h, 7j/7j		182,5 j 24h/24h, 7j/7j	365 j 24h/24h, 7j/7j
Débit moyen exploitation (m ³ /h)	19	20	40	40
Volume prélevé (m ³)	83 220	87 600	175 200	346 020
Volume prélevé sur la période (m ³)	170 820		175 200	346 020
Débit moyen théorique (m ³ /h)	39		40	39,5
Ecart thermique pondéré (ΔT)	0,1		+5	+2,6

Dans cette perspective, ICADE PROMOTION a missionné en septembre 2014, le bureau d'études hydrogéologiques ARCHAMBAULT CONSEIL afin d'examiner la pré faisabilité du projet et en particulier de déterminer si des ressources en eau souterraine, susceptibles d'être exploitées pour la géothermie, sont présentes au droit du projet.

D'après l'analyse des contextes géologique et hydrogéologique du secteur, une ressource en eau exploitable pour la géothermie est présente. Il s'agit de la nappe superficielle des alluvions modernes du Rhône contenue dans des formations sablo-graveleuses perméables d'une épaisseur de 14 à 16 m dans le secteur. Le niveau moyen de la nappe s'établit au droit du site à environ 5 m/TN soit à une cote de +160,5 m NGF. Les informations recueillies semblent indiquer les fluctuations naturelles de la nappe sont atténuées par la présence à proximité du drain CNR. Bien qu'il soit difficile d'apprécier son incidence, on peut retenir en première approche des variations piézométriques de l'ordre du mètre entre les Eaux Quasi Permanentes et les Hautes Eaux. Bien entendu, ces variations pourraient être encore plus fortes entre les étiages extrêmes et les crues exceptionnelles.

D'un point de vue hydrogéologique, et au vu des données disponibles, la transmissivité (productivité) de la nappe à proximité immédiate du site, serait d'environ $7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ soit une productivité d'environ $260 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

La Banque de données du Sous-Sol et les informations recueillies dans les archives consultées, ont permis, dans un rayon de 500 m, le recensement de 9 pompes à chaleur exploitant la nappe des alluvions.

Au vu des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe, le dispositif permettant le prélèvement et la réinjection de $120 \text{ m}^3/\text{h}$ pourrait être constitué d'un unique doublet de forage de captage et de rejet. Du fait de l'existence d'un forage de rejet en aval hydraulique du site, il pourrait être envisagé de le réutiliser pour la future exploitation à condition de réaliser un diagnostic (inspection vidéo et test hydrauliques). Quel que soit le scénario, en considérant une transmissivité de $7,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, le rabattement ou la charge liée à la réinjection devrait être limitée à une hauteur d'environ 0,5 m à 1 m à proximité des ouvrages.

Compte tenu du sens d'écoulement de la nappe, le prélèvement en nappe devra être effectué au nord-est du site (amont hydraulique) et la réinjection en nappe au sud-ouest du site (aval hydraulique).

D'après une formule empirique de calcul, le recyclage thermique serait nul au débit d'exploitation moyen de 40 m³/h.

L'exploitation au débit maximum estival (120 m³/h avec un écart thermique de +5°C) induirait un fort taux de recyclage thermique, de 35 % soit une incidence thermique de l'ordre de + 1,7°C. De plus, le temps de percée (temps mis par la première particule d'eau chaude pour parvenir au forage de captage) serait court (environ 1 mois). **Cette implantation apparaît toutefois envisageable au vu de ces éléments. En effet, cette installation ne fonctionnera probablement jamais au débit maximum de la période estivale pendant plus de 1 mois.** Toutefois, **le bureau d'études fluides devra tenir compte d'un possible recyclage thermique au droit de l'installation (+1,7°C d'impact au maximum sur le forage de captage) dans son dimensionnement. Il conviendra alors d'affiner ce recyclage par la réalisation d'une modélisation.**

En outre, il faudra également contrôler l'impact des installations géothermiques situées en amont (sites n°10, 11 et 12) sur le captage du projet. Même si ces installations sont éloignées, un risque d'incidence thermique pourrait être envisagé. En ce qui concerne l'incidence du panache thermique de l'installation, celui serait limité étant donné la présence du drain CNR situé en aval du projet. **Ainsi, l'installation ne devrait pas impacter thermiquement les autres installations du même type situées à proximité.** Afin de s'assurer de cela, la réalisation d'une modélisation sera nécessaire.

La mise en service de l'installation du projet provoquera localement, au niveau des forages, une hausse (rejet) ou une baisse (captage) du niveau statique de la nappe. Au vu des éléments disponibles, il pourrait exister localement un risque d'incidence sur les sous-sols du projet, notamment en hautes eaux (saisonnières et plus importantes). Ces éléments devront être pris en compte pour la vulnérabilité des sous-sols et dans les aménagements de protection. Pour les sous-sols voisins recensés, il existe un risque d'incidence léger uniquement pour des crues importantes de la nappe (crues décennales

et plus importantes). Ces incidences pourraient être quantifiées lors de la réalisation d'une modélisation hydrodynamique.

Le budget prévisionnel pour l'exécution des travaux (un forage de captage et un forage de rejet) est compris entre environ 80 et 110 k€. Dans le cas de la création d'un unique ouvrage de captage et des opérations de diagnostic sur l'ouvrage de rejet existant, le budget prévisionnel pour l'exécution des travaux décrits précédemment est compris entre environ 50 et 70 k€

A ce budget, il y a lieu d'ajouter la mission de maîtrise d'œuvre ou de suivi hydrogéologique des travaux, ainsi que les équipements techniques et réglementaires nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

Sur le plan réglementaire, la création et la mise en service de forages exploitant la nappe en vue d'une utilisation géothermique à une puissance supérieure à 232 kW, nécessiteront d'établir un dossier d'autorisation au titre du Code Minier.

En définitive, il apparaît que la ressource serait suffisante pour assurer le fonctionnement de la future installation. De plus, au vu des données disponibles, il apparaîtrait que la température de la nappe au droit du site puisse atteindre 18°C. En considérant un écart thermique de +5°C entre les eaux prélevées et rejetées et un recyclage thermique de +1,7°C, la température maximum de rejet serait de 24,7°C. Cette température est inférieure au 25°C maximum demandés par l'administration. Néanmoins, la réalisation d'une modélisation hydrodynamique et thermique serait nécessaire pour valider ces points.

Concernant les travaux, ils ne pourront être engagés qu'après la réception de l'arrêté préfectoral autorisant l'exploitation envisagée.

Enfin, dans le cadre de ce projet, la réalisation d'une analyse chimique de type B3 – C3 serait souhaitable au droit du site. Cette dernière pourrait être réalisée dans un ouvrage déjà existant (piézomètre réalisé par FONDA CONSEIL ou dans l'ouvrage de rejet existant au droit du site ?). De plus, la réalisation d'un suivi des températures de la nappe sur un période d'un an pourrait être envisagée au droit du site pour valider la température de nappe. Ce suivi pourrait être réalisé dans un ouvrage déjà existant sur le site.

Sur la base des éléments recueillis, il apparait qu'une exploitation géothermique serait envisageable.

Lentilly, le 7 octobre 2014,

P.O. 

Matthias THOMAS
Ingénieur validation



Fabien MONTVIGNIER
Responsable de projet

FIGURES

Projet immobilier « RTE » situé Boulevard Yves Farge à Lyon 7^{ème} (69)
Projet d'exploitation géothermique d'une nappe pour la climatisation des locaux
Etude de préféabilité hydrogéologique

FIGURE 2 : Plan de masse du projet

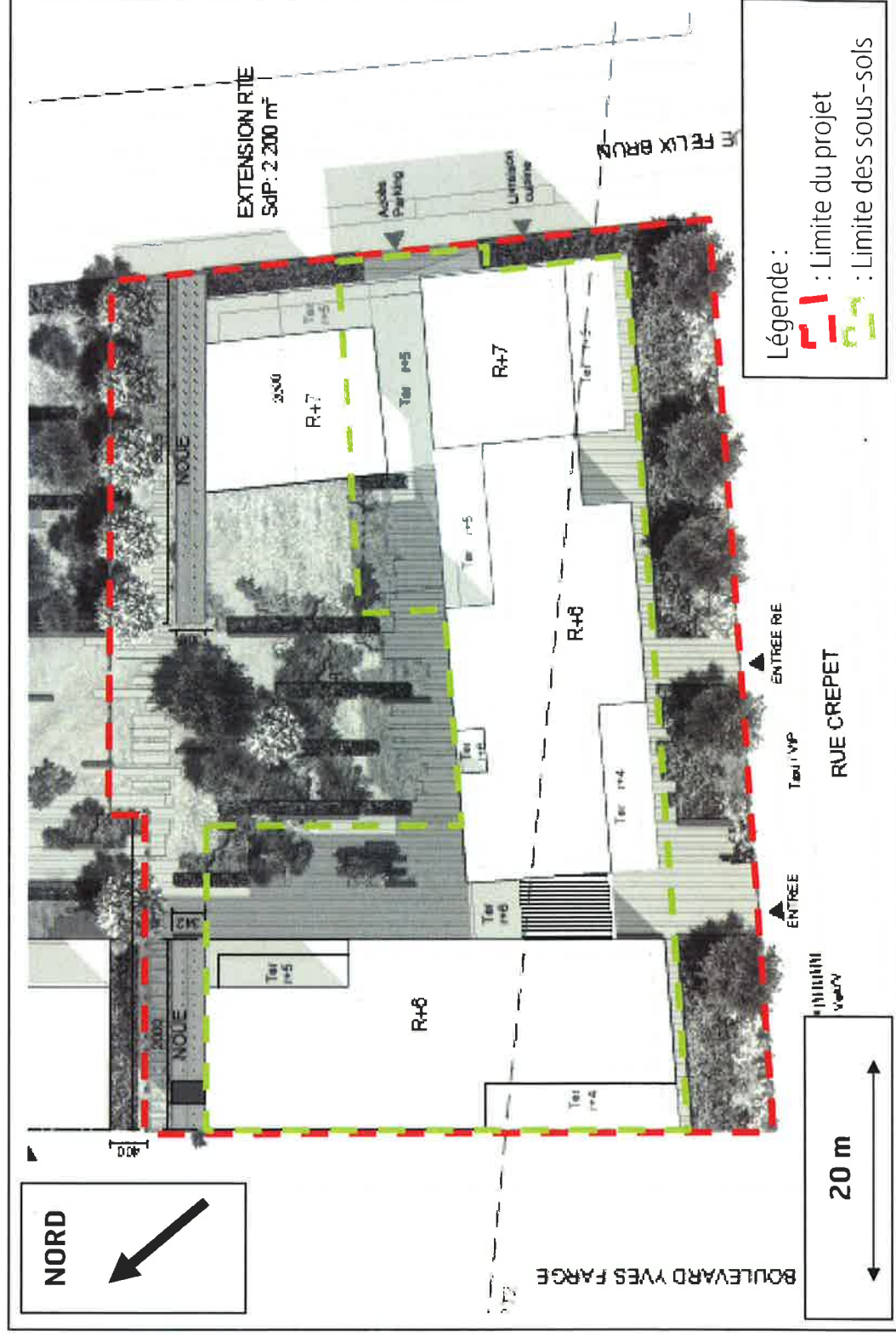


FIGURE 3 : Carte de localisation des ouvrages exploitant la nappe à proximité du projet

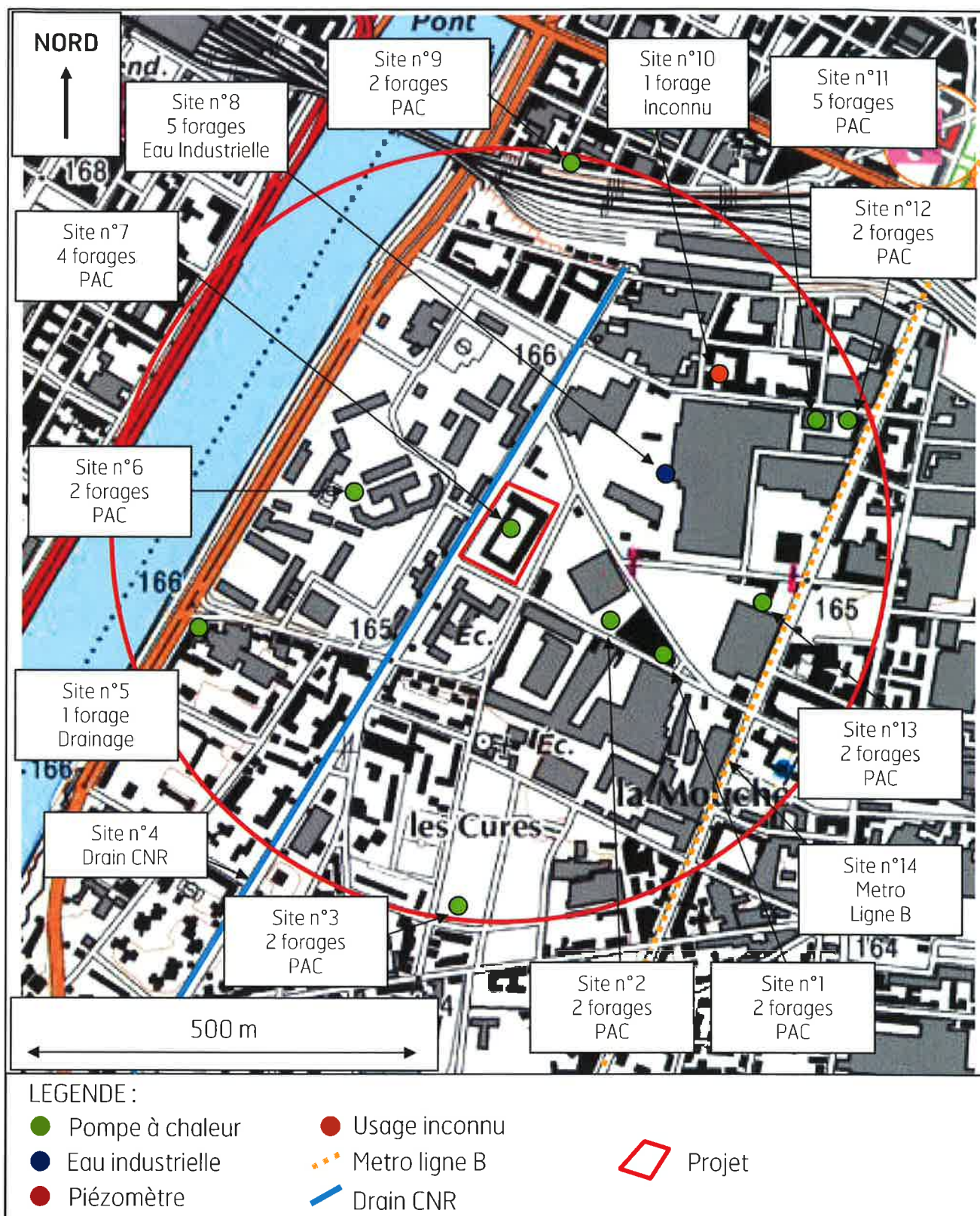


FIGURE 4 : Caractéristiques des ouvrages exploitant la nappe à proximité du projet

Numéro de l'inventaire	Usage	Exploitant / Maître d'ouvrage	Localisation	Distance / projet	Position hydraulique	Désignation	Nature / type d'ouvrage	Débit max d'exploitation (m³/h)	Ecart thermique de l'exploitation (ΔT)	X.L2E (m)	Y.L2E (m)	Z (m)	Profondeur (m)
1	Pompe à chaleur	"Brossette BTI"	Lyon 7	260 m	Latéral aval	FC1	Captage	50	+/- 10	794 480	2085190	168	8
						FR1	Rejet						8
2	Pompe à chaleur	"Îlot Gondrans"	Lyon 7	170 m	Latéral aval	FC2	Captage	80	-6 à +10	794430	2085243	165	18
						FR2	Rejet			794400	2085206		18
3	Pompe à chaleur	"Ets UNIPIERRE"	Lyon 7	500 m	Latéral aval	FC3	Captage	40	+/-10 ?	794 165	2 084 760	165	-
						FR3	Rejet						-
4	Drain CNR	"CNR"	Lyon 7	20 m	Aval	DR CNR	Drain	-	-	-	-	-	-
5	Pompe à chaleur	MACIF	Lyon 7	350 m	Aval	FC5	Captage	42	?	793 590	2 085 960	167,5	11,9
						FR5	Rejet			793 570	2 085 955		12,6
6	Pompe à Chaleur et eau industrielle	"Quartie Général Frères"	Lyon 7	170 m	Latéral aval	FC6	Captage	?	?	?	?	?	?
						FR6	Rejet						
7	Pompe à chaleur	"La Banque Postale"	Lyon 7	0 m	Sur site	FC7	Captage	?	?	794 270	2 085 330	167	16,4
						FC7'	Captage						12,9
						FC7''	Captage						14,9
						FR7	Rejet						18
8	Eau industrielle	"Nexans"	Lyon 7	150 m	Amont	FC8	Captage	?	?	794570	2085500	169	?
						FC8'	Captage						
						FC8''	Captage						
						FC8'''	Captage						
						FC8''''	Captage						
9	Pompe à chaleur	Inconnu	Lyon 7	500 m	Latéral amont	FC9	Captage	27	?	794 260	2 085 955	168	16
						FR9	Rejet						9,2
10	Inconnu	"Lyon Maquette"	Lyon 7	330 m	Amont	FC10	Captage	30	?	795 590	2085595	170	?
						FC11	Captage						15
						FC11'	Captage						13
						FC11''	Captage	80	+/- 10	794730	2085540	169	15
						FC11'''	Captage						15
						FC11''''	Captage						15
						FR11	Rejet						15
12	Pompe à chaleur	"CLE MAT"	Lyon 7	460 m	Amont	FC12	Captage	Arrêt	Arrêt	794780	2085540	165	14
						FR12	Rejet						12
13	Pompe à chaleur	Bât AMBRE	Lyon 7	330 m	Latéral amont	FC13	Captage	135	-5 à +5	794700	2085275	162,29	18
						FR13	Rejet			794670	2085200	165	18
14	Métro	"TCL"	Lyon 7	370 m	Amont	Métro ligne B	Palplanches	-	-	-	-	-	-

**FIGURE 5 : Carte de localisation des sous-sols
à proximité du projet**

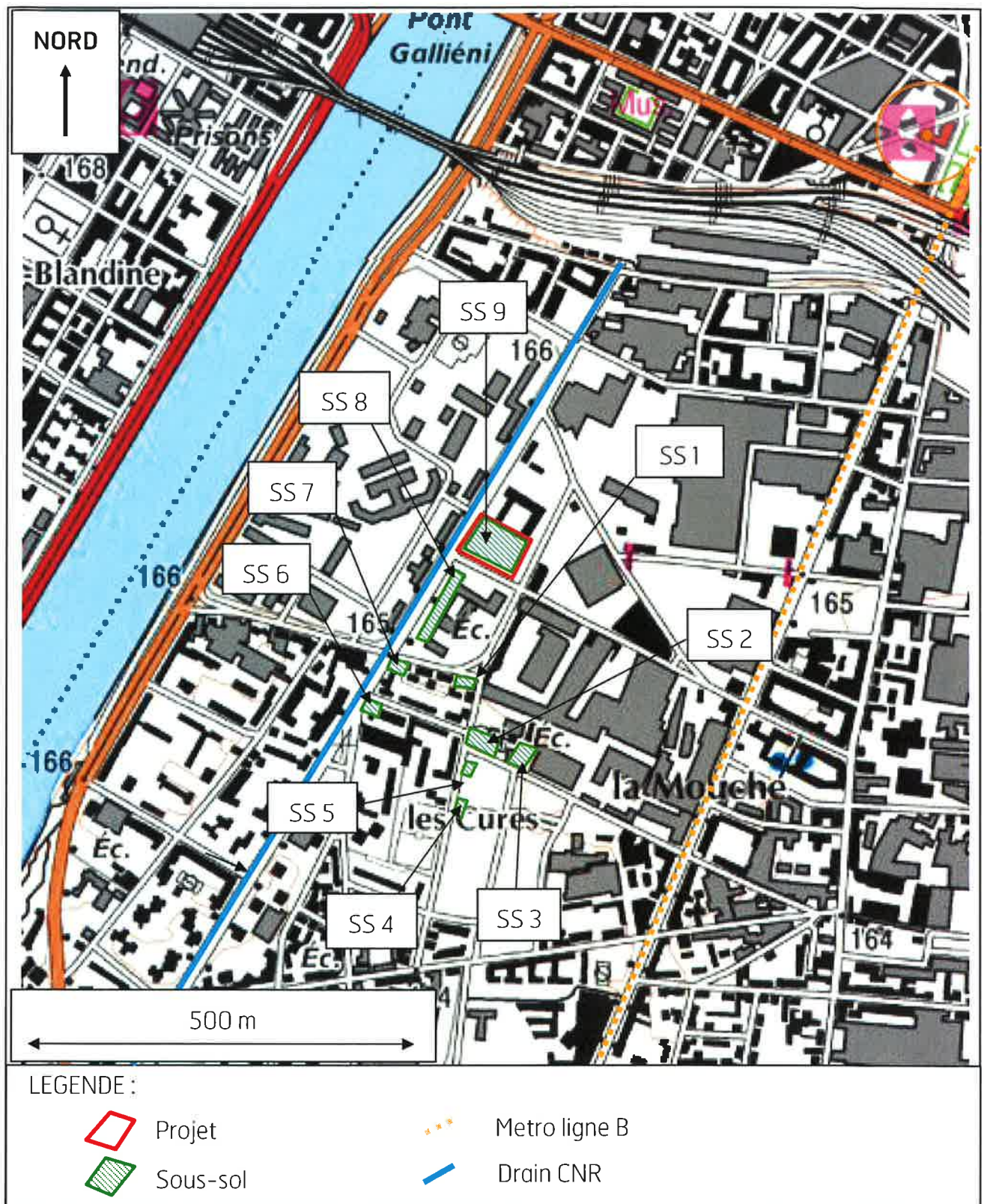
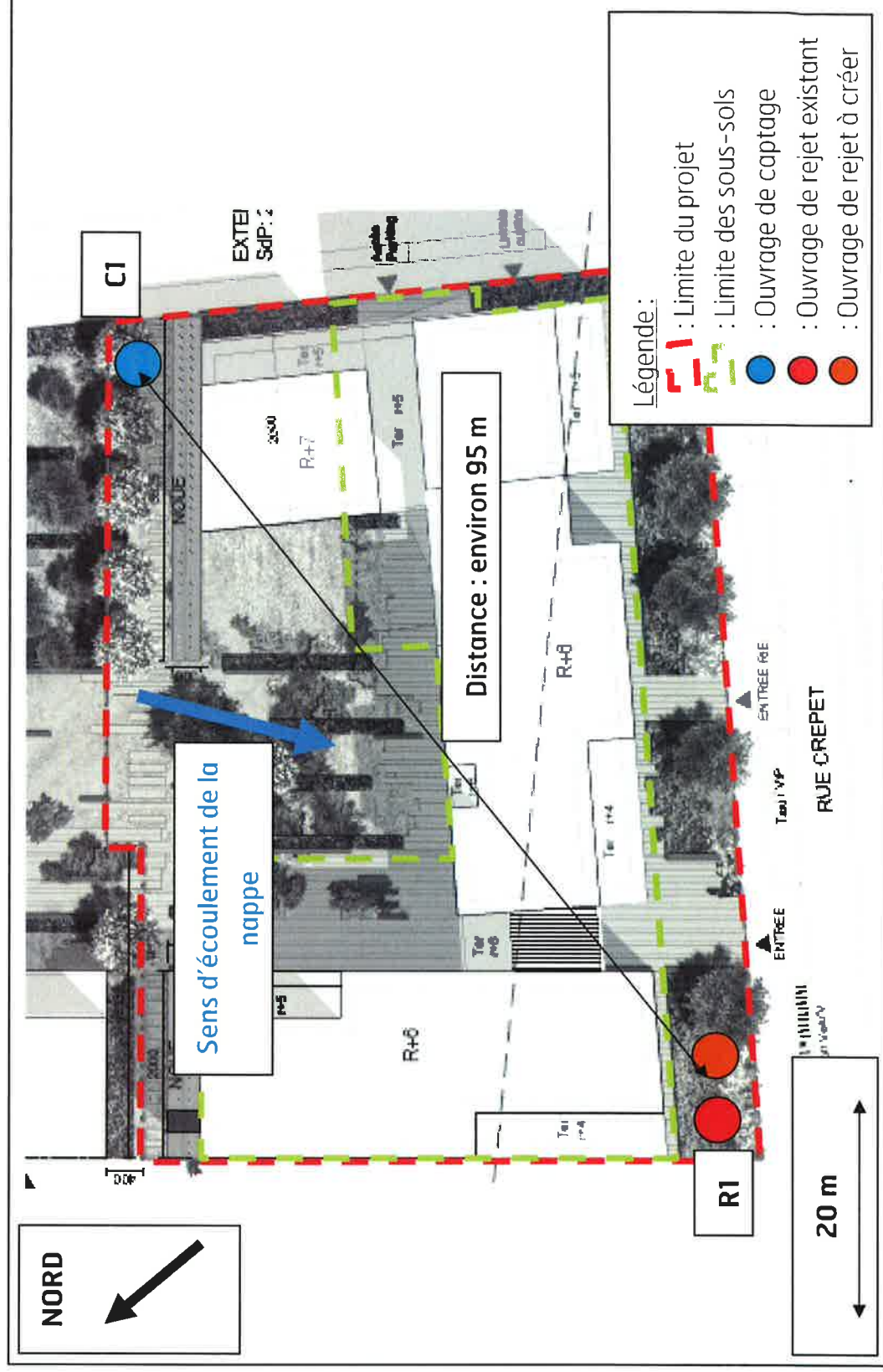


FIGURE 6 : Caractéristiques des sous-sols à proximité du projet

LISTE DES SOUS-SOLS IDENTIFIES A PROXIMITE DU PROJET														
Identification du sous-sol					Description du sous sol						Inondabilité			
N°	Adresse	Situation / projet	Cote T.N. (m NGF)	Visité	Année de réalisation	Type	Nombre de sous-sol	Nature du sol	Protection	Prof / T.N. (m)	Cote approximative sous-sol (m NGF)	Année incident	Observations	Niveau d'eau atteint
SS1	Cours Suchet	95 m au sud est	166	oui	< 2000	Cave	1	Terre battue	non	2,70	163,3	?	Pas de trace de remontée	?
SS 2	16 rue Delandine	55 m au sud	166,5	oui	?	Parking	1	Béton	non	1,80	164,7	?	Pas de barbacanes	?
SS 3	26 rue Smith	70 m au sud ouest	167,4	oui	?	Cave individuelle	1	Béton	non	2,89	164,5	?	Pas d'incident depuis 10 ans	?
SS 4	1 rue Quivogne	30 m au sud	166,5	oui	?	Habitation	1	Béton	non	2,28	164,2	?	Jamais eu d'incident depuis 2000	?
SS 5	Cours Suchet	50 m au sud	166,6	non	?	Parking	1	Terre battue	non	2,70	163,9	Pas depuis 10 ans	-	?
SS 6	66 cours Suchet	80 m au sud	166,5	oui	< 1994	Cave	1	Béton et terre battue	non	2,85	163,7	?	Jamais eu d'incident depuis 1994	?
SS7	Cours Suchet	110 m au sud est	166	oui	< 2000	Cave	1	Terre battue	non	2,70	163,3	?	Pas de trace de remontée	?
SS 8	Cours Suchet	50 m à l'est	166,5	oui	?	Parking, cave et galerie	1	Béton et terre battue	non	3,70	162,8	?	Pas de trace de remontée	?
SS 9	Boulevard Yves Forges (Projet)	Projet	165,5	non	?	Parking et locaux techniques	1 à 2	Béton	oui	2,5 à 5	160,5 à 163	?	?	?

FIGURE 7 : Plan d'implantation prévisionnelle des ouvrages géothermiques

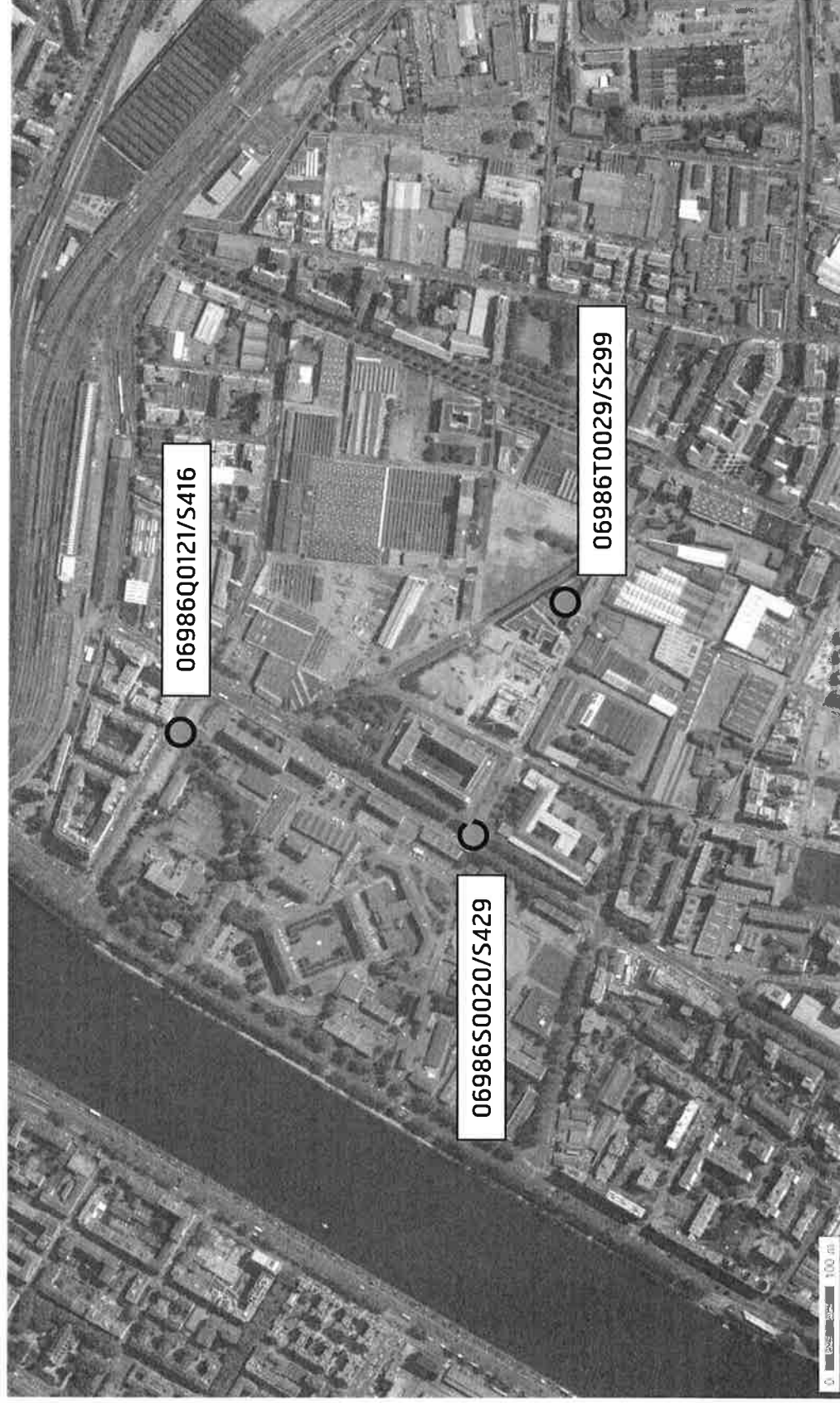


ANNEXE I

Coupes lithologiques d'ouvrages BSS recensés à proximité du projet

(4 pages)

PLAN DE LOCALISATION DES OUVRAGES BSS





InfoTerre

Dossier du sous-sol

06986S0020/S429

Log validé

Profondeur

De 0.0

à 31.0

m

Rafraîchir

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratig
	Remblais		Remblai.	Holo
4.70				
			Sable, graviers et galets. Alluvions du Rhône.	
8.50				
9.50			Sable fin.	
	Alluvions Quaternaires		Sable, graviers et galets.	Quate
20.50				
21.50			Sable et graviers.	
22.50			Sable.	
			Sable grossier, quelques graviers, rognons de granite.	
25.50			Sable et galets.	
26.00			Sable argilo-gréseux, quelques galets (retombées ?).	
26.60			Sable argileux, débris de grès et galets.	
	Sables de Saint-Fons		Sable grossier argileux ocre.	Serra
28.60			Argile sableuse avec molasse et débris de granite.	
29.70				
30.00			Sable grossier argileux ocre.	
31.00				



InfoTerre

Dossier du sous-sol

06986T0029/S299

Log validé

Profondeur

De 0.0

à 25.0

m

0.0 10.0 20.0 25.0

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratig
1.00	Remblais		Remblai.	Holo
2.40	Alluvions récentes et subactuelles fluviatiles, lacustres ou palustres, comblant les fonds de vallée ou colmatant des dépressions		Argile marron. Alluvions du Rhône.	
3.10			Limon.	
5.00			Graviers et galets.	Quaternaire
10.40			Sable, graviers et galets.	
12.00	Alluvions Quaternaires		Sable fin, graviers et galets.	
13.00			Graviers et galets, sable.	
16.00			Sable et graviers agglomérés.	Miocène
17.50			Sable, graviers et galets agglomérés.	
21.00			Sable gréseux.	
21.80			Marne bleue et grès en formation.	
23.20			Grès rose avec passages de marne bleue.	
25.00			Sable très argileux.	



InfoTerre

Dossier du sous-sol

06986Q0121/S416

Log validé

Profondeur

De 0.0

à 20.5

m

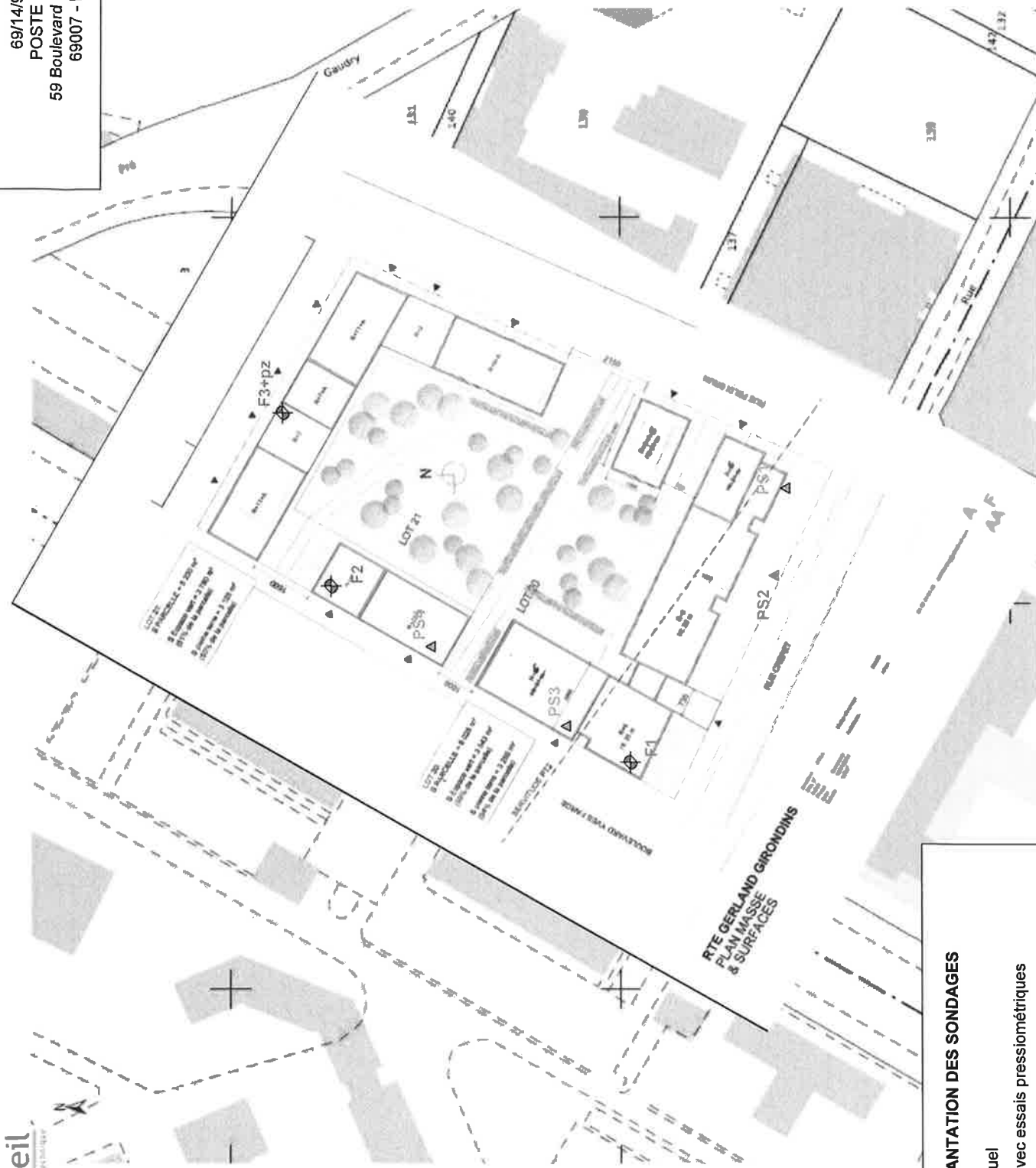
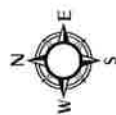
Rafratchir

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratig
0.40	Sol (terre végétale)		Terre végétale.	Holo
1.20	Remblais		Sable, graviers, galets. Remblai ?	
2.40	Alluvions récentes et subactuelles fluviales, lacustres ou palustres, comblant les fonds de vallée ou colmatant des dépressions		Sable limoneux, graviers.	
2.70			Limon argilo-sableux. Alluvions du Rhône.	
3.10			Sable argileux.	
5.50			Sable, graviers.	
5.70	Alluvions Quaternaires		Argile.	Quate
6.10			Sable fin.	
6.40			Argile sableuse.	
7.30			Sable fin.	
17.60			Sable, graviers, gros galets.	
18.00	Sables de Saint-Fons		Gros galets brun rouge.	Serra
19.30			Sable grossier, quelques graviers.	
20.50			Sable molassique. Sables de St-Fons.	

ANNEXE II

**Extrait du rapport n°69/14/9600 de la société
FONDA CONSEIL**

(6 pages)



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Reconnaissance en l'état actuel

Forages destructifs avec essais pressiométriques

Sondages au pénétromètre statique dynamique lourd 20t

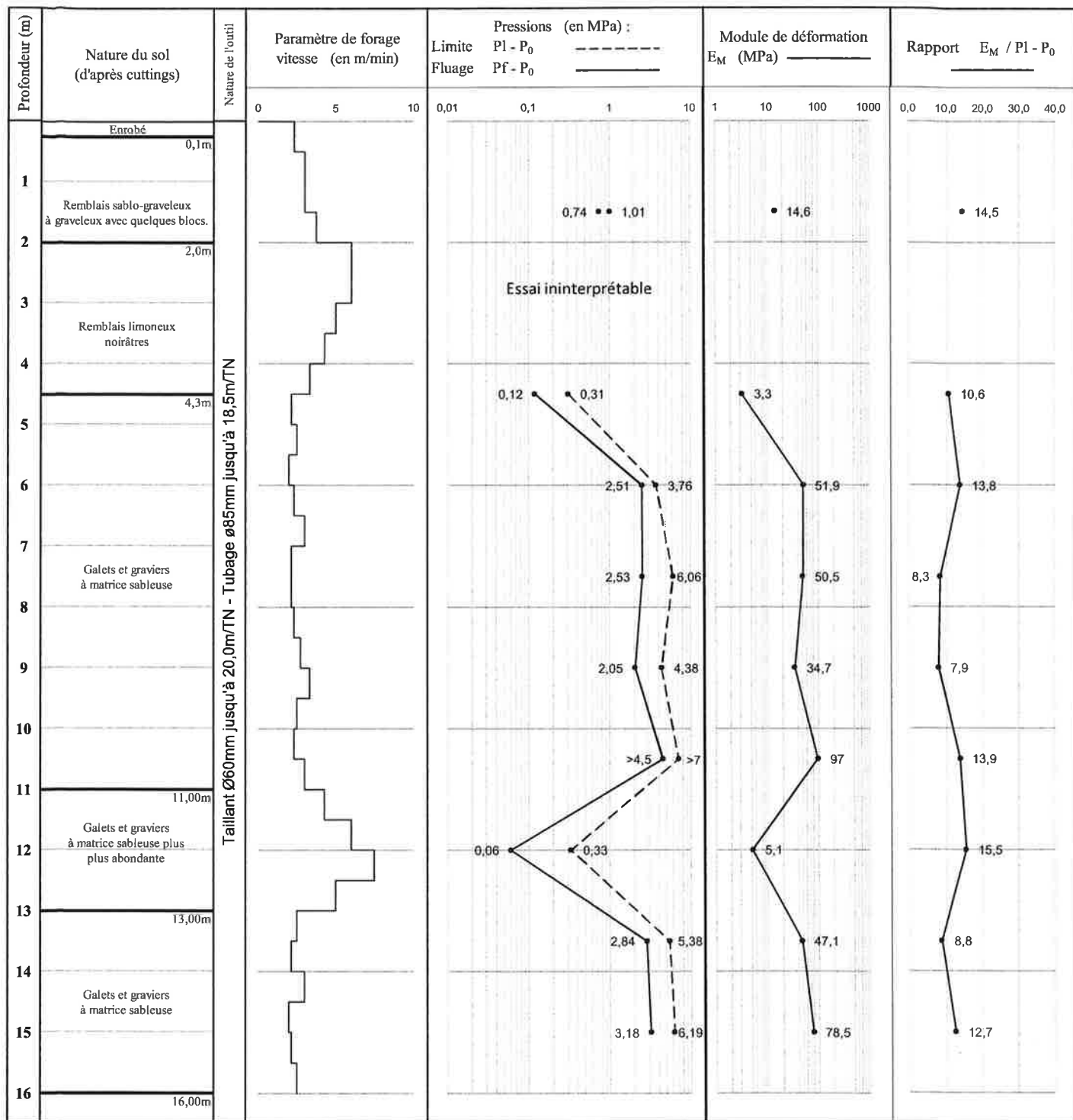


FORAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

N° : 69/14/9600
le : 02/06/2014

Chantier : POSTE IMMO - 59 Boulevard Yves Farge - LYON 7ème (69)
N° du forage : F1 Cote :

selon norme NFP 94-110



FORAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

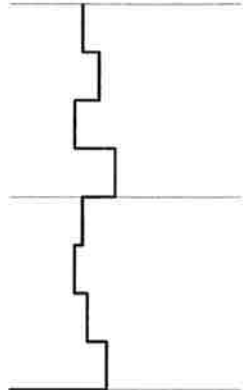
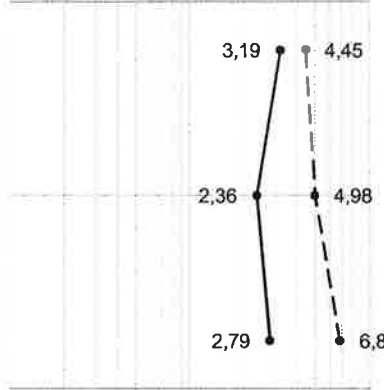
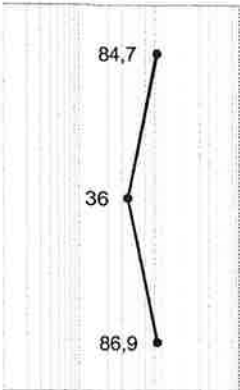
N° : 69/14/9600

Chantier : POSTE IMMO - 59 Boulevard Yves Farge - LYON 7ème (69)

le : 02/06/2014

N° du forage : F1

Cote :

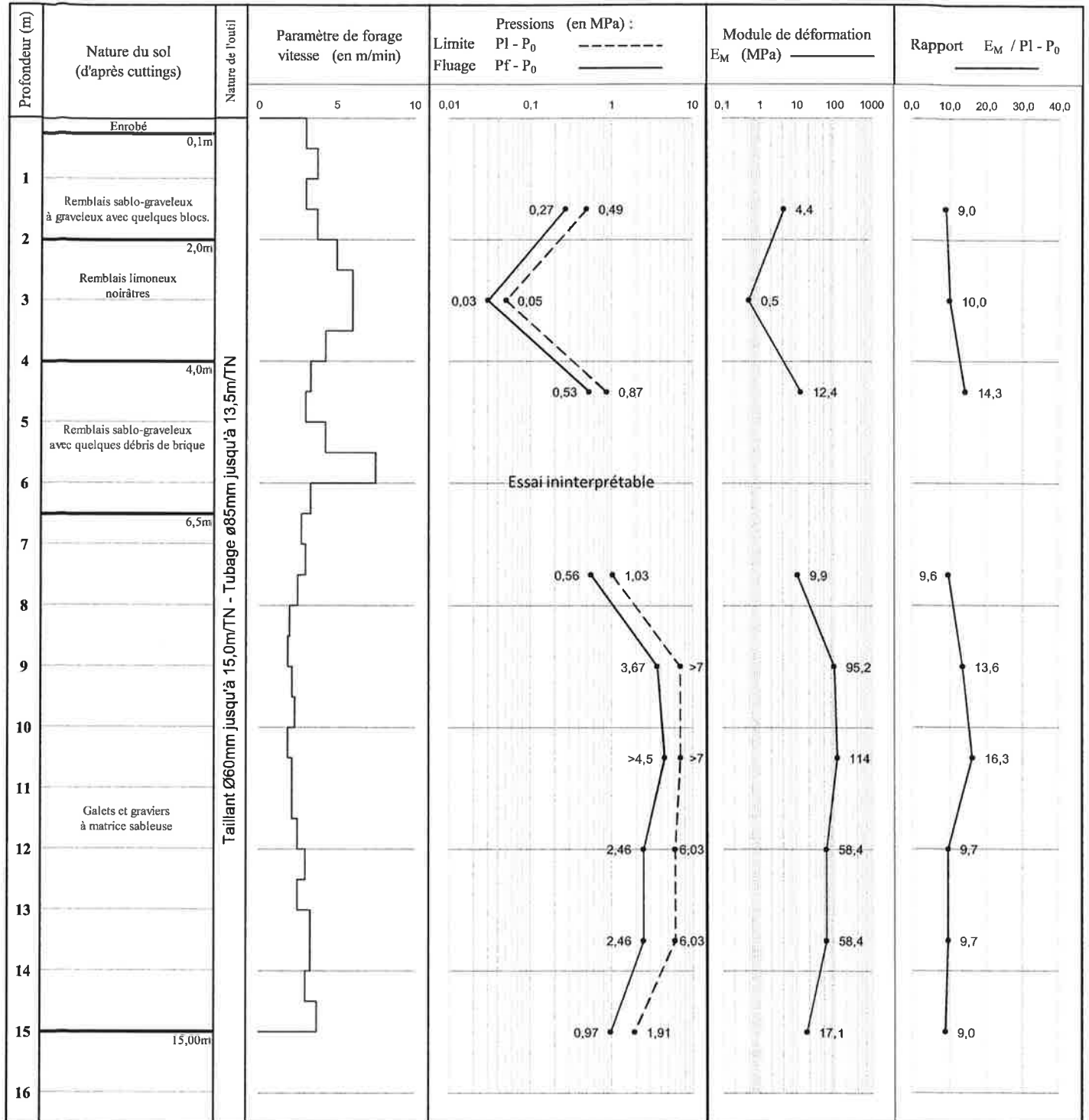
Profondeur (m)	Nature du sol (d'après cuttings)	Nature de l'outil	Paramètre de forage vitesse (en m/min)	Pressions (en MPa) :		Module de déformation
				Limite Fluage	$P_1 - P_0$ _____ $P_f - P_0$ _____	E_M (MPa) _____
			0,0 2,0 4,0 6,0	0,1 1 10		1 10 100 1000
17	Galets et graviers à matrice sableuse	Taillant diamètre 64mm				
18						
19						
20						
20	Eau à -5,8m/TN	20,0m				
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						

FORAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

N° : 69/14/9600
le : 10/06/2014

Chantier : POSTE IMMO - 59 Boulevard Yves Farge - LYON 7ème (69)
N° du forage : F2 Cote :

selon norme NFP 94-110

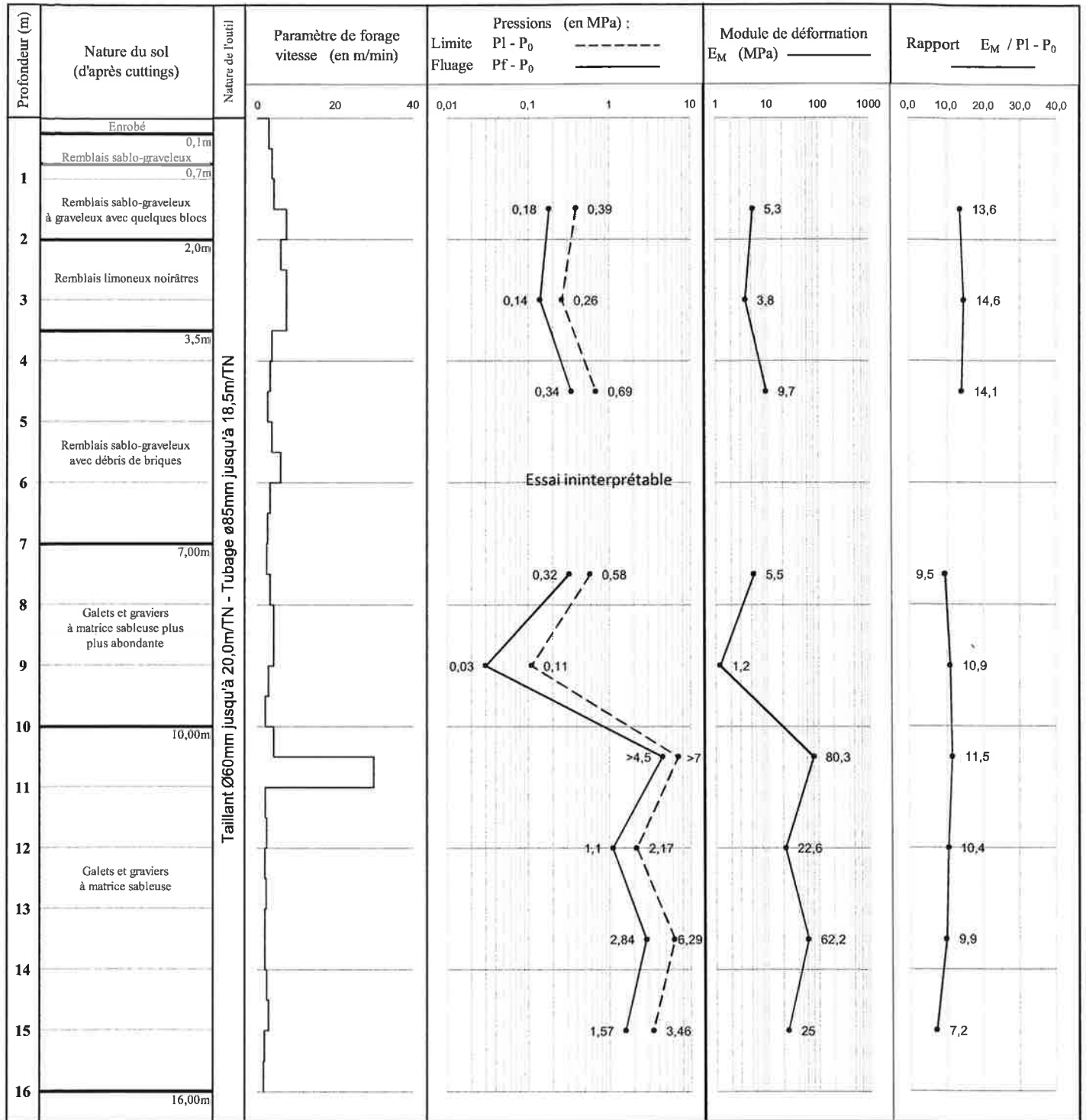


FORAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

N° : 69/14/9600
le : 04/06/2014

Chantier : POSTE IMMO - 59 Boulevard Yves Farge - LYON 7ème (69)
N° du forage : F3 Cote :

selon norme NFP 94-110



FORAGE PRESSIOMETRIQUE MENARD

N° : 69/14/9600

Chantier : POSTE IMMO - 59 Boulevard Yves Farge - LYON 7ème (69)

le : 04/06/2014

N° du forage : F3

Cote :

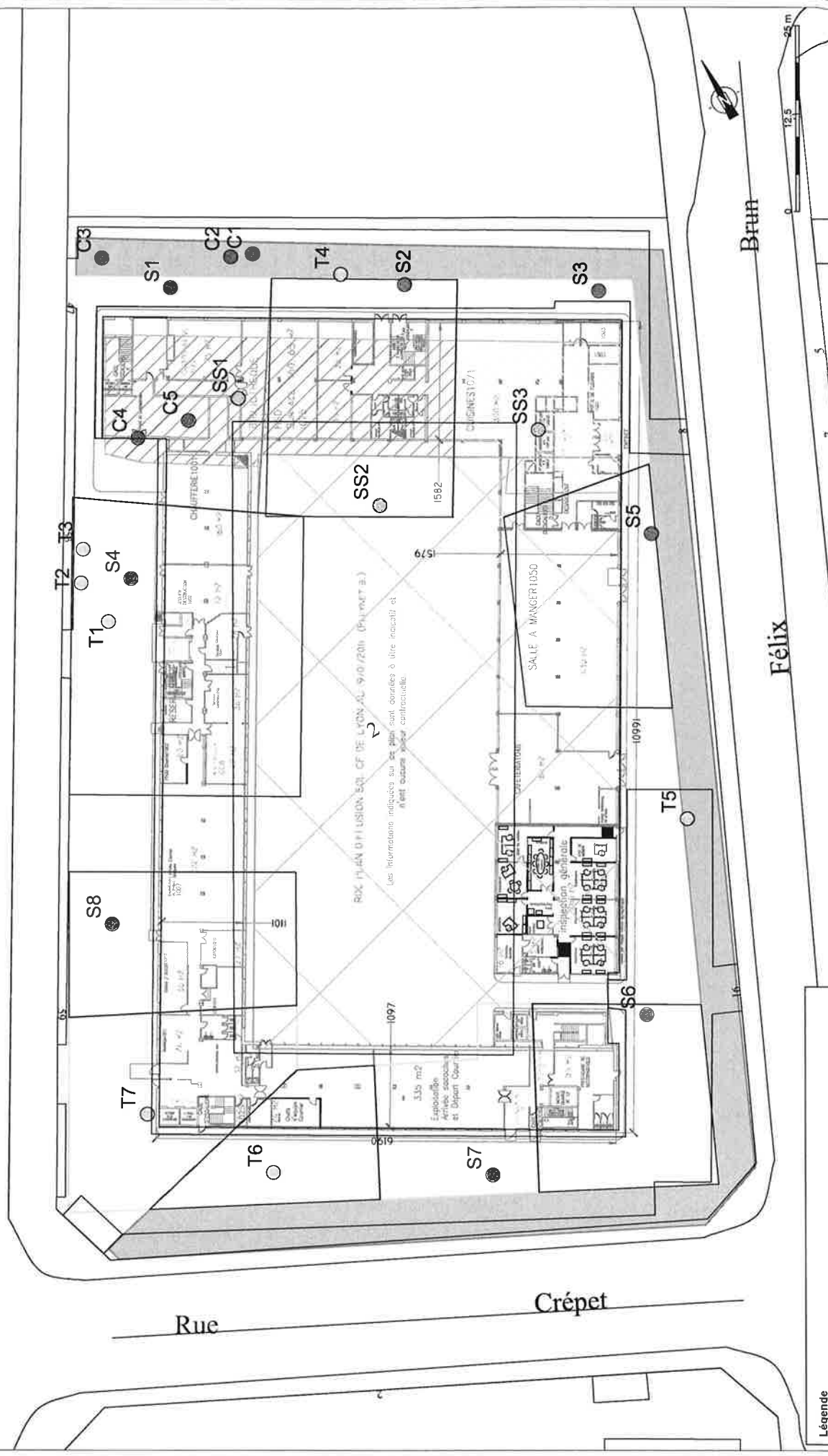
Profondeur (m)	Nature du sol (d'après cuttings)	Nature de l'outil	Paramètre de forage	Pressions (en MPa) :		Module de déformation
			vitesse (en m/min)	Limite Fluage	PI - P ₀ _____ PF - P ₀ _____	E _M (MPa) _____
			0,0 2,0 4,0 6,0	0,1 1 10	1 10 100 1000	
17	Galets et graviers à matrice sableuse	Taillant diamètre 64mm			2,78	25
18					3,46	
19					2,76	5,41
20					2,77	5,38
20	20,0m Piézomètre Ø52/60mm de 9m/TN Eau à -5,9m/TN le 11/06/14					78,8
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						

ANNEXE III

**Extrait du rapport n°LYO-RAP-14-05750 de la
société URS**

(5 pages)

1 VCS



Légende

- Sondage Ginger, carottier manuel
- Sondage Ginger tarière
- Sondage URS, carottier manuel
- Sondage URS, tarière
- Bande de retrait de 5 m
- Emprise future zone bureaux
- Emprise future zone habitats
- Profondeur sous-sol actuel, - 1.5 m
- Profondeur sous-sol actuel, - 4 m
- Profondeur sous-sol actuel, - 2.5 m

URS
URS France
Boulevard de Lyon
97 000 000
69003 Lyon

IMPLANTATION DES SONDAGES

DIAGNOSTIC COMPLEMENTAIRE DE SOL ET
ETABLISSEMENT D'UN PLAN DE
TERRASSEMENT
LYON 7 - FRANCE
ICADE PROMOTION

Ech. 1/500
Date SEPTEMBRE 2014
Projet 46314886
Ref LYO-RAP-14-05750
Dess. JLL
Vérif. SJA
Format A3
FIGURE 2


Chantier : A100 - A200 - CRSF

Client : POSTE - IMMO

Dossier : SP69.B.0114

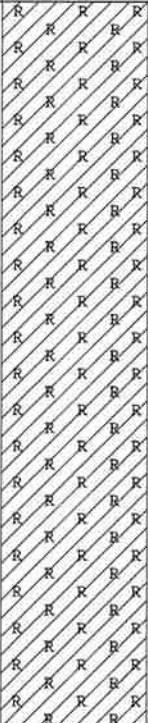
Commune: LYON 7

Date : 9 et 16 MARS 2012

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage T5	Prof	réf. Horizon	soils: Profil pédologique	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.00		Limon et argiles bruns		
2				2.00		Limon et sables bruns		
3				3.00		Limon et sables bruns		
4				4.00		Limon et sables bruns		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Date : 9 et 16 MARS 2012

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage T6	Prof	réf. Horizon	soils: Profil pédologique	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.00		Remblais noirs à base de limons		
2				2.00		Remblais noirs à base de limons		
3				3.00		Remblais noirs à base de limons		
4				4.00		Remblais noirs à base de limons		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Sondage S5

(Page 1 of 1)

Date début-fin : 25/08/2014

Entreprise de forage : Energie & Mécanique

Coord. Z (m, capot) : -

Coord. X : -

Coord. Y : -

Type de foreuse : Commandio GEO 205

Prof. sondage (m) : 4.0

Méthode de forage : tarière pleine

Niveau d'eau (m) : -

Fluide de foration : -

Diam. forage (mm) : 100

Type échantillonneur : tarière

Echantillons : 2

Centreurs : -

Diam. Puits (mm) : -

Prof. puits (m) : -

URS

Profondeur (m)	Echantillons	N° échantillon	Mesure PID	GRAPHIQUE	Conditions échantillon		Niveau piézométrique		Remarques
					<div><input checked="" type="checkbox"/> Remanié</div> <div><input type="checkbox"/> Non remanié</div> <div><input type="checkbox"/> Perdu</div> <div><input type="checkbox"/> Carotte roche</div>	<div><input checked="" type="checkbox"/> Durant forage</div> <div><input type="checkbox"/> Après installation (24h)</div>			
DESCRIPTION									
0									
TERRE VEGETALE									
		S5(0-1.0)	0						SABLE fin, marron forcé, sec, présence de fragments de brique et de quelques graviers
1									LIMON SABLEUX, brun, sec, présence de quelques petits graviers
2									
3									SABLE, fin, beige, sec
4		S5(3.0-4.0)	0						
Fin du Sondage									

08-29-2014 J:\ICADE PROMOTION Poste Trime GRS Lyon - 46314885.Doc_Travail\kps\S5 bor

ICADE Promotion

8 rue Felix Brun - 69007 Lyon

46314886

Décrit par : K. Soncourt

ANNEXE IV

Analyse chimique réalisée sur les eaux de la nappe des alluvions

(3 pages)

Institut Pasteur de Lyon
Laboratoire d'Hygiène Appliquée à l'Homme et à son Environnement

Reconnu d'utilité publique (décret du 22 juin 1903)
77, rue Pasteur - 69365 LYON CEDEX 07
Tél. 78 72 35 09 - Télex PASTLYO 380 697 F - C.C.P. Lyon 330.13 G

FEUILLE DE RESULTATS

PAGE

SOCLY
101 Bd des Belges
M. COUMERT
69006 LYON

Section : Chimie et Bactériologie des eaux

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des affaires sociales au titre du contrôle sanitaire des eaux: eaux d'alimentation, eaux minérales, eaux de baignade, eaux usées...
Laboratoire agréé par le Ministère de l'environnement pour les agréments de type 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains

Analyse demandée par : G. AUERGER 69130 ECULLY

N° DEMANDE : 880412078 à caractère prioritaire éditée le : 7.05.

ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Distribution privée
Forage site Gerland Institut Pasteur
Sortie du forage
COMMUNE : Lyon
DEPARTEMENT : 69

PRELEVEMENT : Effectué le : 12.04.88 T°échant. +13 T°ext. +13
Par : Institut Pasteur de Lyon
Circonstances atmos. : Pluie
Sur place pH 7,60

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE, DILAN IONIQUE, TOXIQUES

Caractéristiques bactériologiques

Bactéries aérobies 37°C 24H (NF T 90-401)	0	par ml
Bactéries aérobies 20°C 72 H (NF T90-402)	62	par ml
Coliformes totaux à 37°C (NF T90-414)	0	par 100
Coliformes thermotolérants 44°C (NF T90-414)	0	par 100
Streptocoques fécaux (NF T90-416)	0	par 100
Clostridium sulfito-réducteur (spores) NF T90-417	0	par 100

Caractéristiques physiques

Odeur NEANT
Couleur

Institut Pasteur de Lyon

Laboratoire d'Hygiène Appliquée à l'Homme et à son Environnement

Reconnu d'utilité publique (décret du 22 juin 1903)

77, rue Pasteur - 69365 LYON CEDEX 07

Tél. 78 72 35 09 - Télex PASTLYO 380 697 F - C.C.P. Lyon 330.13 G

N° DEMANDE : 880412078 (SUITE) éditée le 7.05.88 PAGE 2

Turbidité	0,2	N.T.U.
pH à 20°C au laboratoire	7,75	.
Résistivité à 20 °C	2950	ohms-cm
Conductivité à 20°C	340	uS/cm

Analyse des gaz

Anhydride carbonique libre	7,7	mg/l CO2
Hydrogène sulfuré (test colorimétrique)	NEANT	-
Oxygène dissous	6,7	mg/l O2
Chlore résiduel total	< 0,1	mg/l Cl2

Agressivité au marbre

pH avant essai au marbre	7,75	.
TAC avant essai au marbre	3,15	mEq/l
TAC avant essai au marbre	88,2	mg/l CaO
pH après essai au marbre	7,85	.
TAC après essai au marbre	3,00	mEq/l
TAC après essai au marbre	84,00	mg/l CaO

Caractéristiques générales

Résidu sec à 110°C	426	mg/l
Résidu sec à 550°C	144	mg/l
Oxydabilité au KMnO4 en milieu alcalin NF T90-010	0,25	mg/l O2
TH : Titre hydrotimétrique ou dureté totale	18,6	° Français
TAC : Titre alcalimétrique complet	15,75	° Français
TA : Titre alcalimétrique	< 0,5	° Français

Composition ionique : Cations

Calcium	35	mg/l Ca++
.....	3,25	mEq/l Ca++
Magnésium	5,6	mg/l Mg++
.....	0,46054	mEq/l Mg++
Sodium	6,3	mg/l Na+
.....	0,27392	mEq/l Na+
Potassium	1,5	mg/l K+
.....	0,03037	mEq/l K+
Ammonium	< 0,10	mg/l NH4+
.....	-	mEq/l NH4+
Total cations :	4,06	mEq/l

Composition ionique : Anions

Carbonates	< 0,10	mg/l CO3=
.....	-	mEq/l CO3=
Bicarbonates	192,21	mg/l HCO3-
.....	3,15	mEq/l HCO3-
Chlorures	7,00	mg/l Cl-
.....	0,2538	mEq/l Cl-

Institut Pasteur de Lyon
Laboratoire d'Hygiène Appliquée à l'Homme et à son Environnement

Reconnu d'utilité publique (décret du 22 juin 1903)
77, rue Pasteur - 69365 LYON CEDEX 07
Tél. 78 72 35 09 - Télex PASTLYD 380 697 F - C.C.P. Lyon 330.13 G

FEUILLE DE RESULTATS

PAGE

SOCLY
101 Bd des Belges
M. COUMERT
69006 LYON

Section : Chimie et Toxicologie des eaux

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des affaires sociales au titre du contrôle sanitaire des eaux: eaux d'alimentation, eaux minérales, eaux de baignade, eaux usées...
Laboratoire agréé par le Ministère de l'environnement pour les agréments de type 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains

Analyse demandée par : GAUBERGER 69130 ECULLY
XX

N° DEMANDE : 880412079 à caractère prioritaire éditée le: 24.04


ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Distribution privée
Forage site Gerland-Institut Pasteur
Sortie forage
COMMUNE : Lyon
DEPARTEMENT : 69

PRELEVEMENT : Effectué le : 12.04.08 T°échant. 113 T°ext. 11
Par : Institut Pasteur De Lyon
Circonstances échant. : Pluie
XX

SOLVANTS CHLORÉS :

1,1-Dichloroéthylène	< 4	ug/l
Bromochlorométhane	< 0,2	ug/l
Chloroforme	< 0,2	ug/l
1,2-Dichloroéthane	< 20	ug/l
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,2	ug/l
Tétrachlorure de Carbone	< 0,1	ug/l
Dichlorobromométhane	< 0,1	ug/l
Trichloroéthylène	0,0	ug/l
Dibromochlorométhane	< 0,2	ug/l
Tétrachloroéthylène	0,6	ug/l

Dr Ch. Geoffray
Le Directeur du Laboratoire



ANNEXE V

Redevances – Fiche Méthodologique pour le calcul

(1 page)



➤ QUATRE ZONES DE TARIFICATION

Quatre zones de tarification sont établies en application du V de l'article L 213-10-9 du code de l'environnement. Elles sont fonction de l'origine de l'eau prélevée et de sa rareté. Ce zonage, établi sur la base des limites communales, a pour objectif de réduire davantage les prélèvements dans les territoires pour lesquels la ressource en eau est déficitaire, conformément aux objectifs du SDAGE.

Zone A : ressources en eau en zones non déficitaires

Zone B : ressources en eau superficielle de la moyenne et de la basse vallée de la Durance

Zone C : ressources en eau en zones déficitaires

Zone D : zones de répartition des eaux ⁽¹⁾

Qui doit payer cette redevance ?

> Toute personne qui effectue un prélèvement d'eau dans la ressource et dont le volume annuel prélevé excède 10 000 m³ (ou 7 000 m³ en zone de répartition des eaux ⁽¹⁾) est redevable.

> Dans son périmètre d'intervention, un organisme unique assurant la gestion collective des prélèvements destinés à l'irrigation en zone de répartition des eaux (zone D) bénéficie des taux minorés d'une zone non déficitaire (zone A). A titre transitoire, pour les années 2013 à 2014, tout organisme unique en zone déficitaire (zone C) bénéficie également des taux minorés d'une zone non déficitaire (zone A).

> Certains usages sont exonérés de la redevance pour prélèvement : exhaure d'eaux de mines dont l'activité a cessé, travaux souterrains, drainage pour le maintien à sec des bâtiments et ouvrages, aquaculture, géothermie, lutte antigel des cultures, prélèvement visant la réalimentation des milieux naturels.

Comment se calcule-t-elle ?

La redevance est calculée pour chaque ouvrage. Elle est directement proportionnelle au volume d'eau prélevé dans le milieu naturel (cours d'eau, nappe, lac, étang, retenue...). Son taux dépend de l'usage et du lieu de prélèvement dans le milieu.

$$\text{Redevance} = \text{volume d'eau prélevé par an (m}^3\text{)} \times \text{taux}$$

Le volume d'eau retenu est celui mesuré par un ou plusieurs appareils de comptage installés au point de prélèvement ⁽²⁾. Dans certains cas d'impossibilité avérée de mesure directe, un dispositif de mesure indirecte peut être autorisé. En cas d'impossibilité totale de mesure validée par l'agence, un forfait peut être appliqué pour certains usages (annexe 2 de l'arrêté ministériel du 19 décembre 2011).

Dans le cas de l'irrigation gravitaire, l'article L 213-10-9 du code de l'environnement prévoit une assiette forfaitaire de 10 000 m³ par hectare irrigué.

Dans le cas d'un canal, le volume retenu est celui prélevé au milieu naturel, déduction faite des volumes utilisés pour les autres usages, des volumes turbinés lorsque ceux-ci sont rejetés à l'extérieur du canal, ainsi que des volumes bénéficiant d'une exonération.

Les taux, votés par le Conseil d'administration de l'agence de l'eau, exprimés en euros par millier de mètres cubes prélevés sont les suivants pour les prélèvements effectués de 2013 à 2018 :

Usage		Zone	Taux (€/m ³ x 1000)						
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Alimentation en eau potable	A	eaux superficielles	26,91	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	
		eaux souterraines	46,60	46,60	46,60	46,60	46,60	46,60	
	B	-	45,42	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	
	C et D	eaux superficielles	55,28						
		eaux souterraines	64,58	68,31	68,31	68,31	68,31	68,31	
Irrigation non gravitaire	A	eaux superficielles	3,75	4,61	5,47	6,34	7,20	7,20	
		eaux souterraines	5,40	5,85	6,30	6,75			
	B	-	5,21	6,43	7,65	8,86	10,08	10,08	
	C et D	eaux superficielles	6,95	8,81	10,67	12,54			
		eaux souterraines	8,20	9,75	11,30	12,85	14,40	14,40	
Irrigation gravitaire	A	eaux superficielles	0,52	0,64	0,76	0,88	1,00	1,00	
		eaux souterraines	0,80	0,85	0,90	0,95			
	B	-	0,52	0,92	1,08	1,24	1,40	1,40	
	C et D	eaux superficielles	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,00	
		eaux souterraines	1,20	1,40	1,60	1,80			
Autres usages économiques	A	eaux superficielles	4,68	4,84	5	5,16	5,40	5,40	
		eaux souterraines	8,72	8,95	9,18	9,41	9,75	9,75	
	B	-	5,63	6,66	7,69	8,72	9,75	9,75	
	C et D	eaux superficielles	11,20	13,80	16,40	19,00	21,60	21,60	
		eaux souterraines	13,48	15,51	17,54	19,57			
Refroidissement conduisant à une restitution supérieure à 99 %	A	eaux superficielles	0,26	0,45	0,63	0,82	1,00	1,00	
		eaux souterraines	0,32	0,49	0,66	0,83			
	B	-	0,38	0,64	0,89	1,15	1,40	1,40	
	C et D	eaux superficielles	0,52	0,89	1,26	1,63	2,00	2,00	
		eaux souterraines	0,56	0,92	1,28	1,64			
Alimentation des canaux	A	eaux superficielles	0,11	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
		eaux souterraines	0,15						
	B	-	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	
	C et D	eaux superficielles	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	
		eaux souterraines	0,16						

La composition des zones figure sur les cartes ci-contre

(1) L'assiette de comptage est déterminée par l'Agence de l'eau, en fonction de la rareté de la ressource.

(2) Les dispositifs de comptage sont régis par l'arrêté ministériel relatif à la mesure des prélèvements d'eau et aux modalités de calcul de l'assiette de la redevance pour prélèvement sur la ressource en eau du 19 décembre 2011.

FICHE DE TRANSMISSION

CLIENT

<i>Coordonnées client :</i> ICADE PROMOTION 78, Rue de la Villette 69 003 LYON T : 04 37 91 49 97	<i>Coordonnées interlocuteur :</i> Monsieur JEANNOT Olivier Resp. De Projets olivier.jeannot@icade.fr
---	--

RAPPORT

<i>Titre rapport :</i> Projet immobilier « RTE » situé boulevard Yves Farges à Lyon 7ème (69) Projet d'exploitation géothermique d'une nappe pour la climatisation des locaux Etude de préféabilité hydrogéologique	
<i>N° rapport :</i> CLY02186-R1-1014 <i>Nombre de pages :</i> 24 pages (texte) <i>Nombre de figures :</i> 7 figures <i>Nombre d'annexes :</i> 5 annexes <i>Nombre d'annexes hors texte :</i> néant	<i>Date d'envoi :</i> Octobre 2014 <i>Nombre d'exemplaires transmis :</i> 2 exemplaires papiers et 1 fichier format « pdf »

REFERENCES COMMANDE

<i>N° offre Archambault Conseil :</i> OFFRE-ELY02062-B-E1-0914 du 12/09/14 <i>Référence commande client :</i> Lettre de commande n°14-110 du 22/09/14
--