

SOMMAIRE

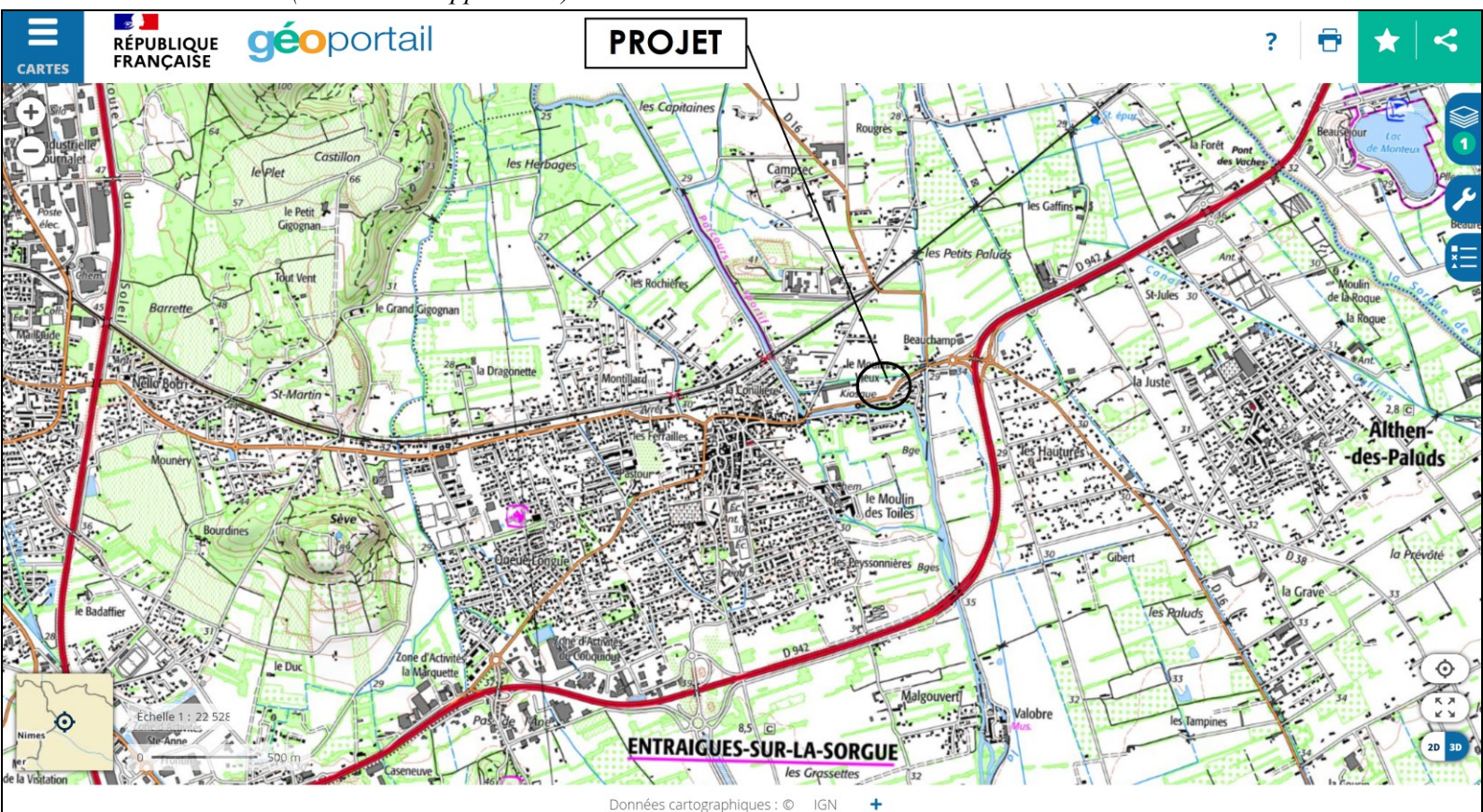
I. PREAMBULE – OBJET :	2
II. MODALITES DE REALISATION DE L'ETUDE	3
III. ETUDE DE LA PERMEABILITE DU SOL	3
III-1. Hydrogéologie	3
III-2. Hydrologie.....	6
III-3. Pédologie.....	7
III-4. Perméabilité du sol (k)	9

I. PREAMBULE – OBJET :

Projet : mesures in situ de la perméabilité des sols, sur un futur fond de fouille de zone destinée à l'évacuation d'eaux pluviales (*voir carte de localisation des sondages*).

Etude : à votre demande, cette étude est conduite par le bureau d'études **PROVENCE GEO CONSEILS** (www.provencegeoconseils.com).

Cadre réglementaire de cette étude de perméabilité : la mesure in situ de la perméabilité du sol est réalisée selon la méthode à niveau constant (« *méthode Porchet* ») telle que décrite dans l'annexe 3 de la circulaire interministérielle du 22 mai 1997 (*circulaire d'application*).



Plan de localisation géographique. Source : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>, 10/02/2023.

PROVENCE GEO CONSEILS, bureau d'études indépendant EAU – ENVIRONNEMENT - ASSAINISSEMENT

SARL au capital social de 8.000 €. R.C.S. AIX. SIRET : 487 841 892 00028. N° TVA Intracommunautaire : FR67487841892. APE : 7112B.

Siège social : 2355, route d'Eguilles, Résidence Pey Blanc, n°25, 13090 AIX EN PROVENCE. Tel : 06 77 77 12 27.

II. MODALITES DE REALISATION DE L'ETUDE

Les moyens mis en œuvre pour réaliser cette étude sont précisés ci-dessous :

- a) **Une visite technique** du terrain concerné et de ses abords immédiats, réalisée le jeudi 09 février 2023.
- b) **Des relevés de terrain** sur la parcelle et les parcelles voisines, et la réalisation de **3 sondages** (à la tarière mécanique, diamètre 150 mm) en précisant chaque épaisseur et texture des différents horizons rencontrés ainsi que la présence éventuelle d'hydromorphie (écoulement(s) ou nappe(s)).
- c) **La mesure in situ** de la perméabilité du sol par des tests de percolation (**6 mesures** réalisées selon la méthode de Porchet à niveau constant et faible profondeur, après saturation du sol pendant une durée minimale de 4 heures).

III. ETUDE DE LA PERMEABILITE DU SOL

III-1. Hydrogéologie

➤ **Nappe aquifère** : les 3 sondages et les relevés de terrain permettent de préciser l'absence d'un toit de nappe aquifère constaté jusqu'à une profondeur de 1,20 m/TN. Toutefois, la consultation du site GEORISQUES (<http://www.georisques.gouv.fr>), 10/02/2023 indique que la parcelle se trouve en « zone potentiellement sujette aux remontées de nappe », où le risque est qualifié de « fort » :



Remarque et réserve : le Maître d'Ouvrage est informé que ces relevés permettent d'avoir une vue partielle de la réalité du terrain. En effet, seul un suivi sur un cycle annuel (à minima), grâce à des piézomètres, permettrait d'avoir des certitudes sur les fluctuations du toit de la nappe sous-jacente aux futurs ouvrages.

➤ **Etats quantitatif et qualitatif des eaux souterraines** : d'après les données de l'Agence de l'Eau, l'aquifère de la zone d'étude appartient à la masse d'eau souterraine des « Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues) » (code EU de la masse d'eau : FRDG354).

« Située dans la partie ouest du département du Vaucluse, en rive gauche du Rhône, la plaine des Sorgues constitue une vaste plaine alluviale, parcourue par de multiples cours d'eau et canaux d'irrigation. On distingue notamment le réseau des Sorgues (*branche de Velleron et d'Entraigues*) et la Nesque. La plaine alluviale des Sorgues s'étend entre les Monts de Vaucluse à l'est et les collines qui s'étendent de Caumont à Bédarrides, à l'ouest ».

➤ **Caractéristiques géologiques et géométriques des réservoirs souterrains** : « On peut distinguer, au sein de la masse d'eau, des alluvions d'âge différent :

- Alluvions anciennes : il s'agit tout d'abord de galets, graviers et sables, en général assez bien roulés et émoussés et dont les éléments proviennent notamment du bassin de la Durance (*Würm*). Ils sont constitués de calcaires différents de ceux des monts de Vaucluse mais aussi de quartzites et de variolites, caractéristiques du haut bassin durancien. Au débouché des vallons du Calavon et de la Nesque, et d'une façon générale en bordure des reliefs orientaux, ces alluvions duranciennes, de teinte généralement sombre, sont recouvertes d'une formation alluviale différente, de couleur claire, composée d'éléments (*galets, graviers, sables*) uniquement calcaires (*Oligocène et surtout Crétacé*) souvent assez peu roulés, issus des Monts de Vaucluse. Les cailloutis calcaires des Monts de Vaucluse affleurent en surface, pratiquement sans couverture limoneuse, à l'est d'une ligne allant de Velleron à Monteux,
- **Alluvions récentes** : il s'agit de dépôts moins grossiers que les alluvions anciennes. Ces alluvions sont constituées par des marnes un peu graveleuses, des sables argileux, à lignite et tourbe, peu épais (*1 à 2 m*). **Au-dessus de ces formations se trouvent des dépôts limoneux récents** pouvant comporter à leur base des niveaux sableux. Ces dépôts limoneux sont pratiquement inexistant dans le secteur nord oriental correspondant à un ancien cône de déjection de la Nesque. **Vers Bédarrides, l'épaisseur des limons est importante (6 m)**. Au nord du Thor, l'épaisseur des limons est en général faible (*1 à 2,5 m*) mais les cailloutis paraissent bien colmatés sous le lit de la rivière. Mis à part les alluvions würmiennes affleurant en bordures sud et ouest, les alluvions récentes occupent la majeure partie de la plaine. L'étagement des terrasses alluviales, qui témoigne des déblaiements et remblaiements successifs au cours des phases glaciaires (*Riss et Würm*) et interglaciaires, est moins marqué que dans les plaines alluviales de l'Aigues et de l'Ouvèze. D'une manière générale, l'épaisseur des alluvions augmente du nord-ouest vers le sud-est : elle est d'environ 3 m vers Monteux et de 18 m vers Thouzon. Cette augmentation est liée à un approfondissement du substratum en direction de l'est. Le substratum est uniformément constitué par les grès argileux ou argiles sableuses du Miocène, à l'exception des secteurs des buttes de Thouzon (*calcaires du Crétacé inférieur*) et de Velleron (*calcaires oligocènes*) où le Miocène est réduit, voire absent.

➤ **Caractéristiques géométriques et hydrodynamiques des limites de la masse d'eau** : « **le système alluvial de la plaine des Sorgues renferme une nappe continue**, s'écoulant du sud-est vers le nord-ouest vers le seuil de Bédarrides. Cette **nappe est principalement libre** et localement semi-captive dans certains secteurs compte tenu du recouvrement argileux. Les limites hydrodynamiques sont les suivantes :

- Au nord, à l'ouest et au sud est : ligne d'affluence depuis les molasses miocènes du Comtat (*FRDG218*),

- Au nord-ouest : ligne de partage des eaux souterraines avec les alluvions de l'Ouvèze (FRDG353) ;
- Au sud : ligne de partage des eaux souterraines avec les alluvions de la Durance et du Coulon (FRDG359) ;
- A l'Est : limite considérée imperméable constituée par les formations marno-calcaires et gréseuses de Mallemort à Lagnes.

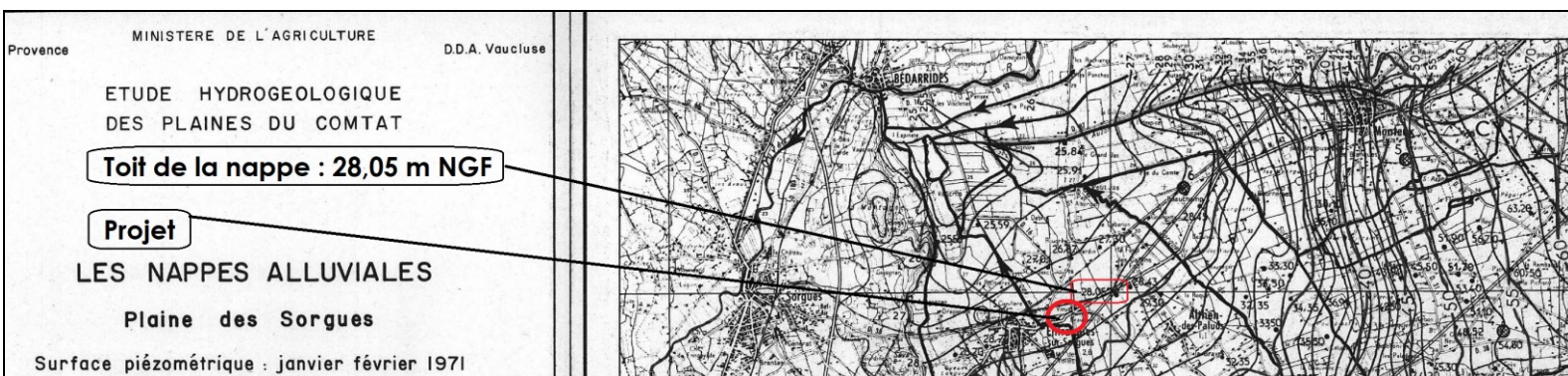
Recharges naturelles, aire d'alimentation et exutoires : Recharge naturelle : **recharge prépondérante par les canaux d'irrigation et cours d'eau (Sorgues et Nesque)**. Recharge pluviale sur les surfaces affleurantes.

Le substratum miocène ou crétacé sous-jacent joue un rôle non négligeable dans l'alimentation de la nappe alluviale.

Exutoires : la masse d'eau est drainée par l'Ouvèze vers le seuil de Bédarrides et rejoint la masse d'eau de la vallée du Rhône (FRDG324). Le réseau hydrographique dense, formé de bras enchevêtrés parfois aménagés en canaux, participe largement à la recharge de l'aquifère en période d'irrigation (*hautes eaux en été*). **La réalimentation de la nappe dépend donc largement des infiltrations issues du réseau d'eaux de surface (canaux d'irrigation et cours de la Sorgues et de la Nesque)**. Elle semble toutefois déconnectée du point de vue hydraulique sur une bonne partie de la masse d'eau. En effet, le recouvrement limoneux rend la nappe semi-captive dans certains secteurs et l'épaisseur des limons réduit les échanges nappe-rivière.

La nappe est également très sensible aux précipitations, chaque forte pluie provoquant presque instantanément une remontée de nappe. Par ailleurs, il semble que le substratum miocène ou crétacé sous-jacent joue un rôle non négligeable dans la réalimentation de la nappe alluviale.

➤ Piézométrie, gradient et direction d'écoulement : la nappe s'écoule globalement du sud-est vers le nord-ouest vers le seuil de Bédarrides. **Les niveaux piézométriques épousent grossièrement la topographie, et se situent à une profondeur de 1 à 2 m sous le sol**. Dans la partie aval, la nappe est vraisemblablement drainée par la Sorgue (*secteur d'Entraigues et de Bédarrides*). La nappe est principalement alimentée par l'irrigation (*hautes eaux en été*) et réagit presque instantanément aux précipitations (*remontée de nappe*) :



Surface piézométrique de la nappe alluviale (Source : BRGM, juillet 1973).

Sur l'emprise foncière du projet de la SCI BEAUCHAMP, en période estivale et lors des périodes de précipitations, **le toit de la nappe alluviale remonte approximativement à la côte 28,05 m NGF. Sachant que le point bas du projet se trouve approximativement à la côte 28,50 m NGF, la nappe alluviale remonte à 0,45 m de profondeur seulement/TN**



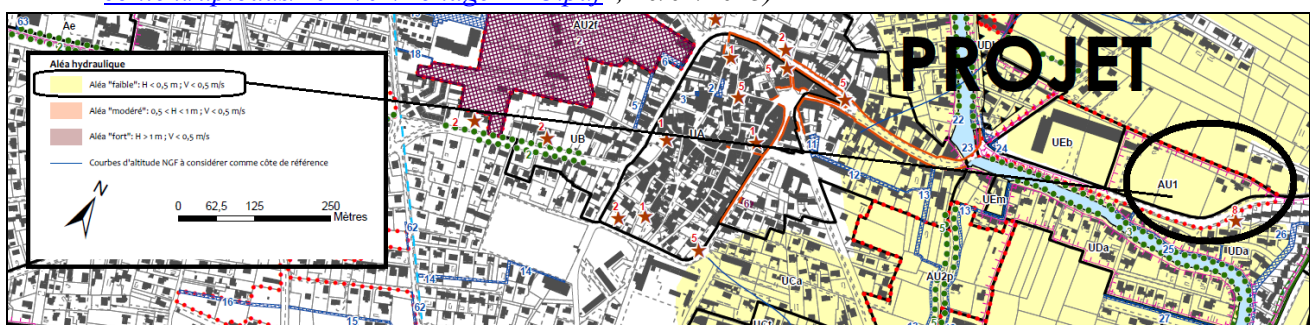
Surface piézométrique de la nappe alluviale (Source : BRGM, juillet 1973). Agrandissement de la carte piézométrique présentée ci-avant.

➤ **Paramètres hydrodynamiques et vitesses de transfert** : les paramètres hydrodynamiques sont les suivants (selon synthèse BRGM) : perméabilité comprise entre 10-2 et 10-4 m/s, coefficient d'emmagasinement entre 10 et 15%. Les perméabilités les plus élevées sont constatées dans les secteurs où l'épaisseur d'alluvions est la plus grande, et qui correspondent à un ancien cours de la Durance qui longeait les collines de Châteauneuf de Gadagne-Vedène, en direction du seuil de Bédarrides.

III-2. Hydrologie

➤ Observation des écoulements superficiels (permanents ou temporaires) sur la zone prévue pour l'épandage, et de la végétation caractéristique des milieux humides : **pas d'écoulement permanent, pas de trace de stagnation d'eau en surface sur la parcelle reconnue pas sondages. L'emprise foncière du projet est toutefois située en plaine alluviale, à quelques dizaines de mètres au Nord de la rivière « Sorgue d'Entraigues », et la limite Nord du projet est matérialisée par un canal d'irrigation, qui maintient une forte humidité des sols.**

➤ Risque d'inondabilité de la parcelle : **la propriété est cartographiée comme inondable, en zone d'aléa « faible »** (Source : <https://ville-entraigues84.fr/wp-content/uploads/2021/02/Zonage-PLU.pdf> , 10/02/2023) :



III-3. Pédologie

➤ **Mode de calcul de la perméabilité des sols** : selon la méthodologie décrite dans la circulaire du 22 mai 1997 relative à l'assainissement non collectif, annexe 3.

➤ **Moyens d'investigations des sols** : **PROVENCE GEO CONSEILS** utilise une tarière mécanique d'une puissance moteur de 8 CV pour réaliser les sondages de reconnaissance de sol (*en diamètre DN 150 mm*), et positionner ensuite les cellules de mesures (*marque : SDEC*), en fond des sondages. La puissance du moteur et les rallonges des tarières (*segments de 0,90 à 1,00 m*) permettent des investigations jusqu'à 5 à 6 m de profondeur, en fonction de la nature des sols : les « cuttings » remontés (*sondages « destructifs »*) sont analysés pour identifier les différents horizons de la partie du terrain reconnue par sondages :



Tarière mécanique 8 CV montée sur châssis. Exemple de sondage de reconnaissance « profond » en DN 150 mm.



Matériel de mesure de la perméabilité de **PROVENCE GEO CONSEILS**, de marque SDEC.

➤ Description des profils pédologiques et de leurs caractéristiques principales jusqu'à **1,20 mètre/TN** - Niveau et nature du substratum rocheux : les relevés de terrain sur le secteur et les 3 sondages ont révélé un **premier horizon meuble de remblais** (*sables, graviers et galets*) sur une épaisseur de l'ordre de 20 à 30 cm, qui recouvre un **second horizon de limons argileux à très faible fraction sableuse et rares cailloutis** :

PROVENCE GEO CONSEILS, bureau d'études indépendant EAU – ENVIRONNEMENT - ASSAINISSEMENT

SARL au capital social de 8.000 €. R.C.S. AIX. SIRET : 487 841 892 00028. N° TVA Intracommunautaire : FR67487841892. APE : 7112B.
Siège social : 2355, route d'Eguilles, Résidence Pey Blanc, n°25, 13090 AIX EN PROVENCE. Tel : 06 77 77 12 27.



K1



K2



K3

Remarque : la profondeur d'investigation s'est arrêtée à la profondeur de 1,20 m/TN, car la compacité des sols augmente à cette profondeur : la tarière mécanique s'est « coincée » à cette profondeur, et il n'a pas été possible de descendre les investigations plus en profondeur.

➔ Commentaires/observations : d'après la carte géologique du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (feuille Avignon, au 1/50.000^{ème}), la parcelle se situe sur la formation quaternaire des « **alluvions de la basse plaine** » (Würm à Holocène), notée Fy+lz :



➤ Structure, texture, hydromorphie de chaque horizon : les limons argileux induisent une porosité inter granulaire **très peu favorable à l'infiltration des eaux.**

Terrains secs jusqu'à 0,60 mètre, puis terrains humides.

➤ Prise en compte des risques d'instabilité du terrain : pas de risque identifié à l'échelle de la parcelle, sur la zone destinée à l'infiltration.

III-4. Perméabilité du sol (k)

➤ Détermination de la perméabilité du sol, selon la méthode de Porchet : **6 mesures** ont été réalisées. Valeurs calculées du coefficient de perméabilité (*exprimé en mm/h*) :

Mesures réalisées (2 mesures/sondage) :	Profondeur de la mesure (cm/TN)	Valeur du coefficient de perméabilité (mm/h)
K ₁₁	120	3
K ₁₂	120	3
K ₂₁	100	3
K ₂₂	100	3
K ₃₁	95	5
K ₃₂	95	5

La valeur moyenne des mesures est de **3 mm/h** (*sols très peu perméables – selon la classification de la norme AFNOR NF DTU 64.1 d'août 2013*).

Expressions du coefficient de perméabilité mesuré :

- Valeur moyenne des 6 mesures : **3 mm/h,**
- Soit une infiltration, en fond de fouille de la future zone d'infiltration des eaux pluviales, estimée à : **3 litres/m²/h.**

Compte tenu du fort risque cartographié de remontée de nappe en période estivale et lors des périodes de précipitations, avec un toit de nappe alluviale cartographié à 0,45 m de profondeur/TN, et compte tenu de la très faible perméabilité des sols, **les caractéristiques des sols sont très défavorables à l'évacuation des eaux pluviales par infiltration dans les sols.**

➤ Localisation cartographique des *sondages et des tests réalisés* : voir page ci-après.



Source : fond cartographique fourni par le Maître d'Ouvrage, 10 février 2023.

PROVENCE GÉO CONSEILS, bureau d'études indépendant EAU – ENVIRONNEMENT - ASSAINISSEMENT

SARL au capital social de 8.000 €. R.C.S. AIX. SIRET : 487 841 892 00028. N° TVA Intracommunautaire : FR67487841892. APE : 7112B.
Siège social : 2355, route d'Eguilles, Résidence Pey Blanc, n°25, 13090 AIX EN PROVENCE. Tel : 06 77 77 12 27.



Sondages K₂ & K₃ (cliché PGC, 09/02/2023).

Le présent rapport d'étude est fourni en 1 exemplaire (version électronique) au Maître d'Ouvrage.



ANNEXE 21 : Zone humide



LEGENDE :

- Délimitation de la zone humide**
- Zone humide détériorée**

MAITRISE D'OEUVRE
Agence Rhône BET CERRETTI
 82 Rue d'Espagne
 84 100 - ORANGE
 04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

601 Route de Carpentras
84 320 ENTRAIGES-SUR-LA-SORGUE

Émetteur	Date
MM	Mars 2023

Projet de réalisation d'un aménagement urbain

Phase	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
PC	A3	A	1/1000 e	22444

Plan de la zone humide
Entraigues-sur-la-Sorgue

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente