



INGÉNIERIE DE L'AMÉNAGEMENT
ET DE L'ENVIRONNEMENT

Réf. : OE85.21.0802A
Dossier suivi par : E. FLAMEN

MAITRE D'OUVRAGE

MAIRIE
20 Rue de l'Eglise
85 220 L'AIGUILLON SUR VIE

www.be-oce.fr

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

PROJET D'EXTENSION DU CIMETIERE COMMUNAL

RUE DES FIEFS
L'AIGUILLON SUR VIE (85)

Edition : 19/05/2021

OCE
23 Place Galilée - 85300 CHALLANS
Tel. +33 (0)2 51 35 63 79 • contact@be-oce.fr

SARL au capital de 50 000 € - SIRET : 409 001 153 00041
OCE est un bureau d'études du groupe Novam Ingénierie



SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	3
I - INTRODUCTION	4
II - SITUATION DU PROJET ET CONTEXTE FUNERAIRE LOCAL.....	5
2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CADASTRALE, CONTEXTE D'URBANISME ET OCCUPATION DES SOLS.....	5
2.2 CONTEXTE HUMAIN ET AMBIANCE FUNERAIRE	10
III - CRITERES TOPOGRAPHIQUES ET HYDROGRAPHIQUES.....	12
3.1 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE	12
3.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	13
IV - CONTEXTES GEOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE DU SECTEUR.....	16
4.1 DESCRIPTION DU CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	16
4.2 NATURE DES SOLS SUR La PARCELLE DU PROJET.....	16
V - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE, PIEZOMETRIQUE ET USAGES DES EAUX SOUTERRAINES.....	25
5.1 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE GENERAL.....	25
5.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL ET USAGE DE L'EAU.....	25
VI - INCIDENCES EN TERMES D'HYGIENE PUBLIQUE ET D'ENVIRONNEMENT.....	29
6.1 DECOMPOSITION DES CORPS DANS LE SOL.....	29
6.2 PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU.....	30
VII - EVALUATION DE L'APTITUDE DU SITE.....	32
VIII - SYNTHESE ET CONCLUSIONS.....	33

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figures

Figure 1 - Localisation du cimetière existant et de son projet d'extension	5
Figure 2 - Extrait cadastral - section AK.....	6
Figure 3 - Contexte d'urbanisme sur le secteur concerné	7
Figure 4 - Occupation des sols aux abords du projet	8
Figure 5 - Vue aérienne du site - localisation des clichés photos.....	8
Figure 6 - Evolution et structure de la population sur la commune de L'Aiguillon sur Vie	11
Figure 7 - Levé topographique du site	12
Figure 8 - Atlas des Zones Inondables Jaunay et Vie (carte d'inondabilité Jaunay 3/4).....	13
Figure 9 - Extrait de la carte géologique sur le secteur de L'Aiguillon sur Vie	16
Figure 10 - Localisation des sondages de sol	17
Figure 11 - Enquête de voisinage - Prospection des ouvrages aux alentours du site.....	25
Figure 12 - Recensement des points d'eau et usages.....	27

Tableaux

Tableau 1 - Evolution du nombre d'inhumations et concessions délivrées sur le cimetière de L'Aiguillon sur Vie	10
Tableau 2 - Enquête de voisinage - Usages des points d'eau	26

I - INTRODUCTION

La commune de L'Aiguillon sur Vie souhaite étendre l'emprise de son cimetière, implanté à l'Ouest du centre bourg, le long de la rue des Fiefs. Le terrain projeté pour l'extension se situe dans le prolongement Nord-Est de l'existant pour une surface totale de 1 800 m² (propriété communale).

Afin d'apprécier l'aptitude de ces terrains à recevoir des inhumations et afin de s'assurer de la protection de la ressource en eau, la commune nous a missionné pour la réalisation d'une étude hydrogéologique. Le dossier qui suit s'appuie sur l'avant-projet de circulaire relative aux critères topographiques, géologiques, hydrogéologiques et d'hygiène publique à prendre en compte pour assurer la protection de l'hygiène publique en matière de cimetière.

II - SITUATION DU PROJET ET CONTEXTE FUNERAIRE LOCAL

2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CADASTRALE, CONTEXTE D'URBANISME ET OCCUPATION DES SOLS

2.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet d'extension est prévu dans la continuité Nord-Est du cimetière existant, avec accès via le parking actuel du cimetière (rue des Fiefs).

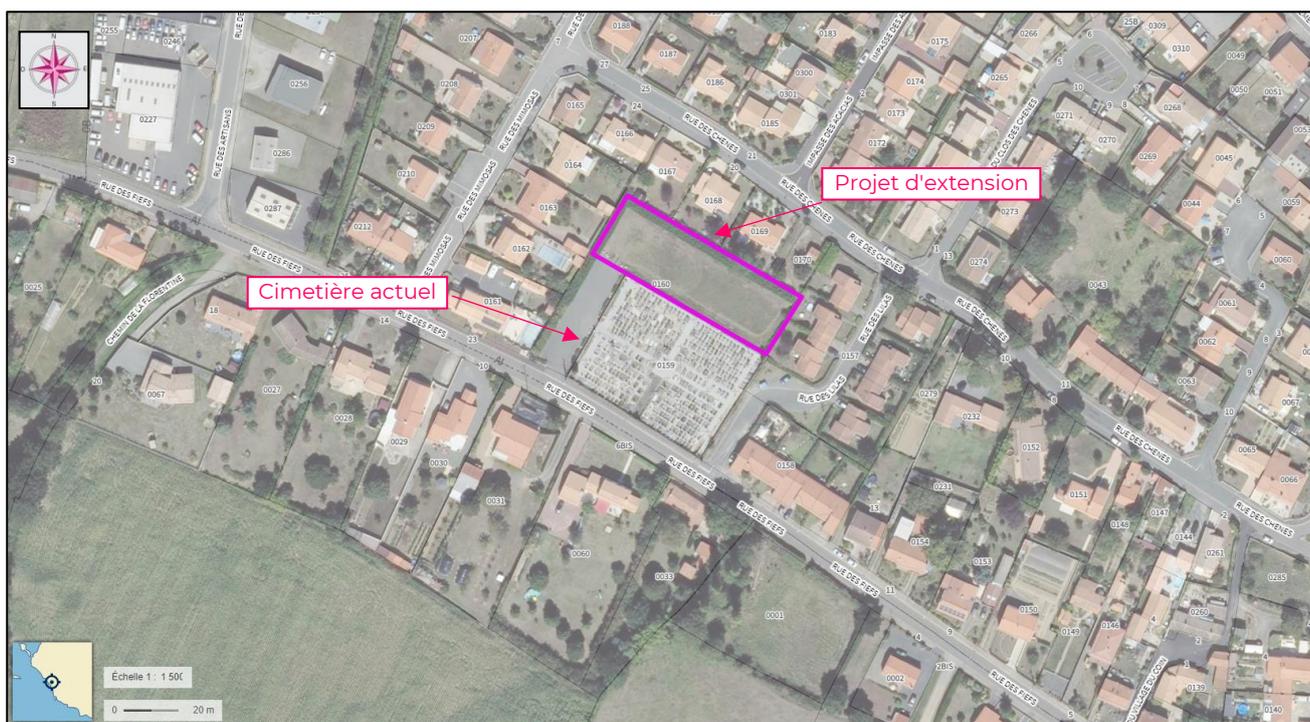
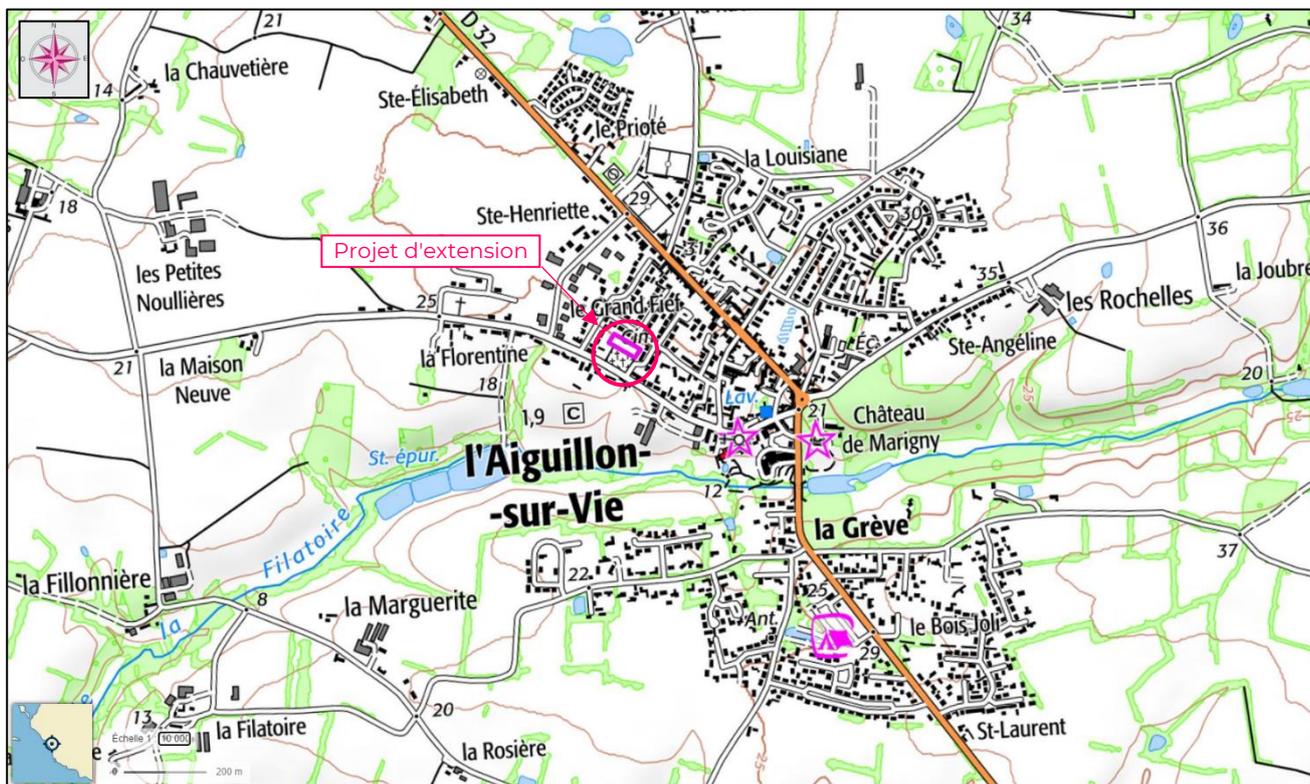


Figure 1 - Localisation du cimetière existant et de son projet d'extension (source : geoportail.gouv.fr, site consulté en avril 2021)

2.1.2. SITUATION CADASTRALE ET URBANISME

✓ Extrait cadastral

La parcelle prospectée pour l'étude est cadastrée au numéro n°160p de la section AK. Le périmètre d'intervention s'étend sur une emprise d'environ 1800 m².

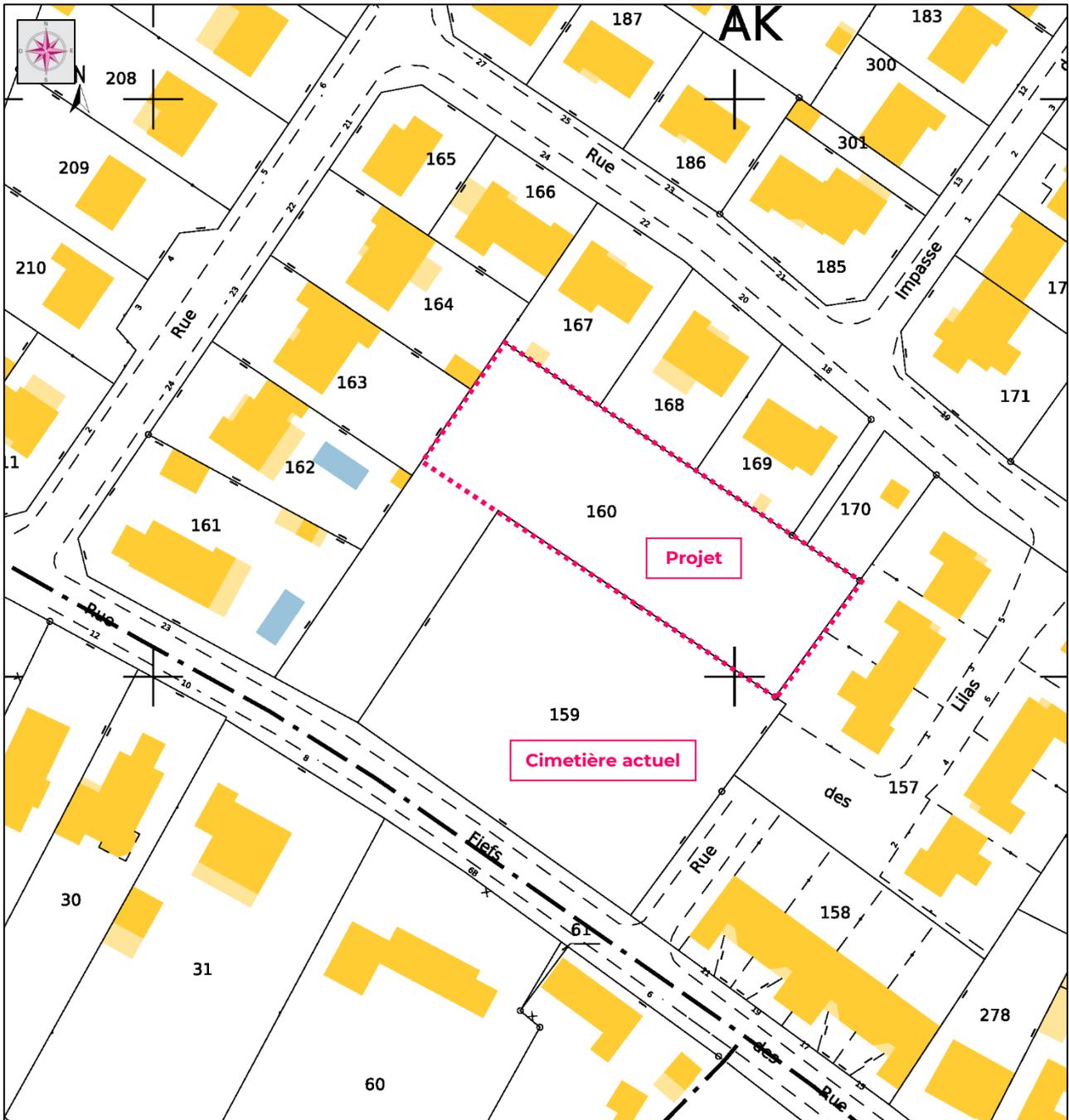
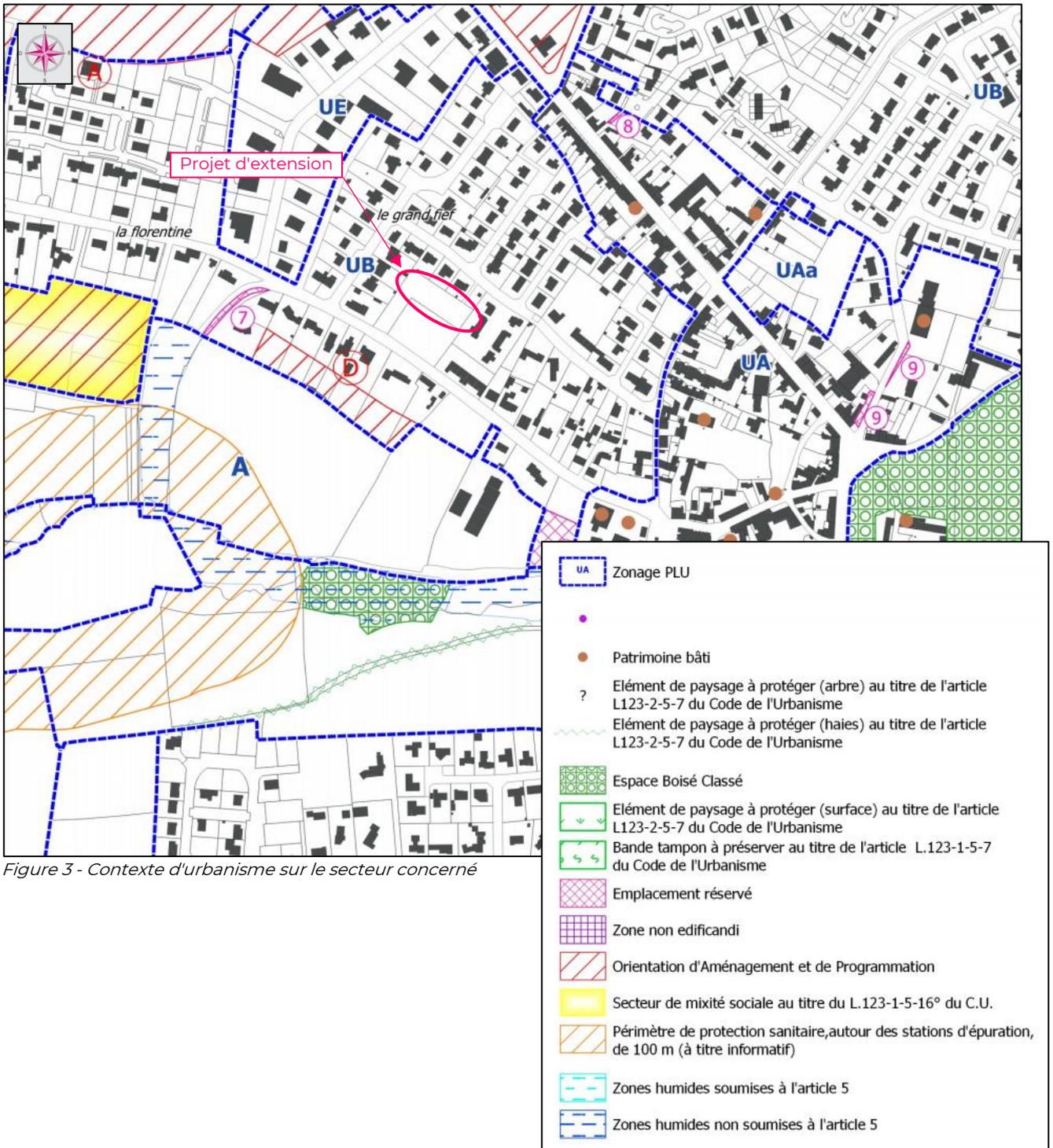


Figure 2 - Extrait cadastral - section AK
(source : www.cadastre.gouv.fr ; site consulté en avril 2021)

✓ Document d'urbanisme

La révision du PLU a été approuvée le 25 février 2014 par le conseil municipal. Sa modification date du 24 septembre 2019. Le projet est situé sur le zonage UB définissant une zone à vocation principale d'habitat. Elle est destinée à recevoir des habitations collectives ou individuelles, mais elle peut également accueillir des services et des activités commerciales. Elle correspond au secteur d'extension récent du bourg. La forme urbaine prédominante est le modèle pavillonnaire en retrait de l'alignement et des limites séparatives.



2.1.3. OCCUPATION DES SOLS

✓ Aux abords du site



Figure 4 - Occupation des sols aux abords du projet
(source : www.geoportail.gouv.fr - site consulté en avril 2021)

✓ Sur le site d'extension

En date du passage sur le terrain (29 avril 2021), la parcelle est en prairie. Un cheminement piéton est présent sur les côtés Est et Sud (revêtement terre/pierres).



Figure 5 - Vue aérienne du site - localisation des clichés photos
(source : www.geoportail.gouv.fr ; site consulté en avril 2021)



Photo 1 (29 avril 2021)



Photo 2 (29 avril 2021)



Photo 3 (29 avril 2021)



Photo 4 (29 avril 2021)

2.2 CONTEXTE HUMAIN ET AMBIANCE FUNERAIRE

2.2.1. RECUEIL DES DONNEES INSEE ET CONTEXTE LOCAL

En 2017, la commune de L'Aiguillon sur Vie comptait 1 965 habitants (**Figure 6**). En considérant l'évolution du taux moyen annuel de la population communale, les statistiques démographiques estiment le nombre d'habitants actuels à plus de 2000 personnes. La commune est donc considérée comme "commune urbaine" au sens de l'article R2223-1 du Code Général des Collectivités Territoriales. La création d'un cimetière dans son agglomération à moins de 35 m des habitations serait alors soumise à autorisation préalable du préfet.

La population sur la commune a augmenté d'environ 1,5% par an depuis le dernier recensement de 2012 (1821 habitants). Le taux de mortalité sur cette dernière période est de 14,0 %.

La répartition de la population par tranches d'âge a légèrement évolué depuis le dernier recensement :

- La première tranche d'âge (0-29 ans) représente 28,7% de la population ;
- La deuxième tranche d'âge (30-59 ans), représente 38,0% de la population ;
- La troisième tranche d'âge (60 ans et plus) représente 33,3% de la population.

2.2.2. EVOLUTION DU NOMBRE D'INHUMATIONS ET PRATIQUES FUNERAIRES

✓ Evolution du nombre d'inhumations

Le cimetière actuel se situe à l'Ouest du centre bourg. Il s'étend sur une emprise totale d'environ 2 540 m². Sur les 10 dernières années (2011/2020), le nombre d'inhumation moyen annuel est de 7. Ce nombre s'échelonne entre 2 en 2015 et 12 en 2013.

Tableau 1 - Présentation des besoins en terme de concessions délivrées sur le cimetière de L'Aiguillon sur Vie (source : Mairie - avril 2021)

Années	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Concessions inhumations	8	3	12	11	2	3	9	3	6	8
Concessions cavurnes	2	0	2	0	4	1	0	1	3	2
Concessions colombarium	2	3	1	1	0	0	1	0	2	1

✓ Pratiques funéraires

Les enfouissements des défunts sont réalisés essentiellement en caveaux 2 places. Les sépultures en pleine terre restent rares.

Population de 1968 à 2017

Période	Population		Densité de population (hab/km²)	
	L'Aiguillon-sur-Vie	Pays de la Loire	L'Aiguillon-sur-Vie	Pays de la Loire
1968	975	2 582 866	42,0	80,5
1975	899	2 767 163	38,7	86,3
1982	956	2 930 398	41,2	91,3
1990	993	3 059 112	42,8	95,4
1999	1 109	3 222 061	47,8	100,4
2007	1 580	3 482 594	68,0	108,6
2012	1 821	3 632 614	78,4	113,2
2017	1 965	3 757 600	84,6	117,1

Source : Insee, séries historiques du RP, exploitations principales

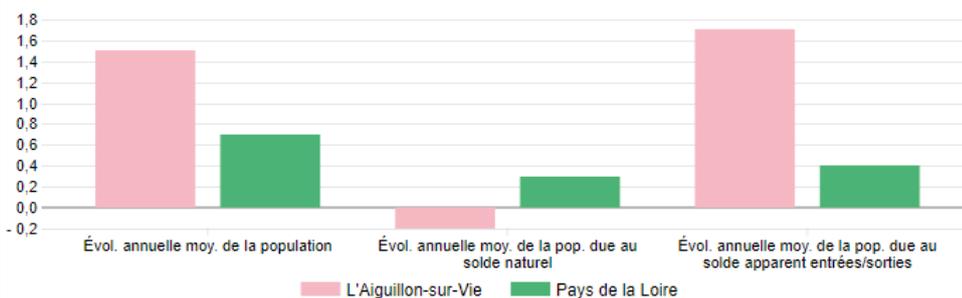
Population par grandes tranches d'âge

	Nombre		%	
	L'Aiguillon-sur-Vie	Pays de la Loire	L'Aiguillon-sur-Vie	Pays de la Loire
0 à 14 ans	350	709 667	17,8	18,9
15 à 29 ans	214	638 632	10,9	17,0
30 à 44 ans	389	697 728	19,8	18,6
45 à 59 ans	358	729 417	18,2	19,4
60 à 74 ans	404	617 439	20,6	16,4
75 ans ou plus	250	364 716	12,7	9,7
Total	1 965	3 757 600	100,0	100,0

2007 2012 **2017**

Source : Insee, Recensement de la population (RP), exploitation principale - 2017

Taux de natalité et taux de mortalité
 annuel moyen pour 1000 habitants



1968-1975 1975-1982 1982-1990 1990-1999 1999-2007 2007-2012 **2012-2017** >>

Source : Insee, RP1968 à 1999 dénombremments, RP2006 à RP2017 exploitations principales - Etat civil - 2012-2017

Figure 6 - Evolution et structure de la population sur la commune de L'Aiguillon sur Vie (source : www.insee.fr - consultation en avril 2021)

III - CRITERES TOPOGRAPHIQUES ET HYDROGRAPHIQUES

3.1 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

A ce jour il n'existe pas de levé topographique du site. Quelques points de niveau ont été relevés par notre bureau en avril 2021 (**Figure 7**). Le nivellement est indépendant, il n'est pas rattaché au système IGN69. Au vu des informations tirées de la carte IGN au 1/25000 et de nos relevés, la parcelle du projet présente une inclinaison orientée vers le Sud/Sud-Ouest. Elle se situe en amont topographique du cimetière actuel.

Nota : Les points de niveau relevés par OCE (m_{OCE}) sont raccordés à une cote approximative (estimation à partir du site Géoportail) - Ce levé ne vaut pas un levé de géomètres.

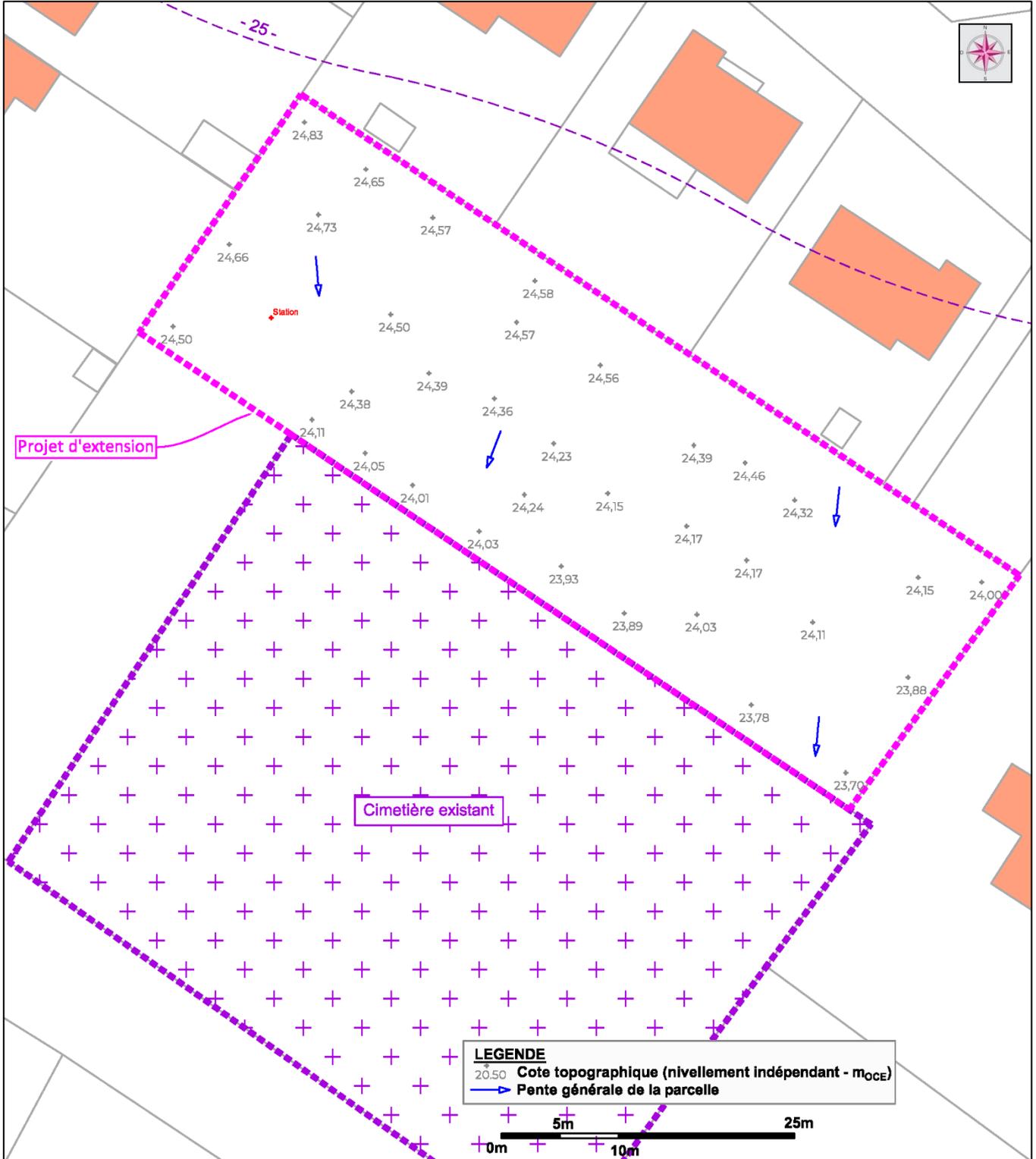


Figure 7 - Levé topographique du site

3.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

✓ Contexte hydrographique général

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Vendée établit par la Préfecture recense les risques majeurs par commune (dernière édition 2019). La commune de l'Aiguillon sur Vie est concernée par le risque inondation. Elle est concernée par la carte d'aléa inondation de l'AZI "Jaunay et Vie" - carte d'inondabilité Jaunay 3/4, mais le projet est situé hors aléa. La parcelle du projet n'est pas concernée par un risque d'inondation terrestre.

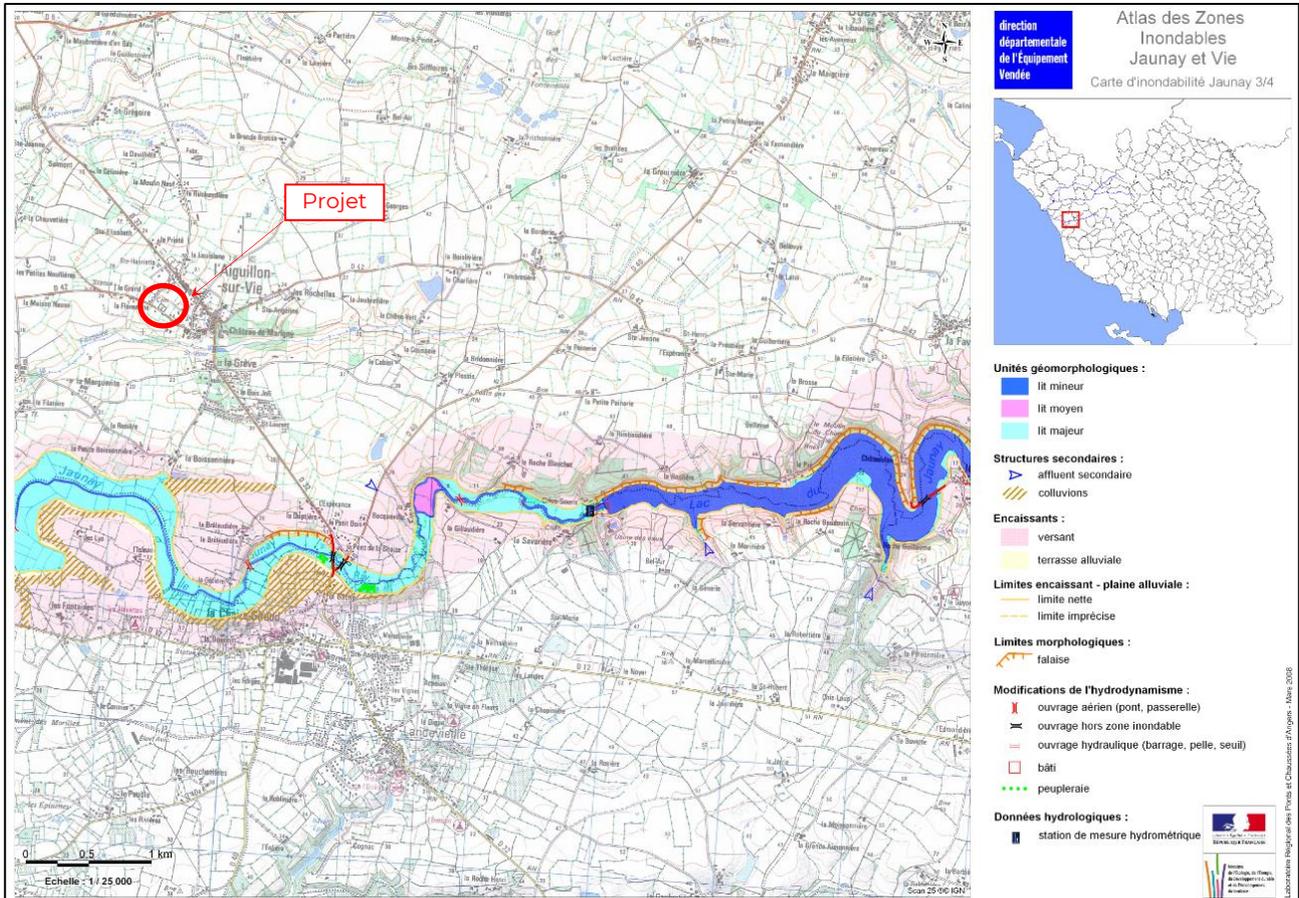


Figure 8 - Atlas des Zones Inondables Jaunay et Vie (carte d'inondabilité Jaunay 3/4)

✓ Contexte hydrographique local

→ Cimetière actuel

Le cimetière actuel ne dispose pas d'un réseau de collecte enterré des eaux pluviales. Deux bordures type CCI se situent le long de l'allée principale, vers l'ancien portail d'accès au cimetière (côté Sud). Les eaux de ruissellement rejoignent ensuite le réseau pluvial de la rue des Fiefs (**cf. Photos 6 et 7**).

→ Parcelle concernée par l'extension

Les eaux de pluie s'écoulent de façon diffuse sur l'ensemble de la parcelle. Une partie des écoulements est susceptible de percoler via le muret ancien ceinturant le côté Nord du cimetière existant. Une autre partie des écoulements rejoint l'angle Sud-Est de la parcelle, transite par un fond de jardin puis rejoint le réseau pluvial de la rue des Lilas. Une autre partie des écoulements rejoint le réseau pluvial du parking du cimetière actuel puis le réseau pluvial de la rue des Fiefs (**cf. Photos ci-après**).

La parcelle draine un bassin versant amont correspondant au fond des lots des parcelles d'habitations situées au Nord (les eaux de toiture des maisons sont raccordées au réseau collectif de la rue des Chênes).

→ Enquête de terrain (avril 2021)

Lors de notre passage sur site, le propriétaire de la parcelle AK 168 nous a précisé que lors de l'hiver 2019/2020, son fond de jardin ainsi que celui des 2 parcelles voisines étaient en eau. Les eaux de ruissellement s'écoulent jusqu'au point bas des terrains et sont en partie retenues par les soubassements béton de la clôture. Une partie des eaux de surface stagne également en pied de la haie de thuyas (baisse en pied de talus - hauteur

d'eau estimée 40cm). En ce début d'année 2021, le propriétaire a fait réaliser des travaux de terrassement côté jardin (partie Sud de sa parcelle, au Nord immédiat du projet de cimetière). Au vu des apports en eaux constatés lors du creusement, les aménagements ont nécessité la mise en place de drains de façon permanente pour assainir le sol. Les eaux drainées sont récupérées dans un puisard puis évacuées dans la partie basse de sa parcelle via une pompe de relevage. En date de notre passage sur site, le fond de l'ouvrage était en eau.



Photo 6 - Bordures type CC1 dans le cimetière actuel



Photo 7 - Ouvertures dans le muret du cimetière actuel - Vue coté cimetière



Photo 8 - Réseau pluvial existant sur le parking du cimetière

IV - CONTEXTES GEOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE DU SECTEUR

4.1 DESCRIPTION DU CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après l'analyse de la carte géologique de Saint Gilles Croix de Vie au 1/50 000, le projet se situe sur les Prasinites du Fenouiller et de l'Aiguillon.

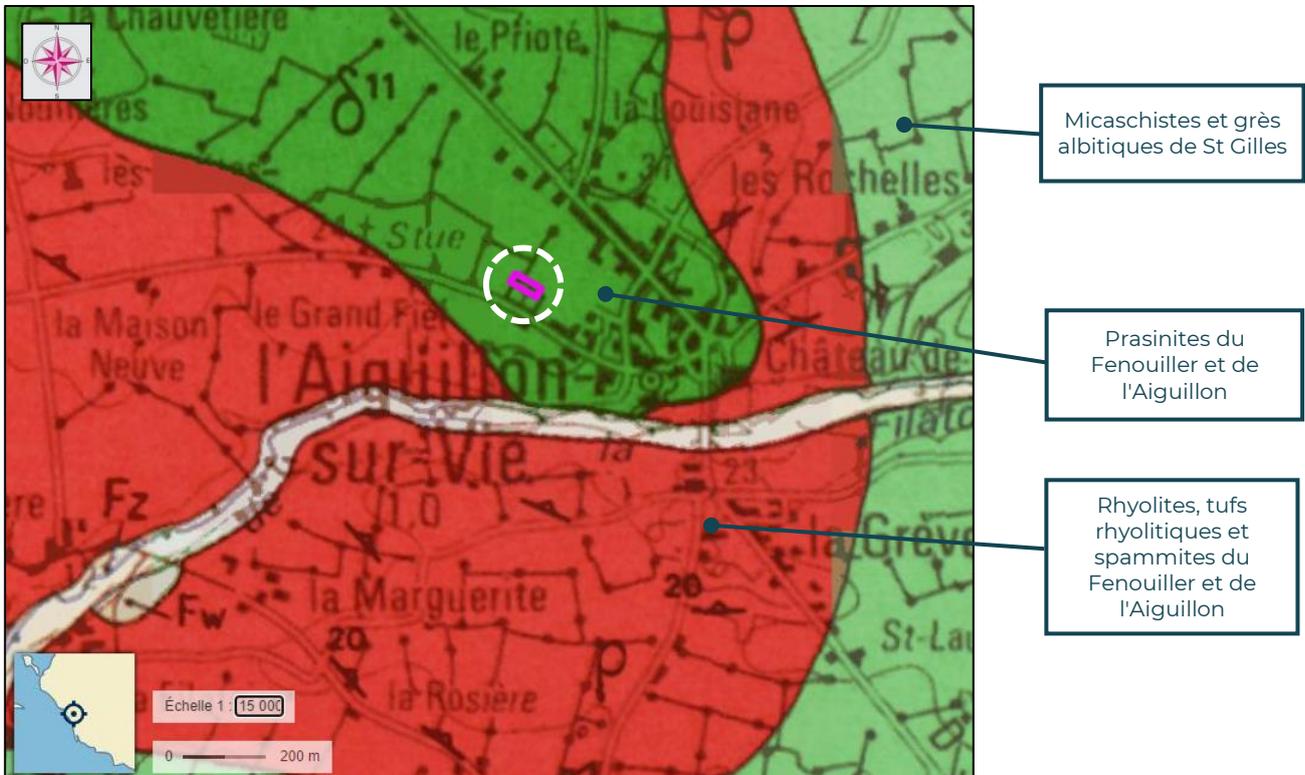


Figure 9 - Extrait de la carte géologique sur le secteur de L'Aiguillon sur Vie

4.2 NATURE DES SOLS SUR LA PARCELLE DU PROJET

Sept sondages au tractopelle ont été réalisés sur les parcelles du projet le 29 avril 2021. Leur localisation est présentée sur la **Figure 10** et la description des profils **pages suivantes**. L'intervention s'est déroulée par une journée ensoleillée, après une période de 15 jours sans précipitations et un cumul pluviométrique inférieur à 50 mm sur les mois de mars/avril (données station Aizenay - www.infoclimat.fr).



Photo 9 - Schiste avec débit en plaquettes (sondage 3)

Le sol est constitué d'une formation schisteuse avec débit en plaquettes, devenant plus compacte en profondeur.

Le creusement au droit des sondages s'est déroulé en utilisant les outils techniques suivants :

- 0/100cm : Godet à lame
- 100/110-150 : Godet à dents
- >110-150 : Alternance dent de déroctage/godet à dents

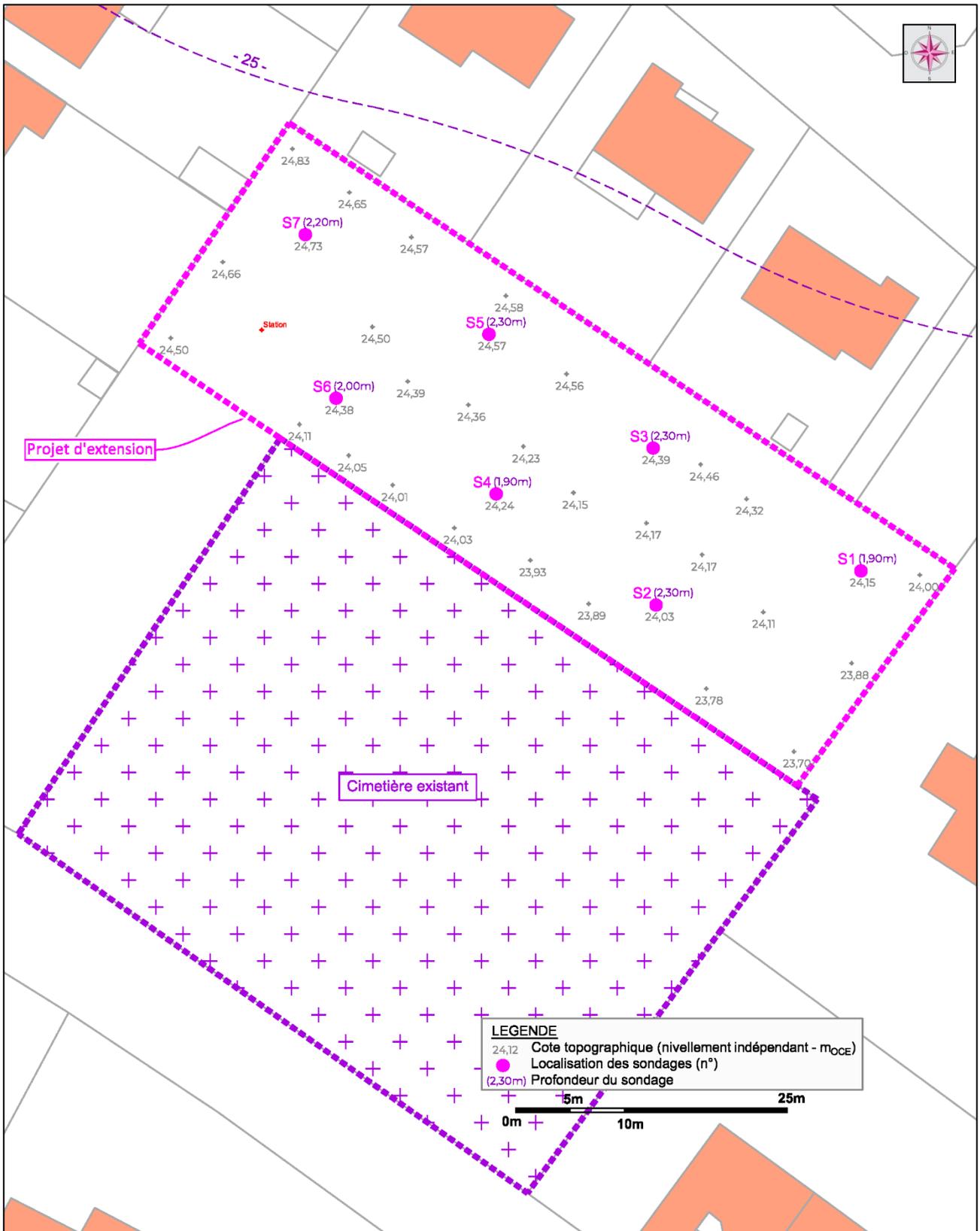
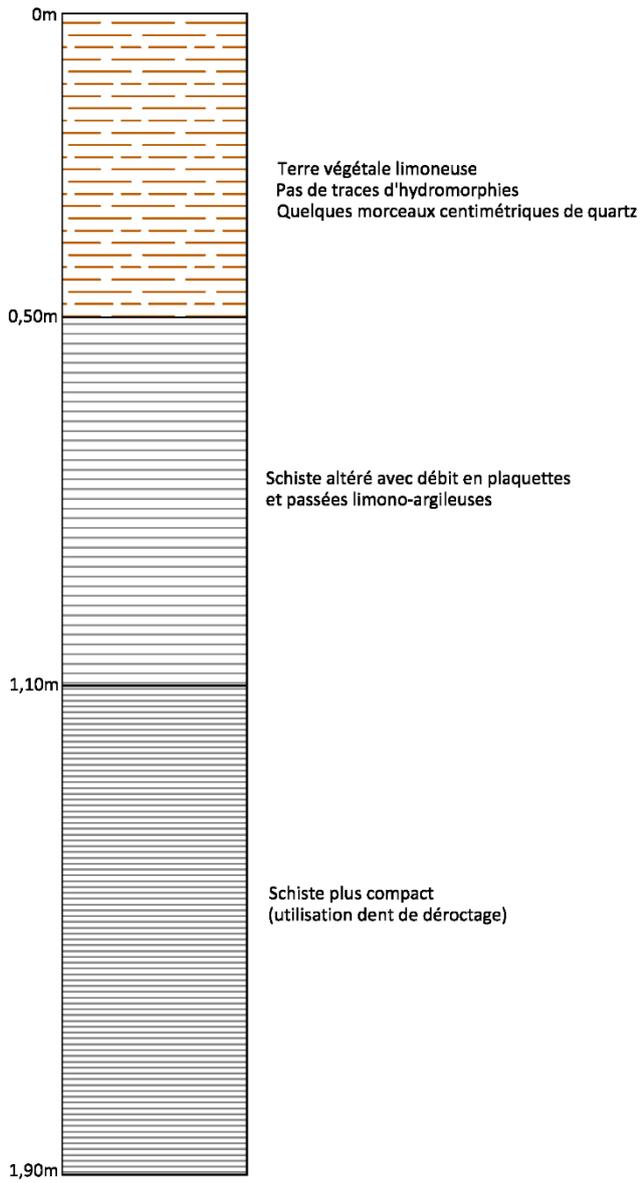


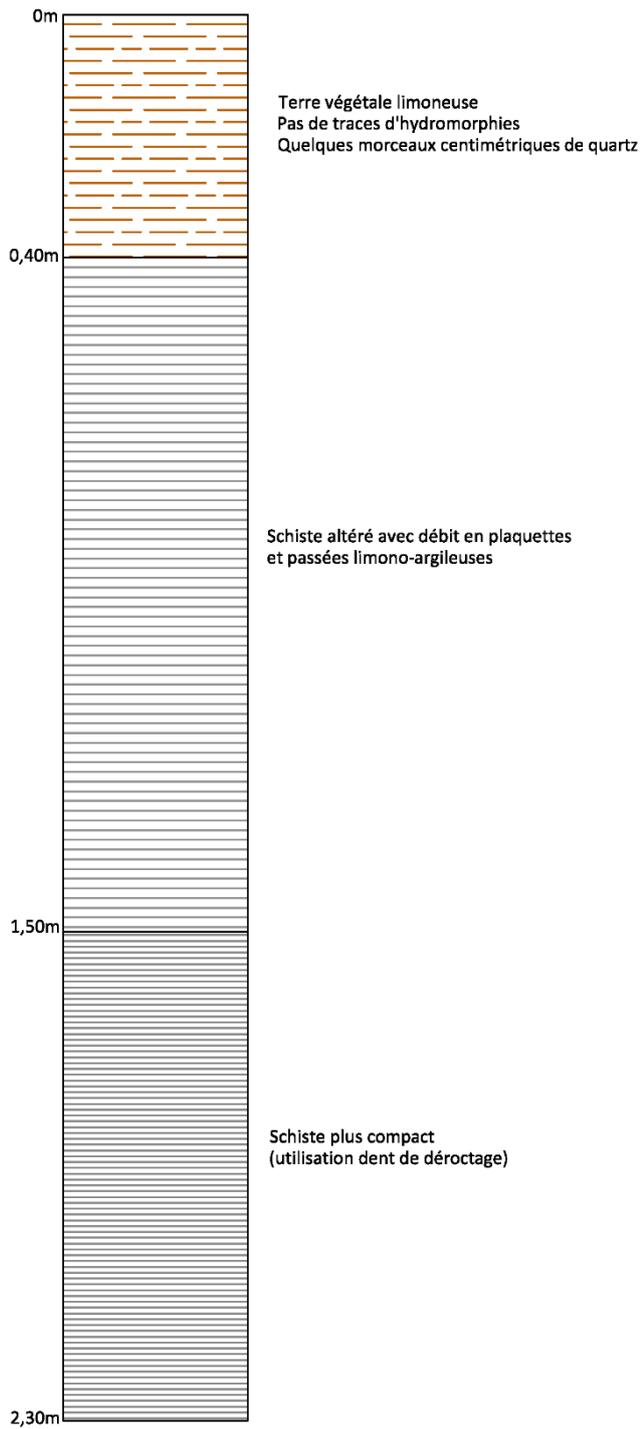
Figure 10 - Localisation des sondages de sol

Sondage S1



> Creusement plus difficile à partir d'1,10m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)

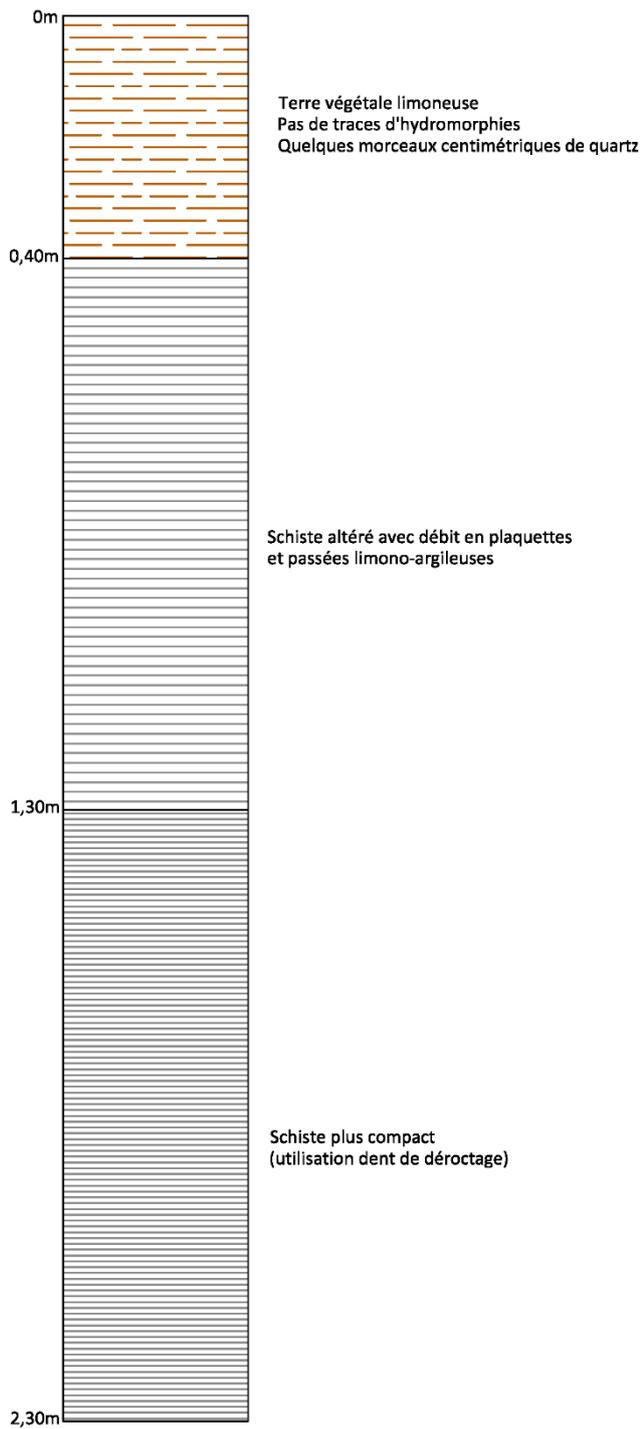
Sondage S2



> Creusement plus difficile à partir d'1,50m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)



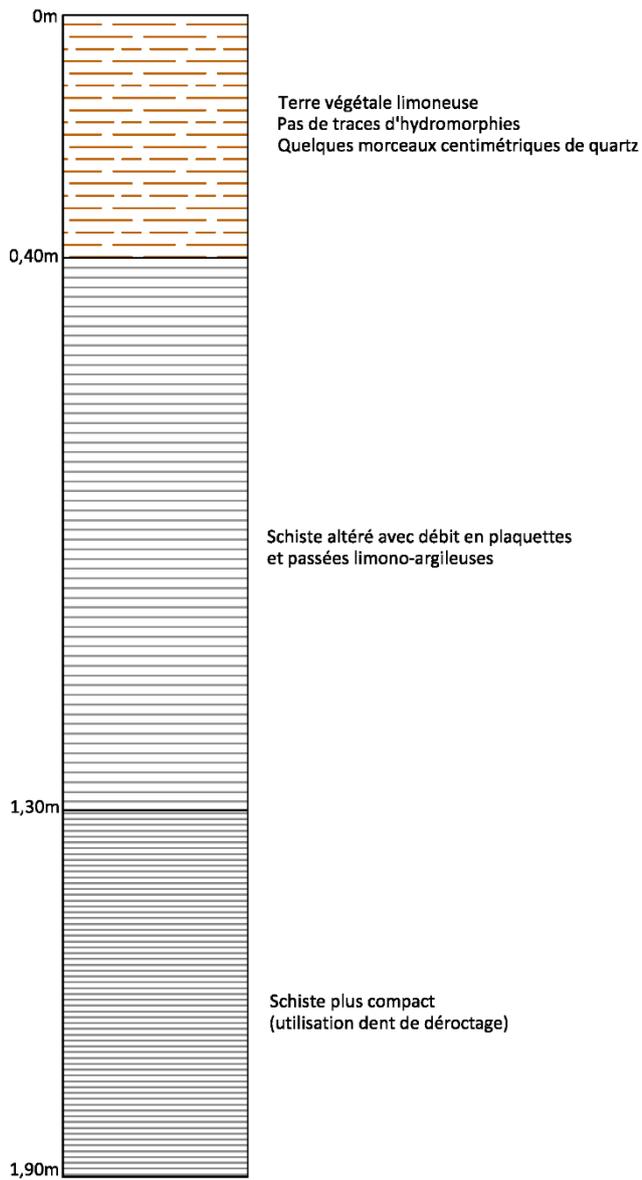
Sondage S3



> Creusement plus difficile à partir d'1,30m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)

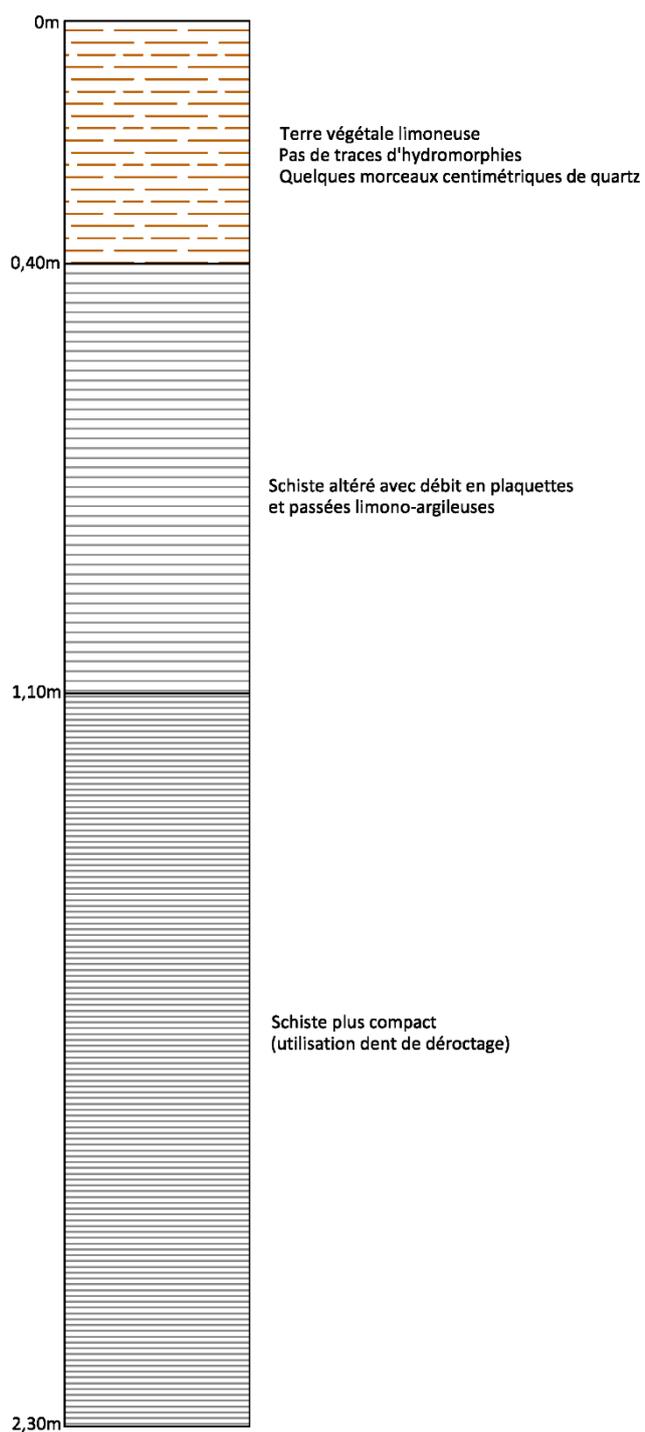


Sondage S4



> Creusement plus difficile à partir d'1,30m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)

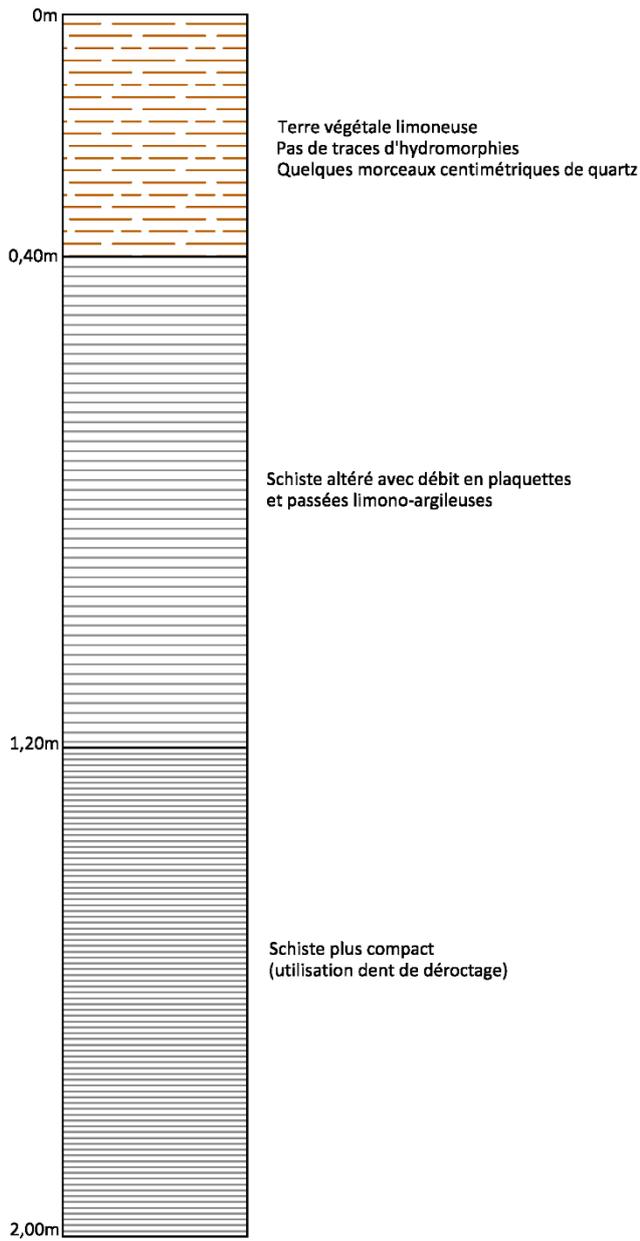
Sondage S5



> Creusement plus difficile à partir d'1,10m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)

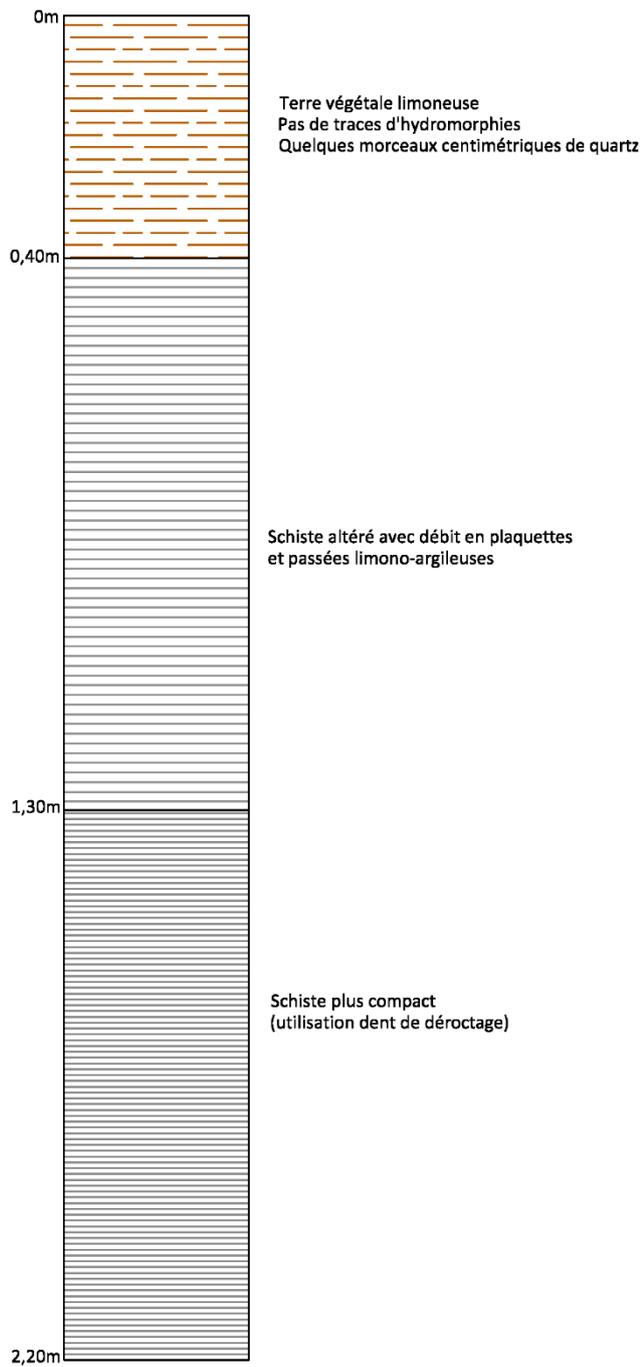


Sondage S6



> Creusement plus difficile à partir d'1,20m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)

Sondage S7



> Creusement plus difficile à partir d'1,30m
> Aucune arrivée d'eau lors du creusement ni
lors du rebouchement (5h après creusement)

V - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE, PIEZOMETRIQUE ET USAGES DES EAUX SOUTERRAINES

5.1 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE GENERAL

Les roches métamorphiques sont des formations géologiques qui ne sont pas considérées comme des roches aquifères à proprement parler (contexte différent des nappes qui se développent dans les calcaires de la plaine du Sud Vendée par exemple). Les nappes qui y sont ponctuellement contenues sont discontinues et dans l'ensemble faiblement productives.

A l'état sain, les schistes sont des roches peu perméables à imperméables. Une partie des pluies efficaces est susceptible de pénétrer dans la partie superficielle altérée, puis reste bloquée au-dessus de la roche saine. Les eaux accumulées susceptibles de se retrouver dans ces formations sont discontinues et se développent à la faveur de la fissuration de la roche profonde et du degré d'altération en surface. La ressource en eau souterraine y est généralement faible et limitée (alimentation de quelques puits domestiques). Ces nappes perchées ne sont pas utilisées pour la production d'eau potable.

5.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL ET USAGE DE L'EAU

5.2.1. RECENSEMENT DES CAPTAGES D'EAU SOUTERRAINE AUTOUR DU SITE

✓ Mode opératoire

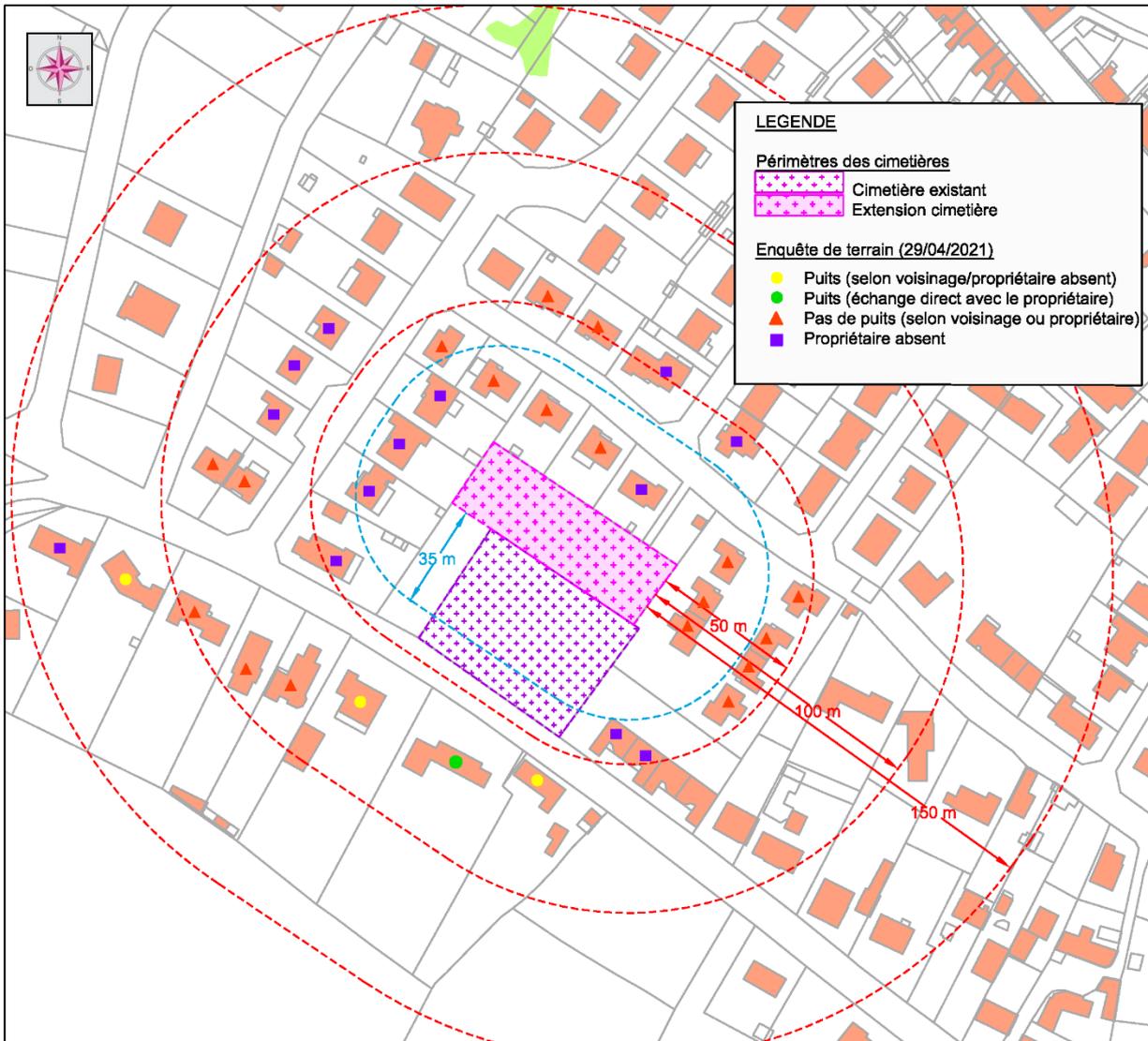


Figure 11 - Enquête de voisinage - Prospection des ouvrages aux alentours du site

Dans le cadre de cette étude, la banque de données Infoterre sur laquelle sont reportés tous les ouvrages déclarés auprès du BRGM a été consultée. Cependant, au vu des informations du site, aucun puits ne semble identifié à moins de 100 m du projet. L'inventaire des puits à proximité de la zone d'étude s'est donc appuyé sur des investigations de terrain au moyen d'enquêtes auprès des riverains, et à vue pour les puits pouvant être observés depuis les voies publiques (**Figure 11**). L'enquête a été réalisée le 29 avril 2021.

✓ Recensement des puits et des usages

Les points d'eau ont été recensés aux abords du site. Aucun des ouvrages ne semble utilisé pour l'Alimentation en Eau d'une habitation. La localisation des puits est présentée **Figure 12** et leurs usages dans le tableau ci-dessous. Le puits le plus proche du projet se situe à 86 m (et à 43 m du cimetière actuel). Les puits recensés se situent tous en aval hydraulique du projet. L'enquête de terrain a été réalisée en période dite de basses eaux.

Tableau 2 - Enquête de voisinage - Usages des points d'eau

N° de l'ouvrage	Localisation	Usages	Distance au projet	Distance cimetière actuel	Observations
P1	Milieu de jardin	Arrosage arbres fruitiers et lavages des extérieurs	100 m	55 m	Niveau d'eau actuel à -4,00 m par rapport au terrain naturel (-1,50m au cours de l'hiver 2020/2021). Equipé d'une pompe automatique. Le puits tari souvent en été. Au vu des résultats des analyses d'eau du puits P4 (voisins directs), ne consomment pas l'eau du puits.
P2	Fond de jardin	Pas d'information	144 m	120 m	Pas d'information - <i>Propriétaire absent en date de passage et appels téléphoniques sans suites.</i>
P3	Haut de parcelle	Aucun	86 m	43 m	Puits ancien, en pierres et recouvert de végétation - Non utilisé
P4	Milieu de jardin	Arrosage	95 m	50 m	Des analyses d'eau réalisées par les propriétaires ont révélées une teneur trop élevée en Escherichia Coli. La qualité d'eau ne permet pas un usage alimentaire.
Puisard	Fond de jardin	Drainage	3 m	28 m	Le puisard est en eau depuis sa mise en place en début d'année.

Nota : Document confidentiel ne pouvant être utilisé que pour les besoins de cette étude

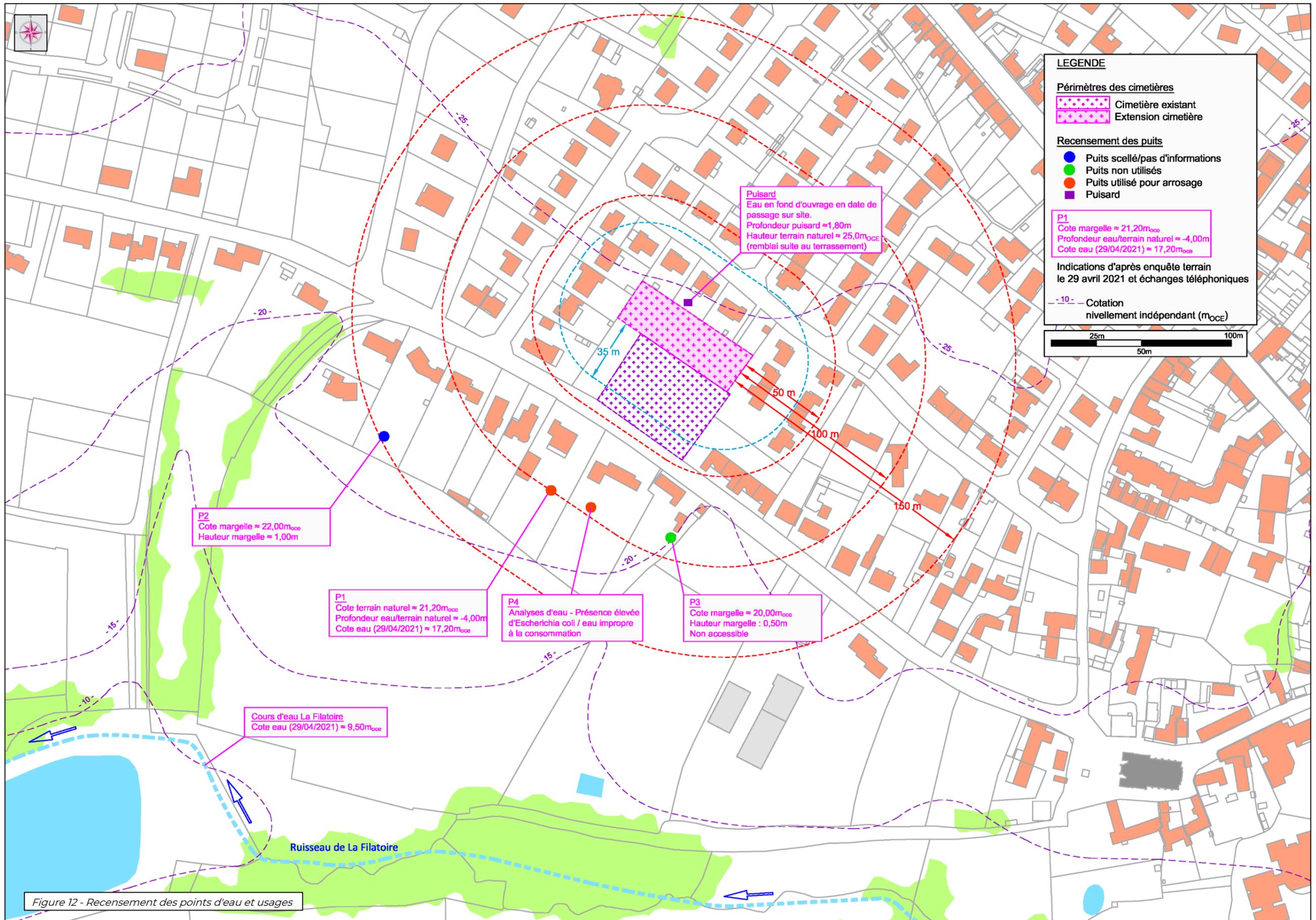


Figure 12 - Recensement des points d'eau et usages

5.2.2. PIEZOMETRIE

✓ Comportement au niveau du cimetière actuel (éléments issus d'échanges avec l'un des marbriers)

Le projet de nouveau cimetière se situe à des cotes topographiques plus hautes que le cimetière actuel. Les inhumations se font majoritairement en caveau (très rares inhumations pleines terres du fait de la proximité avec les concessions voisines). La mise en place des caveaux se fait apparemment sans problématique de creusement¹ (quelques veines rocheuses à quelques endroits, mais creusement possible), ni de présence d'eau, même en période hivernale.

Aucun phénomène de poussée hydrostatique avec déplacement des caveaux n'a été observés au niveau du cimetière existant. Aucune problématique particulière n'a été constatée.

✓ Présentation des mesures effectuées

Notre intervention s'est déroulée le jeudi 29 avril 2021, après une période de 15 jours sans précipitations et un cumul pluviométrique faible < 50 mm sur les 2 derniers mois (Mars/Avril - données station Aizenay - www.infoclimat.fr). Des enquêtes ont été effectuées dans les puits et points d'eau recensés autour du projet (**Figure 12**). Les observations ont été réalisées en période de basses eaux.

✓ Interprétation des sondages et de la piézométrie

Les sondages ont été réalisés à l'aide d'une pelle mécanique équipée de différents outils (godet à lame, godet à dents et dent de déroctage). Au départ des investigations, le creusement est facile. Il devient plus difficile en profondeur (mais pas impossible). Les parois restent stables sur l'ensemble des sondages.

Lors de la réalisation des sondages, aucune arrivée d'eau n'a été observée, ni avant leur rebouchage (soit plus de 5 heures après).

L'eau souterraine se déplace dans l'aquifère par gravité, des zones les plus hautes vers les points les plus bas. L'altitude du cours d'eau présent au Sud (ruisseau de la Filatoire) a été rattaché au même repère de nivellement que la parcelle du projet. Le fil d'eau du ruisseau se situe approximativement à la cote 9,50m_{OCE}, soit près de 15m plus bas que la parcelle projetée. Ce ruisseau constitue l'exutoire d'une partie des eaux souterraines du secteur.

Une partie des pluies efficaces pénètre dans la frange altérée superficielle avant d'être bloquée au-dessus de la roche plus saine. Le socle massif peut avoir subi localement une importante fracturation qui est susceptible de générer une circulation d'eau souterraine (et alimenter les ouvrages de faible profondeur comme le puisard équipé de drains sur la parcelle voisine du projet).

Les débits exploitables sont donc fonctions des horizons traversés, de la densité de fracturation et de la profondeur. Les nappes de socle sont donc souvent compartimentées et discontinues. C'est ce qui est observé au niveau du puisard (en eau lors de notre passage/fond à environ 1,80m) situé à environ 8m du sondage S5 (creusement jusqu'à 2,30m sans venues d'eau)

Quatre puits ont été identifiés en aval hydraulique du site (cf. **Figure 12**). Ces puits sont plus proches du cimetière actuel que du futur projet. Au vu des éléments recueillis, aucun des puits ne semble utilisé pour l'eau potable.

¹ Utilisation d'une pelle mécanique modèle BOKI spéciale cimetière

VI - INCIDENCES EN TERMES D'HYGIENE PUBLIQUE ET D'ENVIRONNEMENT

6.1 DECOMPOSITION DES CORPS DANS LE SOL

6.1.1. MECANISME DE DEGRADATION DE LA MATIERE ORGANIQUE

Les mécanismes de décomposition des corps font appel à des processus physico-chimiques, biologiques et microbiologiques.

Les vitesses de dégradation ainsi que la nature des processus mis en œuvre vont être fonction de :

- l'état de santé du défunt avant sa mort ;
- les conditions micro-climatiques susceptibles de s'établir dans et autour du corps (présence ou non d'oxygène, d'eau, composition de la phase gazeuse, température, pH...) ;
- le mode d'inhumation (fosse ou caveau), la nature du cercueil (bois tendre ou bois peu putrescible), et la composition des différentes phases du sol (dans le cas d'un enfouissement en pleine terre).

La matière organique complexe va être dégradée en plusieurs étapes successives de minéralisation pour arriver, in fine, à des éléments moléculaires relativement simples tels que CO₂, H₂S, NH₃, CH₄...

6.1.2. INFLUENCE DU MODE D'INHUMATION SUR LA DECOMPOSITION DES CORPS

✓ Inhumation pleine terre

Même si les inhumations pleine terre se font de plus en plus rares, ce mode d'inhumation reste au choix de la famille du défunt. Sur la commune de L'Aiguillon sur Vie, au vu de la configuration du cimetière actuel (concessions très proches les unes des autres, nombre d'allées réduites et peu larges, accès aux concessions limités), ce type d'inhumation est très peu pratiqué.

✓ Caveaux

La majorité des inhumations sur L'Aiguillon sur Vie se fait donc dans des caveaux. La nature et la composition des sols représentent donc dans ce cas peu d'influence sur la vitesse de dégradation des corps. Ce type d'inhumation demande généralement plus de temps pour permettre une dégradation complète des corps qu'une inhumation en pleine terre.

6.1.3. FLORE NECROPHAGE

La flore nécrophage est variée et abondante. Elle est constituée d'insectes, de bactéries mais aussi de champignons et de vers.

✓ Insectes

Les insectes intervenant dans les processus de dégradation des corps sont innombrables (plus de 3500 espèces selon Mégnin (1894)²). Ils colonisent le cadavre au fur et à mesure de sa décomposition. Les insectes nécrophages font essentiellement partie de l'ordre des Diptères (Sarcophagidae, Syrphidae, Muscidae...), des Coléoptères (Dermestidae, Cleridae, Silphidae...), et des Lépidoptères (Tineidae, Oecophoridae...). Ils ont besoin d'air pour pouvoir se développer.

✓ Bactéries

La flore microbienne intervient à de nombreuses étapes de la minéralisation de la matière organique, lors des processus de fermentation et de putréfaction. Toute la flore entérique est susceptible de se retrouver sur le corps en décomposition. Les genres les plus caractéristiques des transformations de la matière organique sont Pseudomonas, Proteus et Clostridium³.

Le genre Pseudomonas présente une diversité nutritionnelle importante. C'est un bon éboueur de la matière organique. Aucune espèce de ce genre n'est pathogène. Il ne peut se développer qu'en présence d'oxygène (aérobie stricte). Le genre Proteus peut se développer en présence ou en absence d'oxygène (aérobie-anaérobie facultative). C'est également un bon épurateur de la matière organique. Quelques espèces sont pathogènes (Proteus vulgaris, Proteus mirabilis...). Le genre Clostridium peut se développer

² Source : OTTMANN F. (1987). - Créer ou aménager un cimetière ; Géologie Technique Hygiène. Editions du Moniteur, 161p.

³ Source : CASTANIER S. (1999). - Cours de microbiologie. MST GE Université d'Angers.

uniquement en absence d'oxygène (anaérobie stricte). Dans ce genre, certaines espèces sont pathogènes (*Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* ...). Ces genres ne sont toutefois pas spécifiques des cimetières et peuvent se retrouver dans d'autres contextes.

6.1.4. PRODUITS ISSUS DE LA DECOMPOSITION DES CORPS ET DEVENIR

Les produits finaux issus de la dégradation de la matière organique sont des molécules simples telles que CO₂, H₂S, NH₃, CH₄ mais également NO₂, NO₃, PO₄³⁻... Entre ces deux états, un certain nombre de produits intermédiaires vont se retrouver dans les lixiviats éventuels des fosses ou caveaux tels que les diamines aliphatiques (putrescine et cadavérine), les acides gras volatils, ...

Les molécules volatiles vont diffuser lentement à travers la porosité du sol et/ou des parois du caveau pour rejoindre, à terme, l'atmosphère. Les molécules solubles vont être entraînées par les eaux de percolations et peuvent migrer dans les sols jusqu'à la nappe. Ces diffusions vont être fonctions de l'étanchéité du caveau et de la texture et nature des sols.

6.2 PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU

6.2.1. PROFONDEUR D'ENFOUISSEMENT DES CORPS

✓ Inhumations en pleine terre

Pour les inhumations en pleine terre, il est indispensable de disposer d'une épaisseur de recouvrement suffisante des cercueils afin d'empêcher l'action des animaux fouisseurs, et limiter les remontées de vers et de gaz à la surface. Dans le contexte étudié, une couche de 1 m de sol semble suffisante pour s'affranchir de ces problèmes.

Les profondeurs de fouilles théoriques nécessaires sont de :

- 1,4 m pour l'inhumation d'un corps en pleine terre ;
- 1,8 m pour l'inhumation de deux corps superposés ;
- 2,2 m pour l'inhumation de trois corps superposés.

Aucune venue d'eau n'a été constatée in situ lors de la réalisation des sondages (intervention hors période pluvieuse). Cependant, compte tenu de la complexité du système aquifère lié à la fracturation intrinsèque du sous-sol, des circulations d'eau sont probables lors de périodes fortement pluvieuses.

Il est déconseillé de réaliser ici des inhumations en pleine terre superposées. Au vu des pratiques funéraires suivies sur la commune de L'Aiguillon sur Vie, cette mesure ne devrait pas constituer une réelle contrainte. La liberté des familles reste toutefois très large dans le choix du mode d'inhumation. Au besoin toutefois, le maire peut invoquer un problème de salubrité publique et faire jouer son rôle de police en application du L2212-2 du Code général des Collectivités Territoriales.

✓ Inhumations en caveaux

Selon un des marbriers intervenant fréquemment sur le cimetière, la profondeur minimale nécessaire pour la mise en place des caveaux est la suivante :

- Caveau simple : +/- 0,60m ;
- Caveau double : +/- 1,20m ;
- Caveau triple : +/- 1,80m.

La fermeture des sépultures par des plaques de ciment, théoriquement bien scellées et parfois recouvertes d'une pierre tombale, remplace l'épaisseur de sol et assurent ainsi l'impossibilité d'échanges entre les corps en décomposition et l'extérieur.

6.2.2. EVALUATION DE L'INCIDENCE POTENTIELLE DU PROJET SUR LES EAUX

✓ Aptitude des sols à l'interception des polluants éventuels et à la dégradation

Les corps placés dans les caveaux sont isolés des sols et de la nappe (aux imperfections de maçonnerie près). Les microorganismes ainsi que les produits de décompositions restent donc en théorie enfermés et ne peuvent migrer. Les cercueils placés en pleine terre sont, quant à eux, en lien avec les sols et donc dépendant de la nature des sols et des conditions d'écoulement de la nappe.

Si les produits de décomposition des corps atteignent la nappe, ils vont alors se déplacer dans le sens d'écoulement de la nappe, mais à une vitesse plus faible que la nappe elle-même et jamais à contre-courant. En absence d'éléments nutritifs, les bactéries vont mourir. **La longueur maximale de parcours des contaminants biologiques de la nappe varie dans la plupart des cas de 15 à 30 m. Pour les virus, la distance pourrait atteindre 60 m⁴.**

La vitesse d'élimination de ces polluants va être fonction également de la texture et de la nature des sols. Lorsque la nature des sols témoigne d'une faible perméabilité des horizons d'altérations rencontrés. Ceci est le gage d'une circulation lente des percolations et des écoulements souterrains en surface ce qui est favorable à l'interception des pollutions éventuelles. Cependant, si la fractuosité de la roche est plus élevée, les circulations seront plus rapides et les migrants potentiels vont s'écouler plus facilement dans le milieu souterrain.

✓ Adéquation du projet de cimetière vis à vis des puits existants

Le projet de cimetière se situe en amont topographique du cimetière actuel. Les puits identifiés en aval du site sont déjà concernés par la sensibilité du cimetière existant. Pour rappel, les eaux du puits P4 ont fait l'objet d'analyses et ont révélées une présence élevée de bactéries rendant les eaux impropres à la consommation.

La distance d'éloignement minimale de 35m communément adoptée et qui permet de garantir la salubrité des eaux souterraines captées ne semble pas suffisante sur ce contexte. L'éloignement actuel des points d'eau en aval du cimetière existant ne garantit pas une épuration complète des produits de décomposition des corps émanant du cimetière. A ce titre, un arrêté municipal interdisant la création de nouveaux puits peut être pris dans un périmètre de 100m en aval du cimetière actuel.

Dans le cadre de projets d'éventuelles reventes parcellaires, l'utilisation des eaux de ces puits à des fins alimentaires devra être interdite (un arrêté municipal pourra être pris en ce sens). Si les propriétaires souhaitent les combler, il conviendra de le faire par apport de matériaux inertes afin d'éviter tout risque de pollution avec les eaux du sol.

La réalisation d'analyses d'eau dans les puits en aval du cimetière permettrait de disposer d'un état zéro de la qualité de la nappe, donnée pouvant être éventuellement utilisée en cas de recours d'un tiers. Le choix des molécules et bactéries à analyser devra faire l'objet d'une étude spécifique, en concertation avec le laboratoire départemental et l'ARS. Les analyses pourraient porter sur les paramètres physico-chimiques et bactériologiques "classiques" tels que DCO, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Streptocoques fécaux, coliformes totaux et Coliformes Thermotolérants. L'analyse des bactéries caractéristiques de la dégradation des Matières Organiques (Pseudomonas, Proteus, Clostridium) et des molécules en lien avec la dégradation des corps (putrescine, cadavérine) permettrait de plus cibler sur la pollution.

L'emplacement du nouveau cimetière ne semble pas constituer un risque supplémentaire pour la salubrité publique et les usages actuels des eaux souterraines captées dans les ouvrages en aval.

✓ Légalité des puits existants - rappel réglementaire

Depuis le 1^{er} janvier 2009, tout particulier utilisant ou souhaitant réaliser un ouvrage de prélèvement d'eau souterraine à des fins d'usage domestique doit déclarer cet ouvrage ou son projet en mairie (article R.2224-22 du code général des collectivités territoriales). Le texte précise que les ouvrages existants doivent être déclarés dans l'année suivant la mise en place de ce texte.

⁴ Source : OTTMANN F. (1987), - Créer ou aménager un cimetière ; Géologie Technique Hygiène. Editions du Moniteur, 161p.

VII - EVALUATION DE L'APTITUDE DU SITE

Pour la mise en place du cimetière, il sera nécessaire de tenir compte des éléments suivants :

- Tout remblai éventuel devra se faire avec des matériaux inertes et perméables ;
- Si la haie de thuyas est conservée, prévoir un recul de 4m entre la haie au Nord et les premières tombes pour ne pas impacter le système racinaire de la haie ;
- Prendre un arrêté municipal interdisant la création de nouveaux puits dans un périmètre de 100m en aval du cimetière actuel ;
- Possibilité de réaliser des analyses d'eaux (analyse de la potabilité) sur les points d'eau permettant de faire un état zéro de la qualité actuelle (ce qui permettrait de couvrir la mairie en cas de forte dégradation de la qualité avancée par les usagers) ;
- D'anticiper la gestion des eaux de ruissellement du nouveau cimetière par le recueil des eaux de surface. Une bonne gestion des eaux de ruissellement permettra également de limiter tout risque d'engorgement ;
- La mise en place de caveaux hors sol à ouverture frontale peut également être combinée aux caveaux enterrés classiques ;
- Seules les inhumations pleine terre simples seront autorisées ;
- D'anticiper les apports amont superficiels par la mise en place d'un fossé de drainage en bordure Nord-Est de la parcelle, permettant ainsi d'assainir le site. Il conviendra de vérifier la faisabilité technique de raccorder l'exutoire de cet émissaire dans le réseau communal existant.

VIII - SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

Le tableau suivant fait la synthèse par critères des points favorables et défavorables en vue de l'extension du cimetière.

CRITERES	APTITUDE GLOBALE	
Urbanistique	+	⇒ Facilité d'accès et mutualisation des équipements avec le cimetière actuel attenant (fonctionnalités et économie d'espace) ⇒ Secteur en adéquation avec le zonage du PLU
	-	
Topographique	+	⇒ Pas de remaniements substantiels nécessaires pour la pose des tombes ⇒ En amont topographique du cimetière existant
	-	⇒ Bassin versant amont drainé
Géologique	+	⇒ Bonne aptitude au creusement dès la surface ainsi que dans l'horizon altéré ⇒ Stabilité des fouilles
	-	⇒ Creusement plus difficile en profondeur (mais pas impossible - vraisemblablement pas de différence avec les sols du cimetière existant)
Hydrogéologique et hygiène publique	+	⇒ Matrice à dominante limono-argileuse ⇒ Inhumations pleine terre peu fréquentes ⇒ Vraisemblablement pas de puits privés utilisés pour l'Alimentation en Eau Potable ⇒ Hors de tout périmètre de protection destiné à l'Alimentation en Eau Potable
	-	⇒ Trois puits sont présents dans un rayon de 50m de la limite parcellaire du cimetière actuel, avec présence avérée de bactéries dans un des puits ⇒ Complexité du système aquifère en présence lié à la fracturation du sous-sol

⇒ Le respect des préconisations évoquées dans la dernière partie de ce dossier devrait permettre d'aboutir à un aménagement compatible avec la protection de la santé publique et de l'environnement. En tenant compte de ces éléments, le site projeté pour l'extension du cimetière de L'Aiguillon sur Vie paraît adapté pour cet usage.