

# ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

Evaluation de la perméabilité des terrains par essai de pompage  
et estimations du débit d'exhaure

Site ARKEMA  
La BARTHE-DE-NESTE et LANNEMEZAN (65)



**CLIENT**

<b>NOM</b>	DALKIA -region Sud-Ouest
<b>ADRESSE</b>	TSA 55507, 59784 LILLE SEDEX 9
<b>INTERLOCUTEUR</b>	M. CHASSAIN Nathael (Chef de projet réalisation - DALKIA)

**ECR ENVIRONNEMENT**

<b>CHARGE D'AFFAIRES</b>	Sébastien TRITZ
--------------------------	-----------------

<b>DATE</b>	<b>INDICE</b>	<b>OBSERVATION / MODIFICATION</b>	<b>REDACTEUR</b>	<b>VERIFICATEUR</b>
31/08/2022	1	Création du document	S. TRITZ	M. VANDEKERCKHOVE



## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJET DE LA MISSION.....	1
1.2. DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE.....	1
<b>2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET .....</b>	<b>2</b>
2.1. LOCALISATION.....	2
2.2. PROJET .....	3
<b>3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL .....</b>	<b>4</b>
3.1. GEOLOGIE .....	4
3.1.1. <i>Contexte général</i> .....	4
3.1.2. <i>Contexte local</i> .....	5
3.2. HYDROGEOLOGIE.....	5
3.2.1. <i>Contexte général</i> .....	5
3.2.2. <i>Contexte local</i> .....	7
<b>4. METHODOLOGIE DE L'ETUDE .....</b>	<b>9</b>
4.1. OUVRAGES REALISES POUR L'ETUDE .....	9
4.2. MATERIEL UTILISE ET CONDITIONS DE REALISATION.....	9
<b>5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS – POMPAGES D'ESSAI .....</b>	<b>10</b>
5.1. ETAT INITIAL AVANT POMPAGE.....	10
5.2. POMPAGE D'ESSAI EN CONTINU AU DROIT DU PUIIS .....	10
<b>6. INTERPRETATION DE L'ESSAI DE POMPAGE .....</b>	<b>12</b>
6.1. CALCUL DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DE L'AQUIFERE .....	12
6.2. ESTIMATION DU DEBIT D'EXHAURE EN PHASE TRAVAUX.....	12
6.2.1. <i>Hypothèses de calculs</i> .....	13
6.2.2. <i>Méthode de Schneebeli</i> .....	14
6.2.3. <i>Méthode de Dupuit</i> .....	14
6.3. CONCLUSION .....	15
<b>7. PRELEVEMENTS ET ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE.....</b>	<b>16</b>
<b>8. CONCLUSION .....</b>	<b>17</b>
8.1. OBLIGATION REGLEMENTAIRE .....	17
8.2. RECOMMANDATION .....	17
8.3. REMARQUES.....	18



## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique du site d'étude (Géoportail).....	2
Figure 2 : Vue aérienne du site d'étude (Géoportail).....	3
Figure 3 : Infrastructure du projet.....	3
Figure 4 : Géologie sur le secteur d'étude – Carte géologique imprimée 1/50 000 (Source BRGM) .....	4
Figure 5 : Extrait de la carte des zones sensibles aux remontées de nappes (BRGM) .....	6
Figure 6 : Localisation des ouvrages de suivi de la nappe .....	7
Figure 7 : Suivi piézométrique au droit de Pz1.....	8
Figure 8 : Evolution du niveau piézométrique au droit du Puits et Pz2 du 24 au 26 août 2022 .....	11
Figure 9 : Suivi du rabattement.....	11

## ANNEXES

Annexe 1 : Interprétations graphiques de l'essai de pompage

Annexe 2 : Procès-verbaux de l'analyse d'eau souterraine



## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Objet de la mission

À la demande de **DALKIA – Sud-Ouest**, la société ECR Environnement - Agence de Pau - a réalisé une étude hydrogéologique dans le cadre du projet de construction d'une chaufferie, dans l'enceinte du **site industriel d'ARKEMA sur la commune de Lannemezan**.

Elle répond au bon de commande n° **BC347196 du 25/04/2022**, acceptant la proposition technique et financière n°**6410315 du 21/04/2022**.

Le présent rapport conclut également quant aux obligations réglementaires concernant les articles L214-1 et suivants du code de l'environnement (ancienne loi sur l'eau du 3 janvier 1992).

**Tableau 1 : Rappel du cadre réglementaire**

Rubrique	Intitulés	Caractéristiques	Régime
1.1.2.0	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé	$V < 10\,000\text{ m}^3$	Non concernée
		$10\,000\text{ m}^3 < V < 200\,000\text{ m}^3$	Déclaration
		$V > 200\,000\text{ m}^3$	Autorisation

En amont, une étude géotechnique G2-AVP (dossier n°3103395 - GEO) ainsi qu'un Dossier loi sur l'eau (déclaration d'ouvrage et pompage, rubrique 1.1.1.0) ont également été établis par ECR Environnement.

### 1.2. Documents remis pour l'étude

Les documents fournis afin de mener à bien notre mission sont :

- Le plan projet et topographique – indice 1 en date du 20/04/2022 ;

## 2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET

### 2.1. Localisation

Lannemezan se trouve dans le Sud-Ouest de la France, en région Occitanie dans le département des Hautes-Pyrénées (65).

La zone d'étude se situe au Sud de la commune de Lannemezan en limite avec la commune de La Barthe-de-Neste, au sein de l'Usine ARKEMA (998 route des Usines).

Coordonnées Lambert 93 centrés sur le projet :  $X = 486\ 055\ \text{m}$ ,  $Y = 6\ 224\ 690\ \text{m}$  et  $Z = 646\ \text{m NGF}$ .

Au droit du site, le terrain varie entre les cotes NGF + 648 m à + 646 m, avec une faible pente en direction du sud-est, d'après l'étude topographique réalisée par la société Dalkia.

Les figures ci-après présentent la localisation du site d'étude.

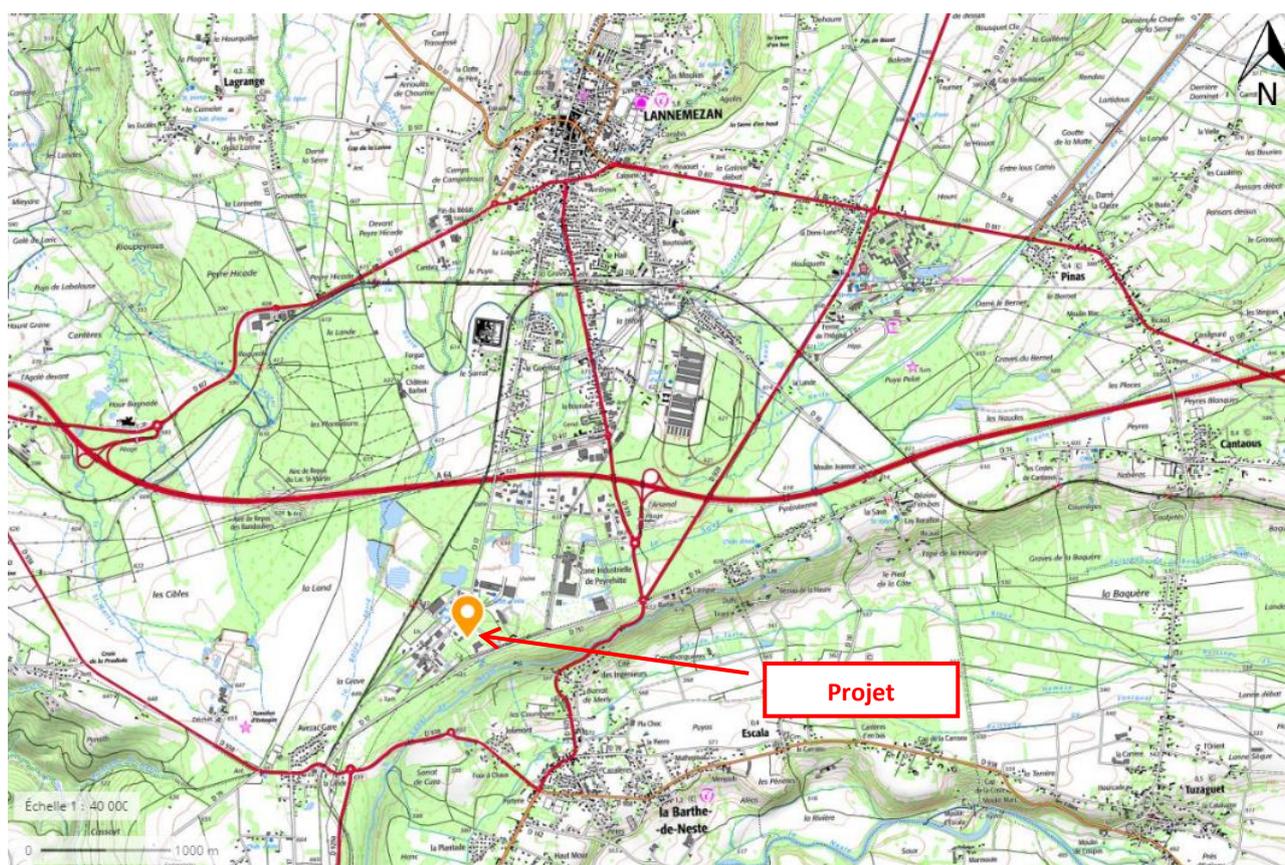


Figure 1 : Situation géographique du site d'étude (Géoportail)

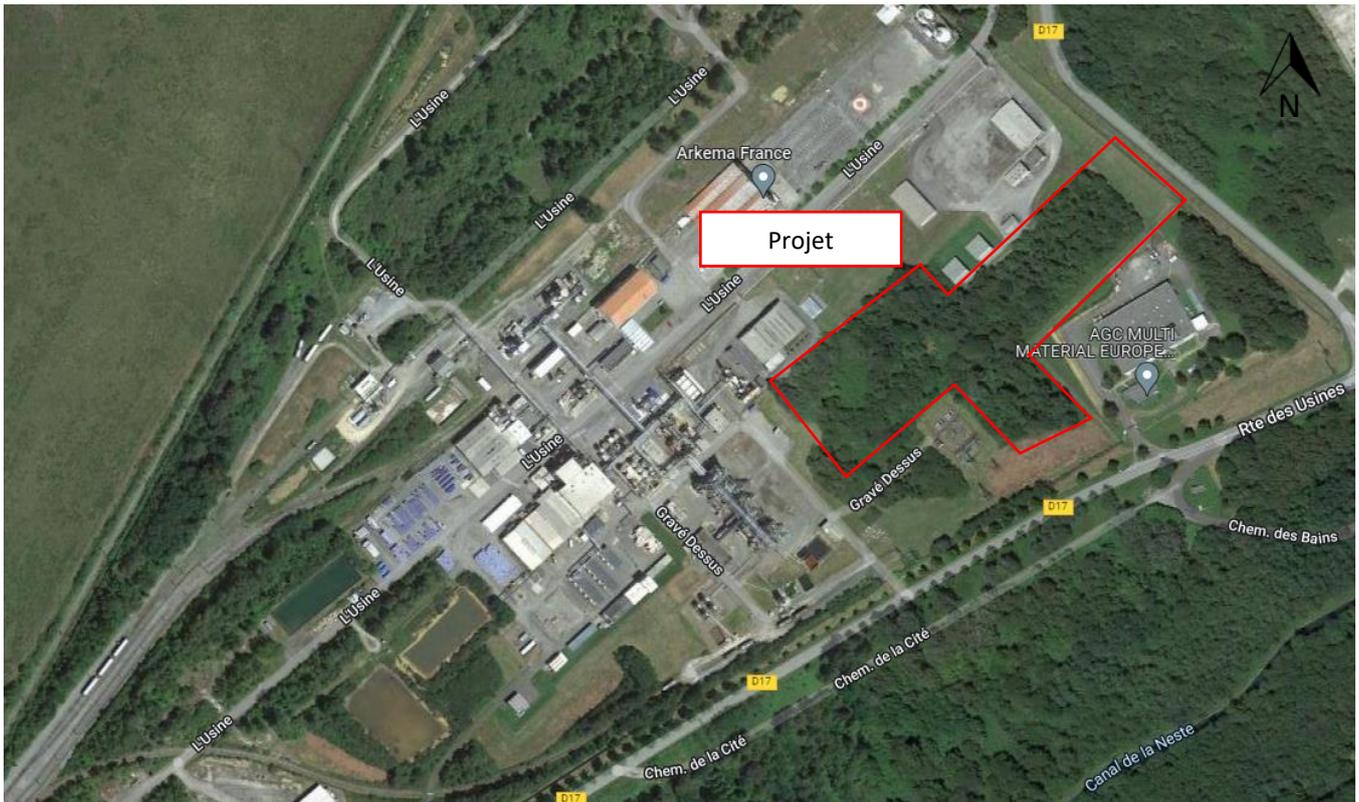


Figure 2 : Vue aérienne du site d'étude (Géoportail)

## 2.2. Projet

L'opération de construction concerne la création d'une chaufferie. La figure ci-après présente l'infrastructure actuellement définie dans ce projet.

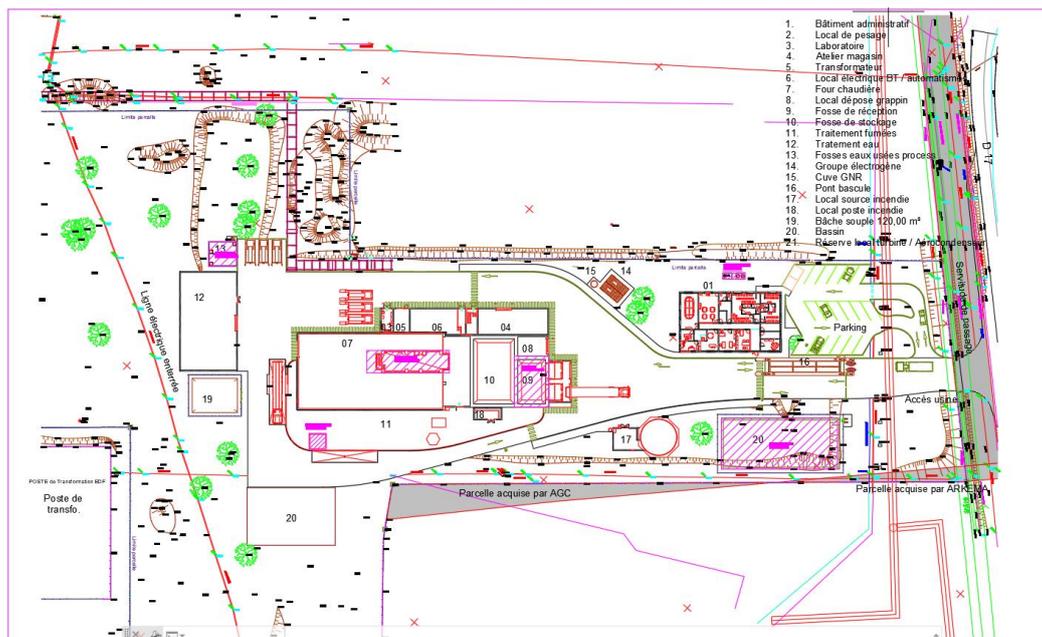


Figure 3 : Infrastructure du projet

### 3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

#### 3.1. Géologie

##### 3.1.1. Contexte général

D'après la carte géologique au 1/50 000 du BRGM feuille n°1054 de MONTREJEAU, le site comprend des **Alluvions de la formation de Lannemezan [indice Fu]** correspondant à des argiles rubéfiées et des galets siliceux.

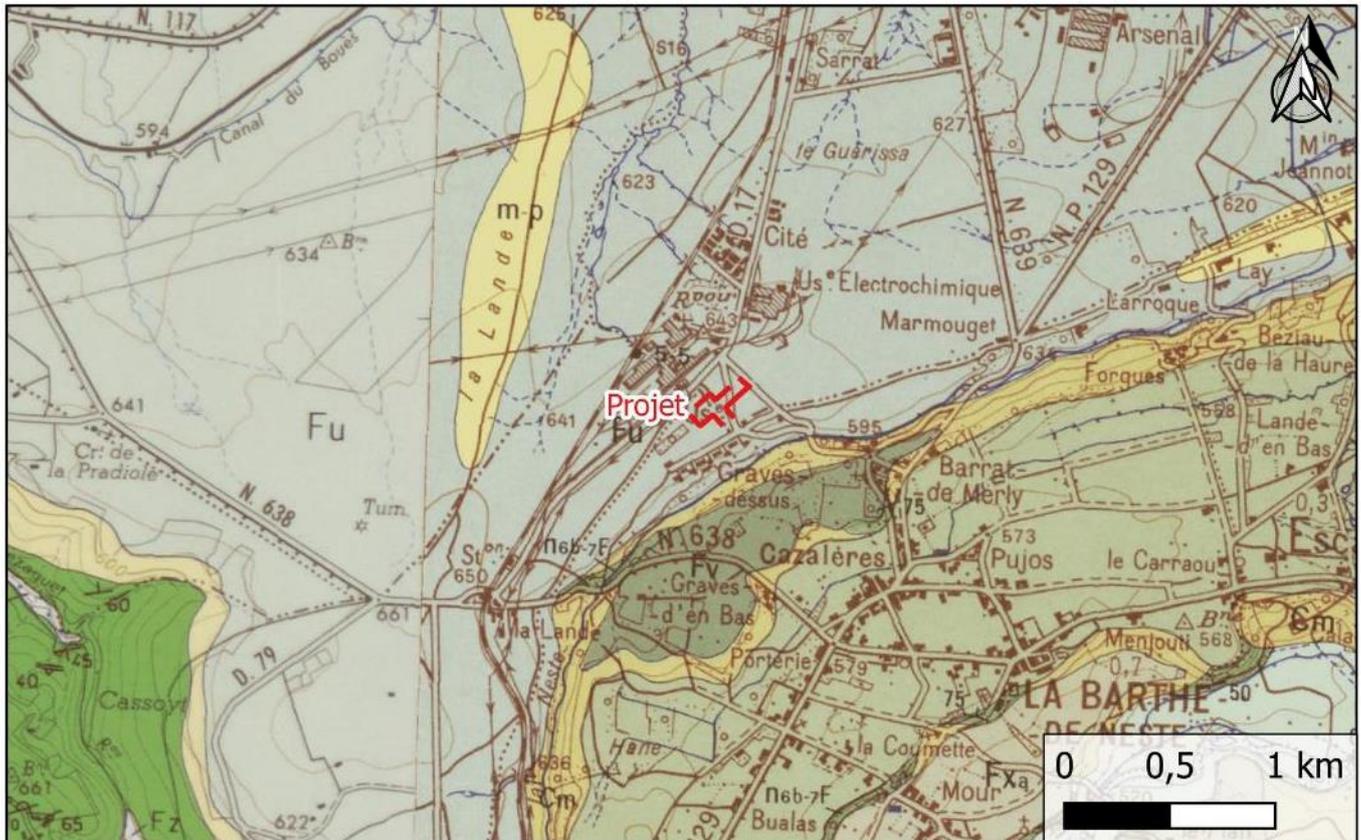


Figure 4 : Géologie sur le secteur d'étude – Carte géologique imprimée 1/50 000 (Source BRGM)

#### Légende

	Fu Donau : Alluvions de la formation supérieure de Lannemezan : argiles rubéfiées et galets siliceux
	m-p Pontico-Pliocène : argiles à lentilles ou lits de galets
	n6b-7CBr Brèches et calcaires bréchiques (Clansayésien à Albien)

### 3.1.2. Contexte local

En amont, des investigations géotechniques ont été réalisées au droit du site (cf. étude géotechnique G2-AVP n°3103395 - GEO).

Les investigations géotechniques mettent en évidence, sous une épaisseur variable de terre végétale ou de remblais, des Argiles à graves et blocs, de couleur variable marron-orangé-rosé (H1).

#### Remarques :

*Les descriptions susmentionnées se basent sur des remontées partielles de cuttings issus de forages semi-destructifs en petit diamètre ( $\varnothing$  63 mm). La précision des interfaces pour ce type d'investigation est au mieux d'une vingtaine de centimètres. Les coupes établies doivent donc être considérées comme schématiques et sont à corréliser avec les données géomécaniques obtenues.*

*Par ailleurs, les échantillons prélevés étant remaniés et non représentatifs de l'état en place des formations, il peut être difficile de juger de la proportion de fines (argiles, ...) et de celle de la composante plus grossière, de même que de la taille et de l'abondance des éléments lithiques présents en inclusion.*

## 3.2. Hydrogéologie

### 3.2.1. Contexte général

D'après l'Agence de l'Eau Adour Garonne, le terrain d'étude se situe à l'aplomb de la masse d'eau souterraine codifiée FRFG043E correspondant aux « Molasses du bassin de la Garonne- Cône de Lannemezan et amont des cours d'eau gascons ».

La carte des remontées de nappes (établie par le BRGM, Figure 5 ci-après) fait état d'une zone non sujette au débordement de nappe et inondation de cave. Toutefois, cette cartographie est établie à grande échelle (échelle 1 : 100 000) et n'est pas forcément représentative du contexte local.



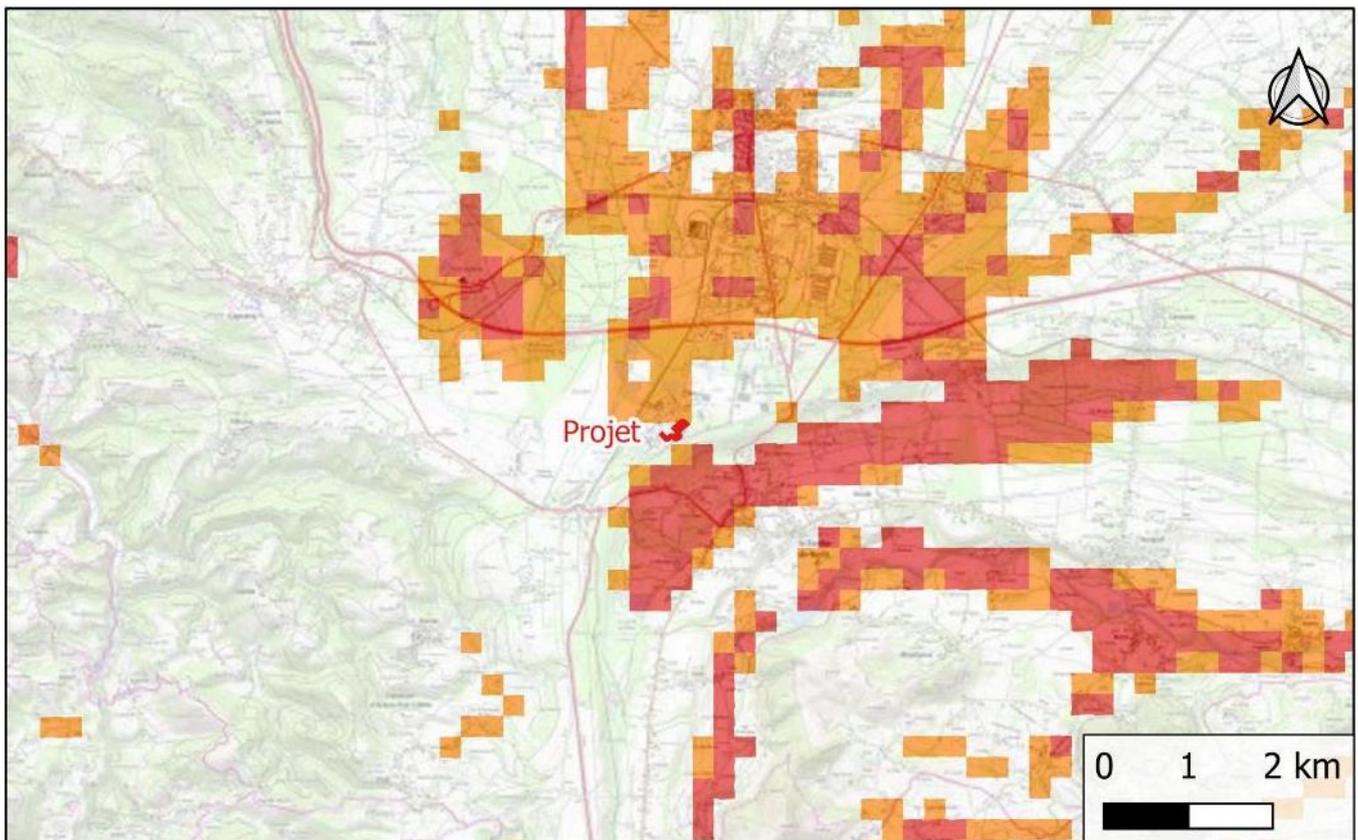


Figure 5 : Extrait de la carte des zones sensibles aux remontées de nappes (BRGM)

Légende :

- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave
- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave
- Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLISA V2/BRGM)
- Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare (Source : MTES/DGPR)

Par ailleurs, la commune de Lannemezan n'est soumise à aucun Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN).



### 3.2.2. Contexte local

Dans le cadre de ce projet, un premier ouvrage de suivi de la nappe a été implanté en septembre 2021 (Pz1) au cours des investigations géotechniques. Afin de caractériser les paramètres hydrodynamiques de la nappe au droit du chantier, 2 autres ouvrages ont été implantés dans la nappe : « Puits » et Pz2.

Un plan de localisation et les caractéristiques des 3 ouvrages sont présentés ci-après (les log lithologique et technique des ouvrages sont annexés).

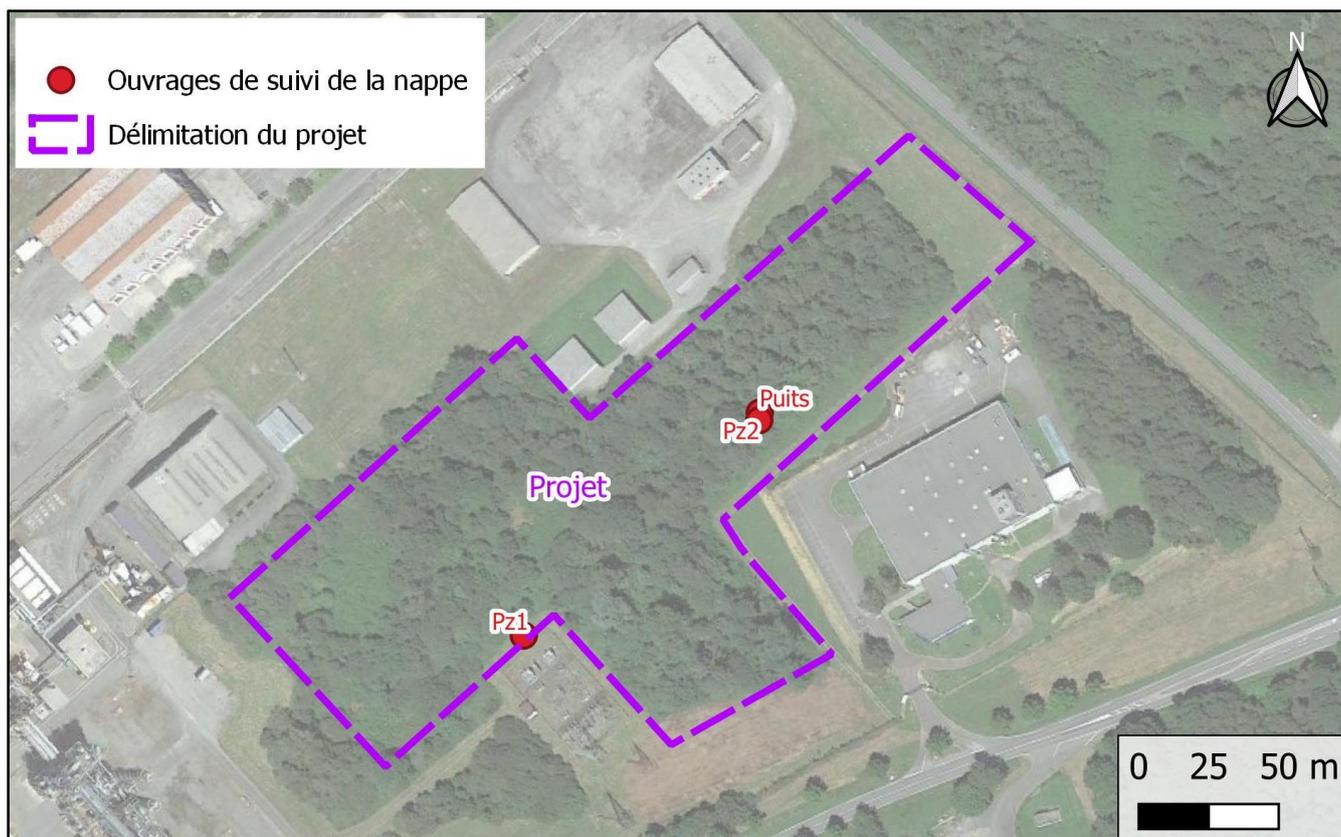


Figure 6 : Localisation des ouvrages de suivi de la nappe

Nom	Coordonnées géographiques (CC43)		Z (m NGF) <sup>o</sup>		Profondeur de l'ouvrage en m (/cote-tube)
	X (m)	Y (m)	Sol	Tube	
Puits	1 486 234,9	2 213 261,3	647,1	647,7	- 9,7
Pz1	1 486 150,6	2 213 181,3	647,9	648,4	- 7,5
Pz2	1 486 234,8	2 213 258,7	647,1	647,7	- 10,7

Tableau 2 : Coordonnées des ouvrages de suivi de la nappe



Dans le cadre de l'étude géotechnique, le piézomètre Pz1 a été instrumenté en septembre 2021. Au cours des investigations (réalisées de juillet à septembre 2021), des niveaux d'eau ont mesuré entre - 4,00 et - 5,80 m de profondeur/TA, au droit de différents sondages de reconnaissance.

Le graphique ci-après présente l'évolution du niveau de la nappe au droit de Pz1.

### Suivi piézométrique

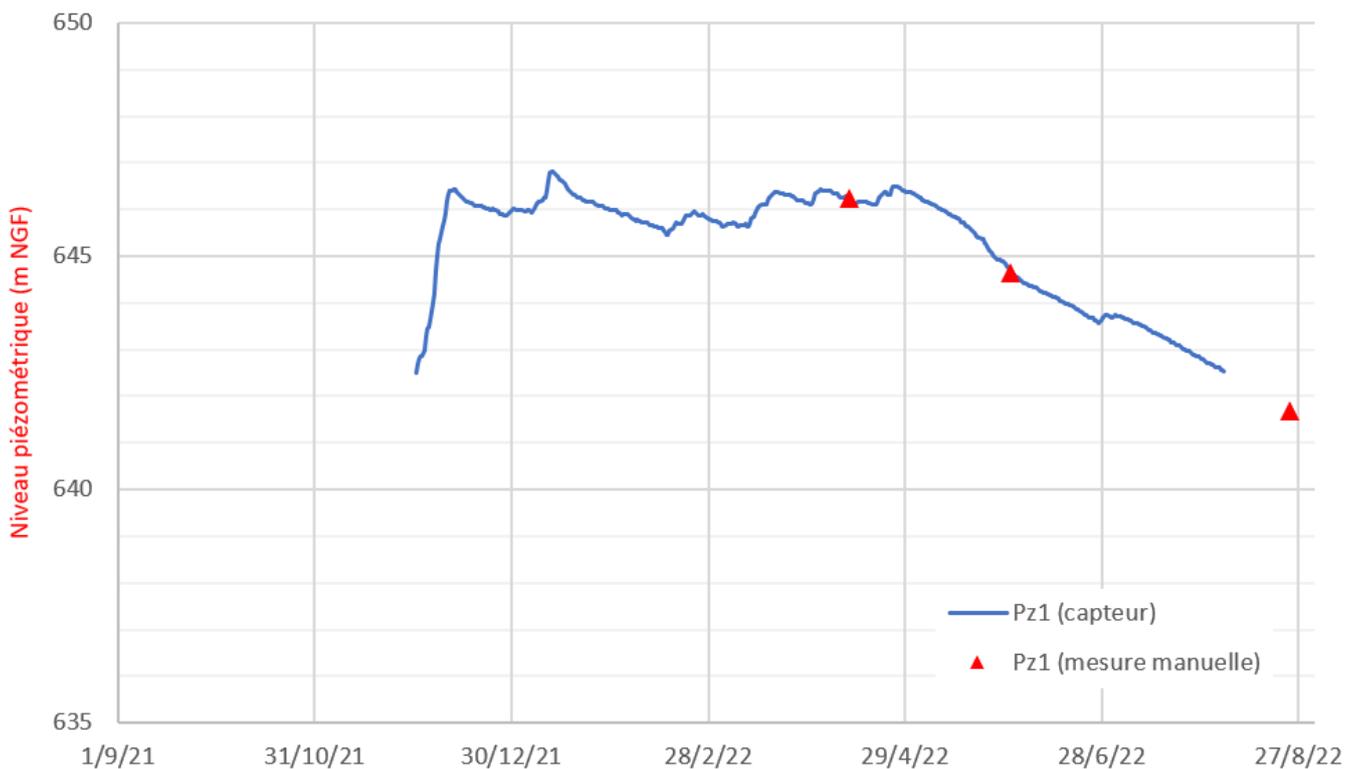


Figure 7 : Suivi piézométrique au droit de Pz1

On retiendra de ce suivi les points suivants :

- Une lacune de donnée entre l'instrumentation du piézomètre et fin novembre 2021 puis à partir de début août 2022. Cette lacune correspond au fait que la nappe est passée en dessous du capteur. Le capteur a été positionné à - 6 m / cote tube avec une profondeur de - 7,5 m / tub.
- Un niveau de plus hautes eaux enregistré par le capteur à 646,8 m NGF, sur la période de suivi de septembre 2021 à fin août 2022. Cette cote était à environ - 1 m / terrain actuel.
- Un niveau d'étiage estimé à environ 641,5 m NGF, mesure manuelle réalisée fin août 2022.
- L'amplitude de battement au droit du site est de l'ordre de 5 m avec une période de plus hautes eaux sur la période hivernale et printanière.



## 4. METHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

### 4.1. Ouvrages réalisés pour l'étude

Dans le cadre de cette étude, un puits et un piézomètre (Pz2) ont été réalisés sur le site d'étude, afin de réaliser un pompage d'essai. Les caractéristiques de ces ouvrages sont décrites ci-dessous :

- 1 puits de pompage - noté **Puits** - foré en diamètre  $\varnothing$  150 mm jusqu'à - 11 m/TA et équipé en tubes PVC  $\varnothing$  104/114 mm (crépines de - 0,4 m/TA à - 9,7 m/TA, avec un massif filtrant de graviers dans l'espace annulaire et bouchon d'argile en tête) ;
- 1 piézomètre de mesure - noté **Pz2** - foré en diamètre  $\varnothing$  127 mm jusqu'à - 10,5 m/TA et équipé en tubes PVC  $\varnothing$  51/60 mm (crépines de 0 m/TA à - 10 m/TA, avec un massif filtrant de graviers dans l'espace annulaire et bouchon d'argile en tête).

La localisation (cf. Figure 6), les coupes techniques et géologiques des ouvrages sont présentées en **Annexe**.

### 4.2. Matériel utilisé et conditions de réalisation

L'essai de pompage a été mis en œuvre fin août 2022. Le matériel employé est listé ci-après :

- 1 pompe immergée Supernova 21 d'une capacité de 0,25 m<sup>3</sup>/h descendue à 8 m de profondeur par rapport à la cote tube du Puits ;
- 1 canalisation d'exhaure en tuyau souple, permettant le rejet des eaux pompées en aval hydraulique, suffisamment éloigné afin d'être à une distance suffisante pour ne pas réalimenter l'aquifère ;
- 1 alimentation électrique ;
- 2 sondes automatiques type DIVER et d'un BARO, afin de mesurer en continu les niveaux d'eau lors des essais (pas de temps de 10 secondes), ainsi qu'un suivi à l'aide de sondes piézométriques manuelles pendant et après le pompage.



## 5. RESULTATS DES INVESTIGATIONS – POMPAGES D’ESSAI

### 5.1. Etat initial avant pompage

Lors de notre intervention le 24/08/2022, un niveau d’eau stabilisé a été relevé dans le Puits à – 6,18 m/tube et le piézomètre Pz2 à – 6,18 m/tube. A noter que ce niveau peut être associé à un contexte de basses eaux.

### 5.2. Pompage d’essai en continu au droit du puits

L’objectif du pompage d’essai est de déterminer la transmissivité de la nappe phréatique dans l’optique de préciser le débit d’exhaure attendu pendant la phase travaux.

La pompe a été installée à 8 m de profondeur par rapport à la cote du tube du puits. La distance entre le Puits et le piézomètre Pz2 est de 2,75 m.

Préalablement au pompage, un développement a été réalisé sur la journée du 24 août 2022. Au regard de la faible réalimentation, il a consisté à vidanger plusieurs fois la colonne d’eau du puits et du piézomètre.

L’essai de pompage a été initié le lendemain à 10h22 (cf. Figure 8). Malgré l’utilisation d’un variateur de tension sur la pompe immergée (permettant d’avoir un débit de seulement 0,14 m<sup>3</sup>/h), le puits s’est vidé en moins de 10 minutes.

Cet abaissement a été volontairement maintenu quelques minutes afin de ressuyer le massif drainant de l’ouvrage. Il a été complété par un suivi de la remontée jusqu’au 26 août à 15h.

Les courbes de variation du niveau de la nappe dans le forage de captage (Puits) et du piézomètre de suivi (Pz2) sont présentées sur les graphiques ci-après (cf. Figure 8).

Le tableau suivant indique les niveaux d’eau dans le puits ainsi que dans le piézomètre avant et après le pompage.

**Tableau 3 : Rappel des niveaux d’eau au droit du Puits et Pz2 lors de l’essai de pompage du 25/08/22**

Période	Ouvrage	Niveau d’eau (m/TA)	Cote niveau d’eau (m NGF)
Avant pompage	Puits	- 6,18	+ 641,54
	Pz2	- 6,18	+ 641,50
A l’arrêt du pompage	Puits	- 8,13	+ 639,59
	Pz2	- 6,30	+ 641,38
A l’arrêt du suivi	Puits	- 6,23	+ 641,49
	Pz2	- 6,22	+ 641,46

Le graphique (Figure 9) représente l’évolution du rabattement du puits de pompage et du piézomètre de suivi (Pz2) lors de l’essai de pompage, comprenant :

- Une phase de descente du niveau de la nappe ;
- Une phase de remontée suite à l’arrêt de pompage.



### Suivi pompage (24 au 26 août 2022)

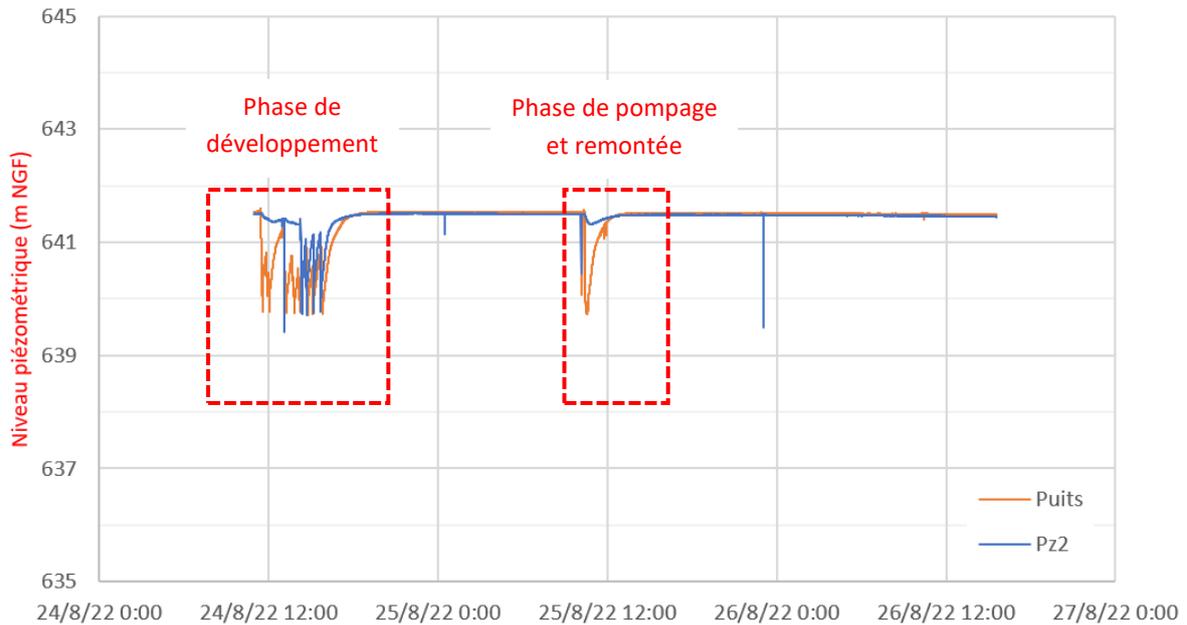


Figure 8 : Evolution du niveau piézométrique au droit du Puits et Pz2 du 24 au 26 août 2022

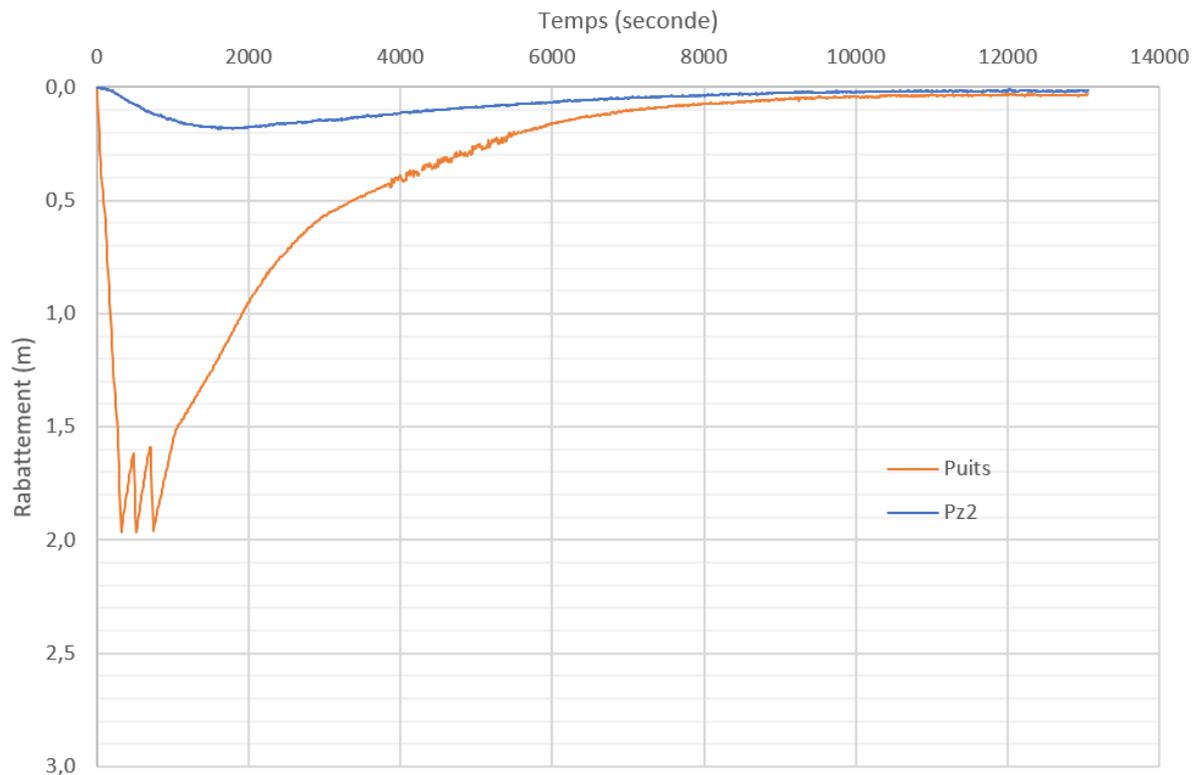


Figure 9 : Suivi du rabattement

Le rabattement maximal mesuré est de **2,0 m au droit du Puits** et de **0,19 m au droit de Pz2** par rapport au niveau initial de la nappe.



## 6. INTERPRETATION DE L'ESSAI DE POMPAGE

### 6.1. Calcul des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère

Lors de l'essai de pompage, le puits n'a pas atteint une stabilisation de niveau de nappe à débit constant. Il a été asséché en seulement quelques minutes. En conséquence, l'interprétation de l'essai ne peut pas être faite selon les normes ISO 22282-1 et 4.

➤ Perméabilité de l'aquifère

L'évaluation des caractéristiques hydrogéologiques du site a été établie à partir des données du Puits. L'interprétation de l'essai a été réalisée selon la norme NF EN ISO 22282-2 (remplace NF P 94-132).

La méthode d'essai a été faite en charge variable à l'aide d'une pompe jusqu'à épuisement de l'ouvrage. Par convention, l'équation relative aux essais à charge variable dans un trou de forage en tube ouvert est :

$$\ln \left[ \frac{h_0}{h(t)} \right] = \frac{k \cdot F (t - t_0)}{S}$$

Avec :

- $H_0$  et  $h(t)$  : charge hydraulique mesurée respectivement aux temps  $t_0$  et  $t$  ;
- $S$  : section intérieure réelle connue du tube de liaison dans lequel est effectué le mesurage ;
- $F$  : facteur de forme calculé conformément à l'ISO 22282-1.

Le tracé de  $\ln(h_0/h(t))$  en fonction du temps écoulé donne une droite dont la pente  $\alpha$  est égale à  $k.F/S$ ,  $k$  est calculé directement à l'aide de l'équation suivante :

$$k = \alpha \cdot S / F$$

Le résultat graphique de l'essai de perméabilité de type Lefranc en remontée se trouve dans l'Annexe 3.

Le tableau ci-dessous donne les résultats de perméabilité obtenus pour le Puits de pompage et le piézomètre de suivi :

**Tableau 4 : Résultat de perméabilité mesurée en remontée dans le Puits**

Interprétation de type Lefranc	Puits
En remontée	$1,8 \cdot 10^{-7}$ m/s

La perméabilité de l'aquifère a été définie à partir de l'interprétation de type Lefranc en remontée. Nous retiendrons pour la suite de l'étude **une perméabilité de  $1,8 \cdot 10^{-7}$  m/s.**

### 6.2. Estimation du débit d'exhaure en phase travaux

Lorsque des fouilles sont réalisées et asséchées pour la réalisation de travaux provisoires ou définitifs, les méthodes analytiques permettant d'estimer les débits à pomper sont les méthodes de Schneebeli et de Dupuit (sans dispositif annexe type enceinte fermée).



Dans la suite du rapport, les débits d'exhaure seront quantifiés par rapport aux hypothèses de dimensionnement de la fosse déportée, du bâtiment préfabriqué et du transformateur.

### 6.2.1. Hypothèses de calculs

Dans le cadre du suivi piézométrique au droit de Pz1, nous avons enregistré un battement de la nappe de près de 5 m par rapport au niveau d'eau mesuré fin août 2022.

Pour ce projet, les travaux sont principalement envisagés sur la période hivernale, soit une période de hautes eaux.

En l'absence d'une étude NPHE complète, nous prendrons comme hypothèse un niveau maximal de 646,6 m NGF (cote de fin août 2022 + 5 m), afin de définir le rabattement nécessaire pour chaque ouvrage enterré.

Le tableau ci-après présente les dimensions des fouilles par type d'ouvrage :

**Tableau 5 : Tableau des ouvrages fondés**

Ouvrage	Surface			Cote fond de fouille (m NGF)	Rabattement (m)*	Durée estimative du rabattement (j)
	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )			
Fosse CSR	13,3	8,9	118,37	638,8	8,3	60
Fosse Machefer	21,34	5,8	123,77	643,4	3,7	60
Fosse process	7,30	6,45	47,09	643,1	4,0	60
Fosse Ammoniaque	4,40	4,15	18,26	643,8	3,3	60
Fosse microstation	5,80	1,6	9,28	643,8	3,3	5
Bassin rétention	30,50	13,30	405,65	644,8	2,3	60

\* rabattement avec une nappe à 646,6 m NGF + 0,5 m sous le fond de fouille.

Le pompage de rabattement va engendrer la production d'un volume d'eau souterraine important qui pourrait nécessiter une démarche environnementale au titre de rejet vis-à-vis de la Loi sur l'Eau.

Le débit Q permet d'estimer le volume maximal total d'eau de la nappe phréatique pompée afin d'assécher le fond de la fouille durant la période de travaux.



### 6.2.2. Méthode de Schneebeli

En première approche, l'évaluation des débits de pompage nécessaires à l'épuisement des arrivées d'eau prévisibles lors des travaux de terrassement des sous-sols du projet a été réalisée par la solution analytique de Schneebeli :

$$Q = \sqrt{2\pi \cdot k \cdot \Delta \cdot \sqrt{S}}$$

Avec :

- k : perméabilité moyenne estimée des terrains (m/s), soit  $1,8 \cdot 10^{-7}$  m/s ;
- $\Delta$  : hauteur d'eau à rabattre pendant les travaux (m) ;
- S : surface mouillée estimée lors des travaux (m<sup>2</sup>).

Les résultats de débit d'exhaure et volume prélevé en phase travaux par la méthode de Schneebeli sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 6 : Résultats de débit d'exhaure et de volume prélevé avec la méthode de Schneebeli**

Ouvrage	Surface mouillée	Rabattement (m)*	Débit d'exhaure (m <sup>3</sup> /h)	Durée estimative du rabattement (j)	Volume prélevé (m <sup>3</sup> )
Fosse CSR	464,7	8,3	0,38	60	544
Fosse Machefer	297,5	3,7	0,13	60	194
Fosse process	143,3	4,0	0,10	60	146
Fosse Ammoniaque	66,1	3,3	0,06	60	82
Fosse microstation	50,7	3,3	0,05	5	6
Bassin rétention	563,3	2,3	0,12	60	166

### 6.2.3. Méthode de Dupuit

En première approche, l'évaluation des débits de pompage nécessaires à l'épuisement des arrivées d'eau prévisibles lors des travaux de terrassement des sous-sols du projet a été réalisée par la solution analytique de Dupuit :

$$Q = \frac{2\pi \cdot T \cdot s}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}$$

Avec :

- T : transmissivité estimée des terrains (m<sup>2</sup>/s), soit  $1,8 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s (hypothèse d'une épaisseur aquifère de 10 m) ;
- s : rabattement de la nappe (m) ;
- R : rayon d'action du pompage (m) ;



- r : rayon équivalent du pompage (m).

Les résultats de débit d'exhaure et volume prélevé en phase travaux par la méthode de Dupuit sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 7 : Résultats de débit d'exhaure et de volume prélevé avec la méthode de Dupuit**

Ouvrage	Surface mouillée	Rabattement (m)*	Débit d'exhaure (m <sup>3</sup> /h)	Durée estimative du rabattement (j)	Volume prélevé (m <sup>3</sup> )
Fosse CSR	464,7	8,3	0,14	60	206
Fosse Machefer	297,5	3,7	0,06	60	93
Fosse process	143,3	4,0	0,06	60	83
Fosse Ammoniaque	66,1	3,3	0,04	60	59
Fosse microstation	50,7	3,3	0,06	5	7
Bassin rétention	563,3	2,3	0,05	60	77

### 6.3. Conclusion

Par mesure de sécurité, nous retiendrons les valeurs les plus défavorables. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau ci-après :

**Tableau 8 : Résultats des volumes prélevés retenus pour ce projet**

Ouvrage	Durée estimative du rabattement (j)	Méthode Schneebeli		Méthode Dupuit		Volume prélevé pour ce projet (m <sup>3</sup> )	Débit d'exhaure (m <sup>3</sup> /h)
		Volume prélevé (m <sup>3</sup> )	Débit d'exhaure (m <sup>3</sup> /h)	Volume prélevé (m <sup>3</sup> )	Débit d'exhaure (m <sup>3</sup> /h)		
Fosse CSR	60	<b>544</b>	<b>0,38</b>	206	0,14	<b>544</b>	<b>0,38</b>
Fosse Machefer	60	<b>194</b>	<b>0,13</b>	93	0,06	<b>194</b>	<b>0,13</b>
Fosse process	60	<b>146</b>	<b>0,10</b>	83	0,06	<b>146</b>	<b>0,10</b>
Fosse Ammoniaque	60	<b>82</b>	<b>0,06</b>	59	0,04	<b>82</b>	<b>0,06</b>
Fosse microstation	5	6	0,05	<b>7</b>	<b>0,06</b>	<b>7</b>	<b>0,06</b>
Bassin rétention	60	<b>166</b>	<b>0,12</b>	77	0,05	<b>166</b>	<b>0,12</b>

Sur la base des hypothèses définies précédemment (dimension des fouilles, durée du pompage, rabattement envisagé), la valeur retenue pour l'estimation du volume prélevé dans les eaux souterraines est de l'ordre de 1 140 m<sup>3</sup> (< 10 000 m<sup>3</sup> d'après la rubrique 1.1.2.0 de la nomenclature « Loi sur l'Eau »).



## 7. PRELEVEMENTS ET ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE

Lors des investigations de terrain, un prélèvement d'eau a été effectué pour anticiper un éventuel pompage de la nappe phréatique et rejet vers le milieu hydraulique superficiel.

Le rejet des eaux souterraines vers les eaux de surfaces peut être soumis à réglementation. Les seuils à prendre en compte lors des analyses de rejets dans les eaux de surfaces sont présentés dans l'arrêté du 30 juin 2020, modifiant l'arrêté du 9 août 2006. Il s'agit des seuils R1 et R2.

Dans le cadre de ce projet, il n'a pas été défini de phasage sur la réalisation des différents ouvrages. Nous présenterons donc 2 cas de figure :

- **Situation 1** où chaque ouvrage est réalisé indépendamment et successivement, ainsi le débit d'exhaure le plus élevé sera étudié, soit 0,38 m<sup>3</sup>/h (9,12 m<sup>3</sup>/j) au droit de la Fosse CSR,
- **Situation 2** où les ouvrages sont tous réalisés en même temps, soit le cumul de tous les débits d'exhaure : 0,85 m<sup>3</sup>/h (20,4 m<sup>3</sup>/j). Cette situation est peu probable, mais permet d'envisager le contexte le plus impactant.

Les valeurs ont été estimées à partir des conclusions amenées dans le chapitre 6. Les analyses du laboratoire sont présentées en **Annexe**.

**Tableau 9 : Synthèse des résultats des analyses d'eau souterraine**

Paramètres	Niveau R1	Situation 1 (0,38 m <sup>3</sup> /h)	Situation 2 (0,85 m <sup>3</sup> /h)
MES (kg/j)	9	0,28	0,63
DBO5 (kg/j)	9	< 0,005	< 0,01
DCO (kg/j)	12	< 0,27	< 0,61
Azote total (kg/j)	1,2	0,01	0,01
Phosphore total (kg/j)	0,3	4,01.10 <sup>-4</sup>	8,98.10 <sup>-4</sup>
Arsenic (mg/j)	1245	493,39	1103,64
Cadmium (mg/j)	120	< 9,12	< 20,4
Chrome (mg/j)	5100	286,37	640,56
Cuivre (mg/j)	1500	124,94	279,48
Mercure (mg/j)	105	< 0,14	< 0,31
Plomb (mg/j)	1800	228,00	510
Nickel (mg/j)	6000	370,27	828,24
Zinc (mg/j)	11700	317,38	709,92
Hydrocarbures totaux C10-C40 (kg/j)	0,1	< 4,56.10 <sup>-4</sup>	< 1,02.10 <sup>-3</sup>

**Les résultats d'analyses ne montrent pas de dépassement du seuil R1 pour les 2 situations.**



Un traitement adapté pourrait être nécessaire avant rejet afin d'éviter toute pollution du milieu récepteur (bacs de décantation...). Un contrôle des eaux pourra être préconisé afin de vérifier l'efficacité du traitement avant rejet.

## 8. CONCLUSION

En fonction de la profondeur de la nappe et de la méthode de pompage (enceinte close ou non), les débits d'exhaure pourront être différents.

**Tableau 10 : Résultats des volumes prélevés retenus pour ce projet**

Ouvrage	Durée estimative du rabattement (j)	Volume prélevé pour ce projet (m <sup>3</sup> )	Débit d'exhaure (m <sup>3</sup> /h)
Fosse CSR	60	544	0,38
Fosse Machefer	60	194	0,13
Fosse process	60	146	0,10
Fosse Ammoniaque	60	82	0,06
Fosse microstation	5	7	0,06
Bassin rétention	60	166	0,12

Sur la base des hypothèses définies précédemment (dimension des fouilles, durée du pompage, rabattement envisagé), la valeur retenue pour l'estimation du volume prélevé dans les eaux souterraines est de l'ordre de 1 140 m<sup>3</sup> (< 10 000 m<sup>3</sup> d'après la rubrique 1.1.2.0 de la nomenclature « Loi sur l'Eau »).

### 8.1. Obligation réglementaire

D'après la rubrique 1.1.2.0 de la nomenclature « Loi sur l'Eau » et les volumes pompés estimés à partir des hypothèses, le **projet n'est pas soumis à une procédure de déclaration**.

*Remarque :* Il appartient aux responsables de l'opération de nous signaler toutes différences importantes à ces hypothèses afin que nous puissions reconsidérer, si nécessaire, tout ou une partie des conclusions. Il en est de même si le projet venait à changer.

### 8.2. Recommandation

Afin de contrôler le rabattement ou limiter les débits, nous recommandons de privilégier une exécution des terrassements en période météorologique favorable (basses eaux de la nappe superficielle, sans pluie).



### 8.3. Remarques

Les résultats indiqués sont déduits de méthodes et hypothèses de calculs qui les rendent estimatifs.

Ils se basent sur des reconnaissances et essais ponctuels. Il est possible que des variations latérales et verticales existent sur le site, et que la perméabilité globale réelle sur l'emprise du projet soit différente.

Dans tous les cas, il est possible de rencontrer des débits de pointe plus importants en cours de chantier. Il devra nécessairement être prévu une capacité de pompage plus élevée au cas où les venues d'eau seraient plus importantes que prévu. Il sera nécessaire de mettre en place un compteur volumétrique lors de la réalisation des travaux.

Lors de la réalisation du pompage, si le rejet des eaux d'exhaure s'effectue vers le ruisseau, une autorisation auprès du propriétaire et/ou du gestionnaire sera nécessaire.

-----

*Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes ci-après.*



## Conditions particulières

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société ECR serait dégagee de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à ECR qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'ECR.

La Société ECR ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.



## ANNEXES

---



Agence de : Pau  
N° Affaire : 6410746  
Etude : Etude de pompage  
Lieu : Usine Akema, Lannemezan (65)  
Client : DALKIA  
Date : 25/08/2022

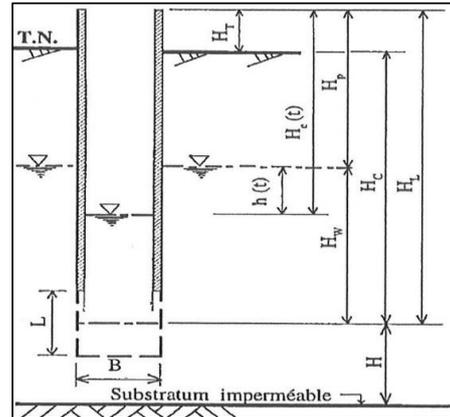


**Essai de perméabilité de type Lefranc**

cf. norme NF EN ISO 22282-2

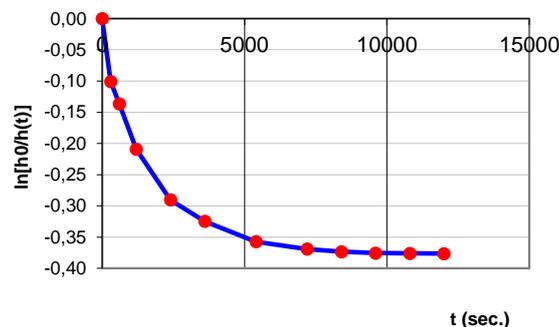
● Paramètres de l'essai :

Nom : Puits Nature : Argiles à graves et sables  
Diamètre de la cavité B = 0,150 m  
Longueur de la cavité L = 9,30 m  
Profondeur de la cavité/TN Hc = 9,70 m  
Hauteur tube hors sol Ht = 0,59 m  
Niveau de la nappe/TN Hp-Ht = 5,59 m  
Prof. eau/haut du tube début essai He(t0) = 6,18 m  
Prof. substratum imperméable/TN 10,00 m  
Section cavité S = 0,018 m<sup>2</sup>  
Elancement cavité L/B = 62,00  
Facteur de forme F = 12,12  
Charge initiale h0 = 0,00 m



Méthode d'essai à charge variable - Remontée

Temps cumulé (sec)	He (m)	dH/dt(m/s)
0	1,96	-
300	1,51	-0,001
600	1,34	-0,001
1200	0,98	-0,001
2400	0,54	0,000
3600	0,34	0,000
5400	0,15	0,000
7200	0,08	0,0000
8400	0,05	0,0000
9600	0,04	0,0000
10800	0,04	0,0000
12000	0,03	0,0000



● Résultats :

Pente $\alpha \approx$	0,00012
K $\approx$	1,8E-07 m/s

**K  $\approx$  1,8E-07 m/s**



Dossier n° 6410746

**Lannemezan (65)**  
**Usine Arkema**  
 Coordonnées L93-CC43 : X = 1 486 234,9 m ; Y = 2 213 261,3 m

Date : 02/08/2022      Cote : + 647,1 m NGF  
 Type :  
 Client : DALKIA

1/60

**Forage : Puits**

EXGTE 3.23/GTE

Cote Z (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage	Profondeur (m)	Observations
0	0	Limon [marron]	4,9 	TAR: Ø 150 mm	Tube plein Ø 104/114	0	Cote Z(/TN) = 647,7 m NGF
-1	1,0 m					1	
-2	2	Grave à galets [ocre]			2		
-3	3,0 m	Argile à galets [ocre rouge]			3		
-4	4				4		
-5	4,7 m	Banc de galets			5		
-6	6,0 m	Argile silteuse à galets			6		
-7	7,3 m				7		
-8	8	Argile sableuse			8		
-9	9				9		
-10	10,5 m				10		
-11	11,0 m		11				
-12	12		12				



Dossier n° 6410746

**Lannemezan (65)**  
**Usine Arkema**  
 Coordonnées L93-CC43 : X = 1 486 234,8 m ; Y = 2 213 258,7 m

Date : 02/08/2022      Cote : + 647,1 m NGF  
 Type :  
 Client : DALKIA

1/60

**Forage : Pz2**

EXGTE 3.23/GTE

Cote Z (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage	Profondeur (m)	Observations
0	0	Limon [marron]	4,9 	TAR. Ø127 mm	Tube crépiné Ø 51/60	0	Cote: Z/(Tub) = + 647,7 m NGF
-1	1,0 m					1	
-2	2	Grave à galets [ocre]				2	
-3	3,0 m	Argile à galets [ocre rouge]				3	
-4	4					4	
-5	4,7 m	Banc de galets				5	
-6	6,0 m	Argile sableuse à galets				6	
-7	7,3 m					7	
-8	8	Argile sableuse				8	
-9	9					9	
-10	10		10				
-11	10,5 m		11				
-12	12		12				



RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B  
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

2022452355X00001 00589

Echantillon :  
Eau souterraine

ECR ENVIRONNEMENT  
TRITZ SEBASTIEN  
RUE CHARLES MOURUX  
64230 LESCAR

Lieu de prélèvement :  
ESCAR

Nature de l'échantillon :  
Eau souterraine

Prélèvement assuré par :  
Le client le 25/08/2022 à 10:30

Réception au laboratoire :  
25/08/2022

Demandeur de l'analyse :  
Autocontrôle

Copie(s) des résultats à :  
ECR ENVIRONNEMENT

## Responsabilité technique des analyses :

Chimie de l'environnement : Christine PALE - Elodie LABORDE-GANNE - Marie CAVALLI

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

### Traitement sur échantillon avant analyse

Préparation	Méthode de détermination de la DBO5 dans les eaux pour les échantillons non dilués.		L
Minéralisation	Attaque à l'eau régale à 103°C (MAM/MO03) pour l'analyse des éléments minéraux extractibles à l'eau régale (Sous-estimation potentielle d'Al et Ti si présents sous forme d'oxydes)		L
Minéralisation	Digestion pour le Hg par un mélange KBr/KBrO3 (MAM/MO4).		L
Extraction	Extraction liquide/liquide des hydrocarbures par balancement et purification		L

### BILAN IONIQUE ET MINERAL

#### Métaux

Cadmium	<1	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L
Chrome	31,4	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L
Cuivre	13,7	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L
Mercure	<0,015	µg/l	NF EN ISO 17852	C* L
Nickel	40,6	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L
Plomb	25	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L
Zinc	34,8	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L



2022452355X0000120101



PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE	
<b>Produits minéraux</b>				
Arsenic <i>Date de mise en analyse : 26/08/2022</i>	54,1	µg/l	NF EN ISO 11885	C* L
Phosphore total <i>Date de mise en analyse : 25/08/2022</i>	0,044	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L
<b>PARAMETRES GLOBAUX</b>				
<b>Paramètres globaux</b>				
DBO5 <i>Date de mise en analyse : 26/08/2022</i>	<0,5	mg O2/l	NF EN 1899-2	C* L
DCO <i>Date de mise en analyse : 26/08/2022</i>	<30	mg O2/l	NF T 90-101	C* L
Matière en suspension <sup>a</sup> <i>Date de mise en analyse : 25/08/2022</i> <sup>a</sup> Filtre de marque GELMAN type A/E	31	mg/l	NF EN 872	C* L
<b>Indices globaux</b>				
Indice Hydrocarbure	<0,05	mg/l	NF EN ISO 9377-2	C* L
Azote Kjeldahl <i>Date de mise en analyse : 25/08/2022</i>	0,654	mg N/l	NF EN 25663	C* L

**Commentaires :**

En raison d'une turbidité >1,5 NFU, les résultats pour les métaux totaux (dissous + particulaires) sont rendus sur l'échantillon minéralisé. En conséquence certaines limites de quantifications peuvent être augmentées.  
Prélèvement assuré par le client, l'exactitude des informations fournies sont sous la responsabilité de celui-ci, le résultat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

à Lagor, le 02/09/2022



Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.  
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.

ACCREDITATIONS :  
N° 1-1173  
N° 1-1059  
N° 1-6954  
N° 1-6790  
Liste des sites et portées disponibles sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.  
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C\*  
MI : Méthode Interne  
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.  
Sites d'analyses : L (Lagor), T (Tarbes), A (Agen), SPI (St Pierre d'Irube), M (Mérignac), MDM (Mont De Marsan), ST( sous-traitance).

Chef de Service

M. ZUGARRAMURDI