

Quartier des Nieux à Balaruc-les-Bains (34)

- Diagnostic de sols – Missions A200 et A270

INVESTIGATIONS SUR LE MILIEU SOL	
Date d'intervention	18 février 2022
Investigations	3 sondages réalisés à la pelle mécanique jusqu'à 3 m de profondeur ou au refus
Programme analytique	8 métaux, HCT C5-C40, BTEX, HAP, COHV
Résultats analytiques	<p>Absence d'impact identifié au droit des sols échantillonnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de quantification des hydrocarbures, HAP, BTEX sur l'ensemble des échantillons : (LQHCT = 15 mg/kg MS ; LQ16HAP = 0,05 mg/kg MS ; LQBTEX = 0,05 mg/kg MS ; LQCOHV = 0,20 mg/kg MS) - Présence de traces en métaux (arsenic, chrome, nickel, plomb, zinc, cadmium, cuivre) à des teneurs similaires aux bruits de fonds définis pour les sols « ordinaires » défini dans le programme ASPITET.
Recommandations	Antea Group n'émet aucune recommandation particulière concernant la qualité du terrain dans le cadre de l'urbanisation de la zone d'étude.

- Étude hydrogéologique pour l'exploitation des eaux souterraines à des fins énergétiques

L'analyse des données de géologie et d'hydrogéologie a permis de mettre en évidence la possibilité d'exploiter le sous-sol à des fins énergétiques avec :

- une exploitation de la nappe contenue dans les calcaires jurassiques karstifiés avec des eaux potentiellement thermales à sub-thermales ;
- une exploitation par champ de sondes géothermique.

Cependant, il existe d'importantes contraintes :

- **exploitation de la nappe des calcaires jurassiques**
 - les débits attendus peuvent être très variables (entre 5 et 300 m³/h) et des forages de reconnaissance sont indispensables ;
 - la profondeur des forages sera importante (> 100 m) avec un aléa hydrogéologique important (fracturation, cavités karstiques, etc...) ;
 - la foration en terrain karstique est soumise à un aléa géologique important et des techniques de foration particulières et souvent onéreuses doivent être mises en œuvre ;
 - les eaux souterraines peuvent potentiellement être thermales à sub-thermales et donc très chargées, ce qui peut potentiellement engendrer des problèmes de précipitations dans les dispositifs de pompage et d'injection ;
 - en cas d'utilisation d'une eau thermale à sub-thermale, une réglementation particulière s'applique.

- **exploitation par champs de sondes géothermiques :**
 - si des cavités et/ou fractures importantes sont recoupées, la cimentation des sondes sera imparfaite, voire impossible, et le transfert thermique entre ces dernières et le sol ne sera pas assuré ;
 - des venues d'eau importantes peuvent avoir lieu lors de la foration ce qui peut rendre le chantier complexe pour l'évacuation des eaux ;
 - la foration en terrain karstique est soumise à un aléa géologique important et des techniques de foration particulières et souvent onéreuses doivent être mises en œuvre.

Dans tous les cas, une étude de faisabilité détaillée avec la mise en œuvre de forages de reconnaissance est indispensable afin de pouvoir préciser les potentialités du sous-sol et de la nappe.



Mairie de Balaruc
les Bains

BALARUC
LES BAINS

Rapport

Quartier des Nieux à Balaruc-les-Bains (34) Diagnostic de sols – Missions A200 et A270



Rapport n°A115850/ Version A – Mars 2022

Projet suivi par Quentin DEVENOGES – 06.72.83.10.92 – quentin.devenoges@anteagroup.fr

www.anteagroup.fr/fr

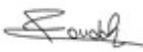
Fiche signalétique

Quartier des Nieux

Diagnostic de sols – Missions A200 et A270

CLIENT	SITE
Mairie de Balaruc-les-Bains	Quartier des Nieux
Avenue de Montpellier BP1 34450 BALARUC-LES-BAINS	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Quentin DEVENOGES
Interlocuteur commercial	Jérôme LACROIX
	Implantation de Montpellier
Implantation chargée du suivi du projet	04.67.15.91.10 secretariat.montpellier@anteagroup.fr
Rapport n°	A115850
Version n°	A
Votre commande et date	Déclaration de sous-traitance du 02/11/2021
Projet n°	LROP210247
Codes prestation selon NF X31-620	A200, A270

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Mathilde OUDSHOORN	Ingénieur d'étude en SSP	Mars 2022	
Vérification	Benjamin MENNESSIER	Chef du projet	Mars 2022	
Approbation	Marc AUBERT	Superviseur SSP	Mars 2022	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	28/02/2022	18	4	Etablissement du rapport

Sommaire

Résumé non technique	6
1. Contexte et objectif de l'étude.....	7
2. Méthodologie générale	8
2.1. Textes de références	8
2.2. Description de la mission	8
3. Présentation et analyse de l'existant	9
4. Investigations sur site	10
4.1. Objectifs	10
4.2. Sécurité de l'intervention.....	10
4.3. Investigations sur les sols (A200)	10
4.3.1. Réalisation des sondages sur site.....	10
4.3.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site	12
4.3.3. Programme analytique des sols	12
4.4. Limites de la méthode d'investigation	12
5. Résultats des investigations et interprétation (A270).....	14
5.1. Valeurs de comparaison	14
5.2. Résultats obtenus dans les sols.....	15
5.2.1. Observations de terrain	15
5.2.2. Résultats des analyses de sol en laboratoire	15
6. Conclusions et recommandations	18

Table des figures

Figure 1 : Localisation du projet et abords immédiats (source : Géoportail)	9
Figure 2 : Illustration du sondage F6	11
Figure 3 : Localisation des sondages réalisés	11

Table des tableaux

Tableau 1 : Codification des prestations selon la norme NFX31-620-2	8
Tableau 2 : Sondages réalisés.....	10
Tableau 3 : Descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols	12
Tableau 4 : Valeurs de référence ou de comparaison.....	14
Tableau 5 : Résultats d'analyses obtenus sur les sols	16

Table des annexes

Annexe I :	Abréviations générales
Annexe II :	Normes de prélèvement et d'échantillonnage
Annexe III :	Fiches de suivi de sondages et prélèvements des sols
Annexe IV :	Bordereaux d'analyses des sols

Résumé non technique

CONTEXTE	
Maitre d'Ouvrage	Mairie de Balaruc-les-Bains
Adresse du site	Quartier des Nieux – chemin d'Aymé
Contexte	Etude de la qualité des sols dans le cadre d'un projet d'aménagement
INVESTIGATIONS SUR LE MILIEU SOL	
Date d'intervention	18 février 2022
Investigations	3 sondages réalisés à la pelle mécanique jusqu'à 3 m de profondeur ou au refus
Programme analytique	8 métaux, HCT C5-C40, BTEX, HAP, COHV
Résultats analytiques	<p>Absence d'impact identifié au droit des sols échantillonnés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de quantification des hydrocarbures, HAP, BTEX sur l'ensemble des échantillons : (LQHCT =15 mg/kg MS ; LQ16HAP = 0,05 mg/kg MS ; LQBTEX =0,05 mg/kg MS ; LQCOHV = 0,20 mg/kg MS) - Présence de traces en métaux (arsenic, chrome, nickel, plomb, zinc, cadmium, cuivre) à des teneurs similaires aux bruits de fonds définis pour les sols « ordinaires » défini dans le programme ASPITET.
Recommandations	Antea Group n'émet aucune recommandation particulière concernant la qualité du terrain dans le cadre de l'urbanisation de la zone d'étude.

1. Contexte et objectif de l'étude

Dans le cadre de l'augmentation démographique de la ville de Balaruc-les-Bains (34), la Mairie souhaite aménager le quartier des Nieux pour l'instant non urbanisé.

Une étude a été lancée dans le but de comprendre le fonctionnement hydrogéologique du site intégrant notamment une étude spécifique du potentiel géothermique et **une analyse de polluants éventuels dans les sols.**

Dans le cadre de la réalisation de l'étude de la qualité des sols au droit de la zone d'étude, Antea Group est désigné comme le sous-traitant de EGSA, titulaire du marché public.

Le présent rapport d'étude rend compte des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus quant à la caractérisation de la qualité des sols au droit du site réalisée par Antea Group. Il s'inscrit dans la phase 2 du lot n°4 du marché lancé par la ville de Balaruc-Les-Bains.

2. Méthodologie générale

2.1. Textes de références

La méthodologie appliquée pour la réalisation de la mission répond :

- à la note du 19 avril 2017 et la mise à jour de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 éditée par le Ministère en charge de l'Environnement,
- aux exigences et préconisations des normes NF X31-620, révision de décembre 2021, « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »,
- aux exigences du référentiel de certification de service, révision 6 d'octobre 2020, des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués,

Les abréviations utilisées figurent en Annexe I. Les normes techniques de prélèvement et d'échantillonnage applicables sont mentionnées en Annexe II.

2.2. Description de la mission

La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620-2 de décembre 2018 applicable aux « *Prestations de service relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle* » et codifiée (cf. tableau ci-dessous) :

Tableau 1 : Codification des prestations selon la norme NFX31-620-2

Codification	Prestations
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats <ul style="list-style-type: none">- A200 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols- A270 : Interprétation des résultats des investigations

Notre prestation, conformément à la méthodologie et aux normes précitées, s'applique à la gestion des pollutions chimiques. Elle ne s'applique pas à la gestion des pollutions par des substances radioactives, par des agents pathogènes ou infectieux, par l'amiante ou par des engins pyrotechniques.

Les prestations réalisées sont décrites dans les chapitres suivants.

3. Présentation et analyse de l'existant

Le site d'étude est situé dans le quartier des Nieux, à l'est du centre-ville de Balaruc-les-Bains. Le terrain est pentu : au sud-est, la cote est à + 20 m NGF et à l'ouest à + 7 m NGF. La Figure 1 ci-après présente la localisation du projet.

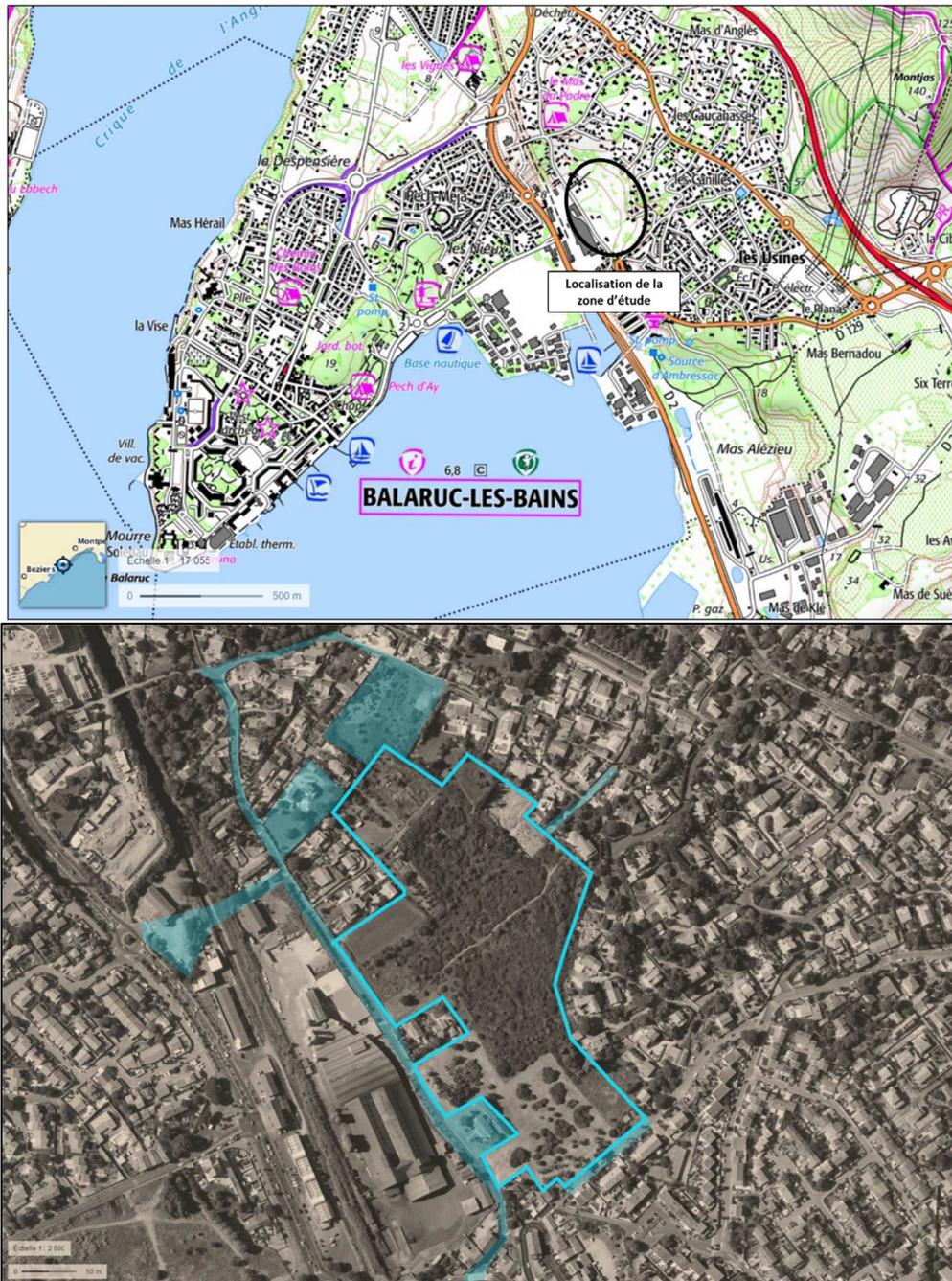


Figure 1 : Localisation du projet et abords immédiats (source : Géoportail)

4. Investigations sur site

4.1. Objectifs

L'objectif des investigations sur les milieux sol est d'identifier et/ou caractériser la qualité des sols au droit de la zone d'étude.

4.2. Sécurité de l'intervention

Les risques auxquels a été exposée l'équipe d'Antea Group intervenant sur site ont été évalués au préalable à l'intervention.

Conformément à la réglementation en vigueur, les DICT (Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux) ou DT/DICT conjointes (Déclaration de Travaux et Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux) ont été établies et traitées par Antea Group.

4.3. Investigations sur les sols (A200)

4.3.1. Réalisation des sondages sur site

Compte tenu de l'absence d'étude historique et de vulnérabilité au droit de la zone d'étude Antea Group n'a pas réalisé de mission A130 (Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigation) permettant de justifier précisément de l'implantation des sondages.

A noter toutefois que la partie sud du site a été définie comme plus exposée aux pollutions (présence d'un site industriel en bordure sud).

Ainsi, la stratégie d'implantation des sondages qui été convenue avec le client, a été basée sur une implantation aléatoire de 3 points de sondages répartis dans la partie sud du site afin de couvrir des surfaces unitaires similaires dans le secteur potentiellement le plus proche du site industriel.

Au total, 3 sondages (nommés FX, où X correspond au numéro du sondage) entre 0 et 3 mètres de profondeur ont été réalisés le 18/02/2022 à la pelle hydraulique.

Le tableau suivant présente les sondages réalisés :

Tableau 2 : Sondages réalisés

Fouille	Profondeur prévisionnelle (m)	Profondeur atteinte (m)
F2	3	2,80
F6	3	3
F7	3	3

La photographie suivante illustre un exemple de sondage.



Figure 2 : Illustration du sondage F6

La localisation des sondages réalisés est présentée dans la figure suivante :

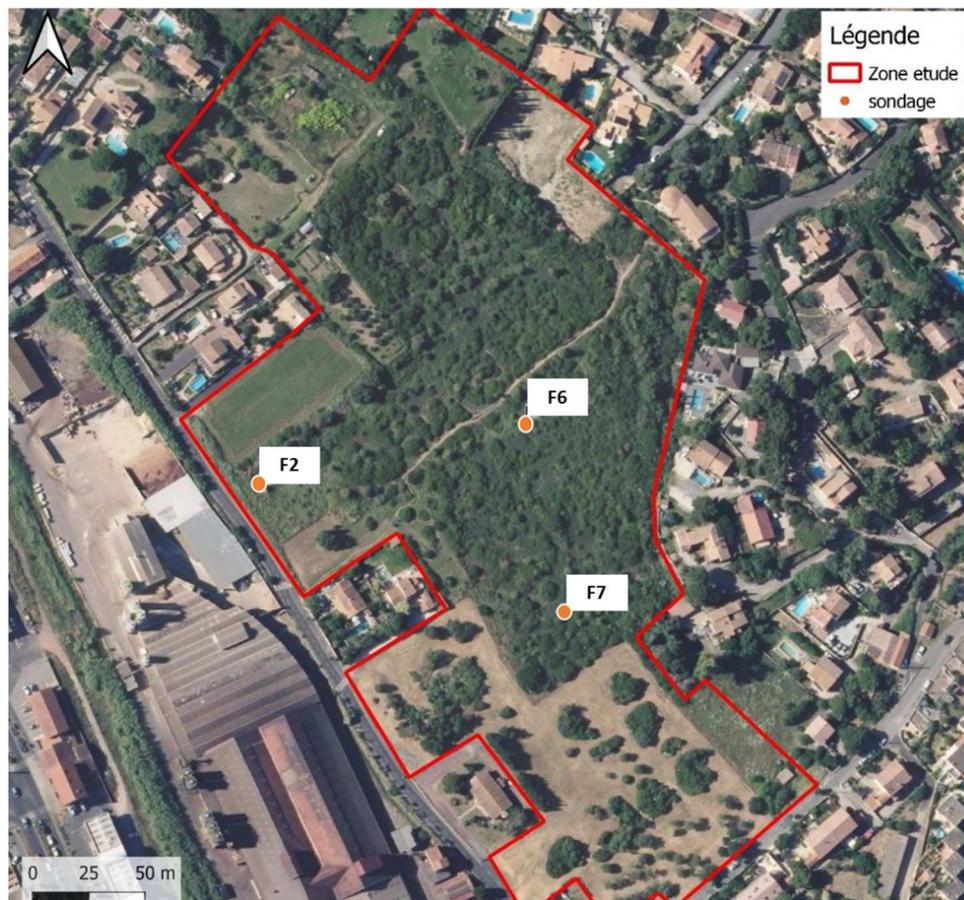


Figure 3 : Localisation des sondages réalisés

L'ensemble des sondages a été immédiatement rebouché avec les matériaux extraits directement après l'observation organoleptique et la prise d'échantillons.

4.3.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site

L'intervenant d'Antea Group, présent constamment lors des investigations, a dirigé les sondages, noté les coupes techniques, choisi et constitué les échantillons nécessaires à la caractérisation analytique des sols traversés.

La stratégie d'échantillonnage a consisté en un échantillonnage composite par couche lithologique homogène.

Les coupes des sondages sont présentées en Annexe III et précisent notamment la technique de foration, les lithologies observées et l'agencement des échantillons prélevés.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, conservés dans des glacières limitant le risque d'altération et expédiés au laboratoire.

Les échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire EUROFINS le 18/02/2022 et réceptionnés le 19/02/2022.

4.3.3. Programme analytique des sols

Le programme analytique a été établi de manière à rechercher les principaux polluants urbains et/ou industriels susceptibles d'être présents. A noter qu'aucune information concernant l'historique du site nous a été transmis et que l'activité du site industriel voisin n'a pas été étudiée.

Le programme analytique général est synthétisé dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols

Dates	Profondeur (m)	Point échantillonné	Analyses
18/02/2022	2-3	F2	- Eurofins : 8 métaux, HCT C5-C40, BTEX, HAP, COHV
18/02/2022	1 - 3	F6	- Eurofins : 8 métaux, HCT C5-C40, BTEX, HAP, COHV
18/02/2022	1-3	F7	- Eurofins : 8 métaux, HCT C5-C40, BTEX, HAP, COHV

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire EUROFINS. Ce laboratoire est certifié COFRAC.

4.4. Limites de la méthode d'investigation

Les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains du site. Leur implantation et leur densité permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux sondages et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations.

Par ailleurs, le diagnostic rend compte de l'état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs anthropiques ou naturels (exemple : variation du niveau de la nappe liée à une saisonnalité) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

Enfin, un diagnostic de pollution éventuelle du sous-sol a pour seule fonction de renseigner sur l'état chimique de contamination éventuelle du sous-sol et des éventuelles contraintes engendrées par cette contamination pour le projet d'aménagement. Toute utilisation en dehors de ce contexte (dans un but

géotechnique par exemple pour déterminer des assises de fondation) ne saurait engager la responsabilité d'Antea group.

5. Résultats des investigations et interprétation (A270)

5.1. Valeurs de comparaison

Valeurs de comparaison

L'interprétation des résultats se fait par comparaison des résultats entre eux et également par comparaison à des valeurs de référence ou des valeurs guides. Ces valeurs ne sont pas nécessairement des seuils de réhabilitation, ni des seuils de risque sanitaire. Elles peuvent parfois être réglementaires. Il est ainsi nécessaire de garder à l'esprit l'objectif à atteindre par les investigations menées.

Le tableau suivant présente les valeurs de comparaison utilisées dans le cadre de cette étude :

Tableau 4 : Valeurs de référence ou de comparaison

Milieu	Valeurs de référence ou de comparaison		
Sol	A la valeur de fond géochimique national : la valeur de fond géochimique national « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA, 2000).		
	Paramètres	Sols "ordinaires"	Sols à anomalies naturelles modérées
	Arsenic	25	60
	Cadmium	0.45	2
	Chrome	90	150
	Cuivre	20	62
	Mercure	0,1	2,3
	Plomb	50	90
	Nickel	60	130
	Zinc	100	250
			Sols à anomalies naturelles fortes
			284
			16
			3180
			102
			-
			3000
			2076
			3800
	<p>Pour les HAP, le Guide méthodologique sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques de l'INERIS (rapport n°66244-DESP-R01 du 18/08/2005) indique que les teneurs en HAP, dans les sols de terrains peu arborés, liées à des sources naturelles telles que les incendies de forêt ou la synthèse par la végétation sont de l'ordre de 0,1 à 1 mg/kg de sol pour la somme des 16 HAP. Les sols de forêt, généralement riches en matière organique, présentent des teneurs plus élevées, de l'ordre de 10 mg/kg. La valeur de bruit de fond pour les HAP est considérée ici égale à 1 mg/kg MS.</p> <p>En l'absence de valeur française réglementaire sur les sols pour les composés organiques, les résultats analytiques ont été comparés, à titre indicatif, aux critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) de l'arrêté du 12 décembre 2014. Ces valeurs s'appliquent dans le cadre du transfert de terres excavées vers une ISDI et ne représentent pas des seuils de réhabilitation (ceux-ci sont définis selon une démarche d'évaluation des risques propre à chaque site).</p>		
	Composés analysés	Unité	Seuils ISDI selon AM du 12/12/14
	Sur brut		
	HCT C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg MS	500
	HAP	mg/kg MS	50
	BTEX	mg/kg MS	6

5.2. Résultats obtenus dans les sols

5.2.1. Observations de terrain

5.2.1.1. Lithologie

Les terrains rencontrés sont les suivants :

- Terre végétale brune, chargée en matière organique entre la surface et 0,5 m de profondeur,
- Matrice limono sableuse brune orangée entre 0,5 et 1 m de profondeur (horizon retrouvé uniquement sur F7),
- Argiles sableuses grises à blanchâtres entre 1 et 1,7 à 3 m de profondeur,
- Marnes sableuses à marnes grésifiées entre 1,70 et 3 m de profondeur (uniquement au droit de F2).

Aucun niveau d'eau et trace d'humidité n'ont été rencontré lors de la foration.

5.2.1.2. Observations organoleptiques

Aucun indice organoleptique n'a été rencontré au droit des sondages. Les mesures au PID ont été systématiquement faibles voire nulles (<2 ppm) sur l'ensemble des sondages.

5.2.2. Résultats des analyses de sol en laboratoire

Le tableau de résultats présenté page suivante fait apparaître des valeurs de référence présentées précédemment. Ces valeurs sont utilisées à titre indicatif afin de détecter toute éventuelle anomalie dans les sols.

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée).

Les résultats sont présentés de la manière suivante :

- en rouge pour les paramètres supérieurs aux critères d'acceptations des terres en ISDI (selon l'arrêté du 12/12/2014),
- en vert pour les éléments traces métalliques sur brut comparés au bruit de fond géochimique = « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA / ASPITET 2000),

Les bordereaux d'analyse sont présentés en Annexe V.

Tableau 5 : Résultats d'analyses obtenus sur les sols

Nom du point de prélèvement	Profondeur de prélèvement (m)	INRA - Programme Aspitet - Bruits de fond			Seuils ISDI selon AM du 12/12/14	F2	F6	F7
		Valeurs observées dans les sols "ordinaires"	Valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles fortes		2-3m	1-3m	1-3m
					0,2	0,4	2,0	
Valeur PID (ppm)	Nature des terrains				TN	TN	TN	
Lithologie				Argiles sableuses	Argiles sableuses	Argiles sableuses		
Eléments traces (ET) - métaux et métalloïdes								
Arsenic (As)	mg/kg MS	1 à 25	30 à 60	60 à 284		2,59	6,96	5,98
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,05 à 0,45	0,70 à 2	2 à 46,3		< 0,40	0,67	< 0,40
Chrome (Cr)	mg/kg MS	10 à 90	90 à 150	150 à 3 180		12,2	25,4	16,6
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	2 à 20	20 à 62	65 à 160		< 5,00	11	6,6
Nickel (Ni)	mg/kg MS	2 à 60	60 à 130	130 à 2 076		13	37,9	17,3
Plomb (Pb)	mg/kg MS	9 à 50	60 à 90	100 à 10 180		5,16	11,8	6,94
Zinc (Zn)	mg/kg MS	10 à 100	100 à 250	250 à 11 426		21,3	44,7	31,2
Mercurure (Hg)	mg/kg MS	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-		< 0,10	< 0,10	< 0,10
Hydrocarbures totaux (HCT)								
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS				500	< 15,0	< 15,0	< 15,0
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS					< 4,00	< 4,00	< 4,00
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS					< 4,00	< 4,00	< 4,00
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS					< 4,00	< 4,00	< 4,00
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS					< 4,00	< 4,00	< 4,00
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)								
Fluorène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phénanthrène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyrène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo-(a)-anthracène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo(a,h)anthracène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acénaphthylène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acénaphtène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranthène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluoranthène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pyrène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(ghi)Pérylène / LSA33	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Somme 15 HAP + Naphtalène (Volatils)	mg/kg MS				50 (Bdf = 1)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Composés Organo-Chlorés Aliphatique Volatils (COHV)								
Naphtalène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dichlorométhane	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chlorure de vinyle	mg/kg MS					< 0,02	< 0,02	< 0,02
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS					< 0,10	< 0,10	< 0,10
Trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS					< 0,10	< 0,10	< 0,10
cis 1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS					< 0,10	< 0,10	< 0,10
Chloroforme	mg/kg MS					< 0,02	< 0,02	< 0,02
Tetrachlorométhane	mg/kg MS					< 0,02	< 0,02	< 0,02
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS					< 0,10	< 0,10	< 0,10
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS					< 0,10	< 0,10	< 0,10
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS					< 0,20	< 0,20	< 0,20
Trichloroéthylène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachloroéthylène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bromochlorométhane	mg/kg MS					< 0,20	< 0,20	< 0,20
Dibromométhane	mg/kg MS					< 0,20	< 0,20	< 0,20
1,2-Dibromoéthane	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bromoforme (tribromométhane)	mg/kg MS					< 0,10	< 0,10	< 0,10
Bromodichlorométhane	mg/kg MS					< 0,20	< 0,20	< 0,20
Dibromochlorométhane	mg/kg MS					< 0,20	< 0,20	< 0,20
Somme des 19 COHV	mg/kg MS					< 0,20	< 0,20	< 0,20
BTEX								
Benzène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
m+p-Xylène	mg/kg MS					< 0,05	< 0,05	< 0,05
Somme des BTEX	mg/kg MS				6	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500

Ces résultats indiquent :

- Pour les métaux :
 - La présence d'arsenic, chrome, nickel, plomb, et zinc sur l'ensemble des échantillons à des concentrations de l'ordre des valeurs de bruits de fond définies pour les sols « ordinaires » ;
 - La présence de cadmium et de cuivre, respectivement au droit des échantillons F6 et F6/F7, à des concentrations de l'ordre des valeurs de bruits de fond définies pour les sols « ordinaires » ;
 - L'absence de quantification du mercure au droit des échantillons prélevés (LQ = 0,10 mg/kg MS).
- La **non-quantification des HCT, HAP, COHV et BTEX** au droit des 3 échantillons analysés, témoignant d'une absence d'impact pour ces paramètres.

En conclusion, aucun impact n'a été identifié sur les 3 premiers mètres de sols au droit des points investigués. Aucune anomalie n'a été détectée en HCT, HAP, BTEX et COHV. Seuls les métaux sont quantifiés, à des teneurs similaires aux valeurs de bruit de fond définies pour les sols « ordinaires » dans le programme *ASPITET*.

6. Conclusions et recommandations

Dans le cadre de l'urbanisation du quartier des Nieux, la mairie de Balaruc-les-Bains s'intéresse aux possibilités géothermiques du site.

Une étude a été lancée dans le but de comprendre le fonctionnement hydrogéologique du site intégrant notamment une étude spécifique du potentiel géothermique et **une analyse de polluants éventuels dans les sols**.

Antea Group est intervenu le 18 février 2022 pour réaliser des investigations sur les sols de la zone d'étude conformément au cahier des charges soumis.

Au total, 3 sondages de 3 mètres de profondeur ont été réalisés avec une pelle hydraulique. L'ensemble des sondages a mis en évidence la présence d'une couche de terre végétale sur l'ensemble de la zone d'étude d'environ 50 cm d'épaisseur. Les terrains rencontrés sous cette couche sont les suivants :

- Matrice limono sableuse brune orangée entre 0,5 et 1 m de profondeur (horizon retrouvé uniquement sur F7),
- Argiles sableuses grises à blanchâtres entre 1 et 3 m de profondeur,
- Marnes sableuses à marnes grésifiées entre 1,70 et 3 m (uniquement au droit de F2).

Aucun niveau d'eau n'a été rencontrée lors des opérations.

Aucune anomalie n'a été détectée au droit de l'ensemble des sols analysés :

- Les hydrocarbures, HAP, BTEX ne sont pas quantifiés,
- Les métaux (arsenic, chrome, nickel, plomb, zinc, cadmium, cuivre) sont mesurés à des teneurs similaires aux valeurs de bruit de fond définies pour les sols « ordinaires » dans le programme *ASPITET*.

Compte tenu de ces éléments, Antea Group n'émet aucune recommandation particulière concernant l'état du terrain dans le cadre de l'urbanisation de la zone d'étude.

A noter toutefois que les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains du site. Il s'agit d'une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux sondages et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

De même, le contenu de la prestation INFOS ne peut être considéré comme exhaustif. Il est le reflet de ce que les personnes rencontrées et les documents transmis et consultés ont pu révéler. La responsabilité d'Antea Group ne saurait être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



ANNEXES

- Annexe I : Abréviations générales
- Annexe II : Normes de prélèvement et d'échantillonnage
- Annexe III : Fiches de suivi de sondages et prélèvements des sols
- Annexe IV : Bordereaux d'analyses des sols

Annexe I : **Abréviations générales**

ENVIRONNEMENT	
<i>AEI</i>	Alimentation en Eau Industrielle
<i>AEP</i>	Alimentation en Eau Potable
<i>FT</i>	Flore Totale
<i>ICPE</i>	Installation Classée Pour l'Environnement
<i>NGF</i>	Nivellement Général de la France
<i>NPHE</i>	Niveau des Plus Hautes Eaux
<i>SAGE</i>	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<i>SDAGE</i>	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<i>ZNIEFF</i>	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
<i>ZNS</i>	Zone Non Saturée
<i>ZS</i>	Zone Saturée

INSTITUTIONS	
<i>ADEME</i>	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
<i>AFNOR</i>	Association Française de Normalisation
<i>ATSDR</i>	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
<i>BRGM</i>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<i>CIRC</i>	Centre International de Recherche sur le Cancer
<i>COFRAC</i>	COmité FRANçais d'ACcréditation
<i>DRIEE</i>	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (spécifique IDF)
<i>DREAL</i>	Direction Régionales de l'Environnement, de L'Aménagement et du Logement
<i>INERIS</i>	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
<i>OEHHA</i>	Office of Environmental Health Hazard Assessment
<i>OMS</i>	Organisation Mondiale de la Santé
<i>UE</i>	Union Européenne
<i>UPDS</i>	Union des Professionnels des entreprises de Dépollution de sites
<i>USEPA</i>	United States Environmental Protection Agency

ETUDES DE RISQUES	
<i>ARR</i>	Analyse des Risques Résiduels
<i>BW</i>	Body Weight (Poids corporel)
<i>CE</i>	Concentration d'Exposition
<i>DJA</i>	Dose Journalière Admissible
<i>DJE</i>	Dose Journalière d'Exposition
<i>ED</i>	Durée d'Exposition
<i>EDR</i>	Evaluation Détaillées de Risques
<i>EQRS</i>	Etude Quantitative de Risques Sanitaires
<i>EF</i>	Fréquence d'Exposition
<i>ERI</i>	Excès de Risque Individuel de cancer
<i>ERS</i>	Evaluation des Risques Sanitaires
<i>ERU</i>	Excès de Risque Unitaire
<i>ESR</i>	Evaluation Simplifiée des Risques
<i>ET</i>	Temps d'Exposition
<i>F</i>	Fraction du temps d'exposition

ETUDES DE RISQUES	
<i>GMS</i>	Groundwater Modeling System
<i>IR</i>	Indice de Risque
<i>JE</i>	Johnson & Ettinger (Modèle)
<i>LOAEL</i>	Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level
<i>NAF</i>	Facteur d'Atténuation Naturelle
<i>NOAEL</i>	No-Observed-Adverse-Effect-Level
<i>RAIS</i>	Risk Assessment Information System
<i>RBCA</i>	Risk-Based Corrective Action
<i>Rfc</i>	Reference Concentration
<i>SF</i>	Slope Factor
<i>TPHCWG</i>	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group
<i>VF</i>	Facteur de Volatilisation
<i>VLE</i>	Valeur Limite d'Exposition
<i>VME</i>	Valeur Moyenne d'Exposition
<i>VTR</i>	Valeurs Toxicologiques de Référence

SUBSTANCES, ELEMENTS & COMPOSES	
<i>As</i>	Arsenic
<i>BTEX</i>	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
<i>CA</i>	Charbon Actif
<i>CAV</i>	Composé Aromatique Volatil
<i>Cd</i>	Cadmium
<i>CN</i>	Cyanures
<i>COHV</i>	Composés Organo-Halogénés Volatils
<i>Cr</i>	Chrome
<i>Cu</i>	Cuivre
<i>Foc</i>	Fraction de carbone organique
<i>FOD</i>	fioul domestique (fuel oil domestic)
<i>GO</i>	GasOil
<i>H2S</i>	hydrogène sulfuré
<i>HAP</i>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
<i>HCT</i>	Hydrocarbures Totaux
<i>Hg</i>	Mercurie
<i>LQ</i>	Limite de quantification
<i>MS</i>	Matière Sèche
<i>Ni</i>	Nickel
<i>OHV</i>	Composés Halogénés volatils
<i>Pb</i>	Plomb
<i>PCB</i>	Polychlorobiphényles
<i>PEHD</i>	Polyéthylène haute densité
<i>PP</i>	Polypropylène
<i>Ppm</i>	Partie par million
<i>PVC</i>	Polychlorure de vinyle
<i>Zn</i>	Zinc

MARCHES PUPRICS	
<i>AE</i>	Acte d'engagement
<i>AMO</i>	Assistance à Maître d'ouvrage
<i>BPE</i>	Bilan Prévisionnel d'exploitation
<i>CCAG</i>	Cahier des Clauses Administratives Générales
<i>CCAP</i>	Cahier des Clauses Administratives Particulières
<i>CCTG</i>	Cahier des Clauses Techniques Générales
<i>CCTP</i>	Cahier des Clauses Techniques Particulières
<i>DCE</i>	Dossier de Consultation des Entreprises
<i>DROC</i>	Déclaration réglementaire d'ouverture de chantier
<i>EPERS</i>	Élément pouvant entraîner la responsabilité solidaire du fabricant
<i>MOE</i>	Maître d'œuvre
<i>OPC</i>	Ordonnancement, Pilotage et Coordination
<i>PFD</i>	Programme Fonctionnel Détaillé
<i>PGC</i>	Plan Général de Coordination
<i>PGCSPS</i>	Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et Protection de la santé
<i>PPE</i>	Planning Prévisionnel d'Exécution
<i>PPSPS</i>	Plan Particulier de Sécurité et de Protection
<i>PRM</i>	Personne responsable du marché
<i>PUC</i>	Police Unique Chantier.
<i>VRD</i>	Voirie, Réseaux Divers

INTERVENTION SUR SITE ET TRAVAUX DE DEPOLLUTION	
<i>ADR</i>	arrêté relatif au transport des Marchandises dangereuses par route
<i>ATEX</i>	ATmosphère EXplosible
<i>BRH</i>	Brise Roche Hydraulique
<i>BSD</i>	Bordereau de Suivi des Déchets
<i>CAP</i>	Certificat d'Acceptation Préalable
<i>CATOX</i>	CATalytic OXYdation
<i>DAP</i>	Demande d'Admission Préalable
<i>DIB</i>	Déchets Industriels Banals
<i>DICT</i>	Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux
<i>DIS</i>	Déchets Industriels Spéciaux
<i>DT</i>	Déclaration de Travaux
<i>DTQD</i>	Déchets Toxiques en Quantité Dispersée
<i>EPC</i>	Equipement de Protection Collective
<i>EPI</i>	Equipement de Protection Individuelle
<i>ISCO</i>	In-Situ Chemical Oxydation
<i>ISDI</i>	Installation de Stockage de Déchets Inertes
<i>ISDND</i>	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
<i>ISDD</i>	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
<i>FDS</i>	Fiche de Données de Sécurité
<i>MASE</i>	Manuel d'Amélioration de la Sécurité des Entreprises
<i>PID</i>	Détecteur à photoionisation
<i>SVE</i>	Soil Venting Extraction
<i>TN</i>	Terrain Naturel

Annexe II : Normes de prélèvement et d'échantillonnage

Normes de prélèvements et d'échantillonnage

Antea Group applique les normes de prélèvement et d'échantillonnage suivantes :

MILIEU SOL

Les prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols sont réalisés selon les normes :

NF ISO 18400-100 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 100 : Lignes directrices pour la sélection des normes d'échantillonnage », Mai 2017

NF ISO 18400-101 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 101 : Cadre pour la préparation et l'application d'un plan d'échantillonnage », Juillet 2017

NF ISO 18400-102 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 102 : Choix et application des techniques d'échantillonnage », Décembre 2017

NF ISO 18400-103 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 103 : Sécurité, Décembre 2017

NF ISO 18400-105 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 105 : Emballage, transport, stockage et conservation des échantillons », Décembre 2017

NF ISO 18400-106 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 106 : Contrôle de la qualité et assurance de la qualité », Décembre 2017

NF ISO 18400-107 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 107 : Enregistrement et notification », Décembre 2017

NF ISO 18400-201 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 201 : Prétraitement physique sur le terrain », Décembre 2017

NF ISO 18512 « Qualité du sol : Lignes directrices relatives au stockage des échantillons de sol à long et à court termes », Octobre 2007

NF ISO 11504 « Qualité du sol : Evaluation de l'impact du sol contaminé avec des hydrocarbures pétroliers », Septembre 2017

NF EN ISO 19258 « Qualité du sol : Recommandations pour la détermination des valeurs de fond », Septembre 2018

Annexe III : **Fiches de suivi de sondages et prélèvements des sols**

Annexe IV : **Bordereaux d'analyses des sols**

ANTEA FRANCE
Madame Mathilde OUDSHOORN
 Parc d'Activité de l'Aéroport
 180 impasse John Locke
 34470 PEROLS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E032190

Version du : 28/02/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Date de réception technique : 19/02/2022

Première date de réception physique : 19/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : LROP210247

Nom Projet : Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Référence Commande : 45412

Coordinateur de Projets Clients : Marion Medina / MarionMedina@eurofins.com / +33 64974 5158

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	F2
002	Sol	(SOL)	F6
003	Sol	(SOL)	F7

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E032190

Version du : 28/02/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Date de réception technique : 19/02/2022

Première date de réception physique : 19/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : LROP210247

Nom Projet : Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Référence Commande : 45412

N° Echantillon	001	002	003
Référence client :	F2	F6	F7
Matrice :	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	18/02/2022	18/02/2022	18/02/2022
Date de début d'analyse :	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :	9.7°C	9.7°C	9.7°C

Préparation Physico-Chimique

ZS00U : Prétraitement et séchage à 40°C	*	Fait	*	Fait	*	Fait
LS896 : Matière sèche	% P.B.	* 86.0	* 90.2	* 87.6		

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	* 2.59	* 6.96	* 5.98		
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	* <0.40	* 0.67	* <0.40		
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	* 12.2	* 25.4	* 16.6		
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	* <5.00	* 11.0	* 6.60		
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	* 13.0	* 37.9	* 17.3		
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	* 5.16	* 11.8	* 6.94		
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	* 21.3	* 44.7	* 31.2		
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	* <0.10	* <0.10	* <0.10		

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)				
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	* <15.0	* <15.0	* <15.0
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.	<4.00	<4.00	<4.00
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.	<4.00	<4.00	<4.00
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.	<4.00	<4.00	<4.00
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.	<4.00	<4.00	<4.00
LSL4E : Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (%)				
> C10 - C12 inclus	%	-	-	-
> C12 - C16 inclus	%	-	-	-
> C16 - C20 inclus	%	-	-	-
> C20 - C24 inclus	%	-	-	-

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E032190

Version du : 28/02/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Date de réception technique : 19/02/2022

Première date de réception physique : 19/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : LROP210247

Nom Projet : Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Référence Commande : 45412

N° Echantillon	001	002	003
Référence client :	F2	F6	F7
Matrice :	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	18/02/2022	18/02/2022	18/02/2022
Date de début d'analyse :	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :	9.7°C	9.7°C	9.7°C

Hydrocarbures totaux

LSL4E : **Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (%)**

	001	002	003
> C24 - C28 inclus	-	-	-
> C28 - C32 inclus	-	-	-
> C32 - C36 inclus	-	-	-
> C36 - C40 exclus	-	-	-

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

	001	002	003
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHN : Benzo(a)-anthracène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
ZS04B : Somme 15 HAP + Naphtalène (Volatils)	mg/kg M.S. <0.05	mg/kg M.S. <0.05	mg/kg M.S. <0.05

Composés Volatils

	001	002	003
LS32C : Naphtalène	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05
LS0Y1 : Dichlorométhane	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05	mg/kg M.S. * <0.05

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 22E032190

Version du : 28/02/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Date de réception technique : 19/02/2022

Première date de réception physique : 19/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : LROP210247

Nom Projet : Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Référence Commande : 45412

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**002****003****F2****F6****F7****SOL****SOL****SOL**

18/02/2022

18/02/2022

18/02/2022

22/02/2022

22/02/2022

22/02/2022

9.7°C

9.7°C

9.7°C

Composés Volatils

LS0XT : Chlorure de vinyle	mg/kg M.S.	*	<0.02	*	<0.02	*	<0.02
LS0YP : 1,1-Dichloroéthylène	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS0YQ : Trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS0YR : cis 1,2-Dichloroéthylène	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS0YS : Chloroforme	mg/kg M.S.	*	<0.02	*	<0.02	*	<0.02
LS0Y2 : Tetrachlorométhane	mg/kg M.S.	*	<0.02	*	<0.02	*	<0.02
LS0YN : 1,1-Dichloroéthane	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS0XY : 1,2-Dichloroéthane	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0YL : 1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS0YZ : 1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg M.S.	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
LS0Y0 : Trichloroéthylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0XZ : Tetrachloroéthylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0Z1 : Bromochlorométhane	mg/kg M.S.	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
LS0Z0 : Dibromométhane	mg/kg M.S.	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
LS0XX : 1,2-Dibromoéthane	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0YY : Bromoforme (tribromométhane)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS0Z2 : Bromodichlorométhane	mg/kg M.S.	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
LS0Z3 : Dibromochlorométhane	mg/kg M.S.	*	<0.20	*	<0.20	*	<0.20
LS32P : Somme des 19 COHV	mg/kg M.S.		<0.20		<0.20		<0.20
LS0XU : Benzène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0Y4 : Toluène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0XW : Ethylbenzène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0Y6 : o-Xylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0Y5 : m+p-Xylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
LS0IK : Somme des BTEX	mg/kg M.S.		<0.0500		<0.0500		<0.0500

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E032190

Version du : 28/02/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Date de réception technique : 19/02/2022

Première date de réception physique : 19/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : LROP210247

Nom Projet : Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Référence Commande : 45412


Gilles Lacroix

Chef d'Equipe Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 9 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou identifiée en observation
L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique
Dossier N° :22E032190

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Emetteur : Mme Mathilde Oudshoorn

Commande EOL : 006-10514-840792

Nom projet : N° Projet : LROP210247

Référence commande : 45412

Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :	
LS0IK	Somme des BTEX	Calcul - Calcul			mg/kg M.S.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France	
LS0XT	Chlorure de vinyle	HS - GC/MS [Extraction méthanologique] - NF EN ISO 22155 (sol) Méthode interne (boue,séd)	0.02	46%	mg/kg M.S.		
LS0XU	Benzène		0.05	40%	mg/kg M.S.		
LS0XW	Ethylbenzène		0.05	47%	mg/kg M.S.		
LS0XX	1,2-Dibromoéthane		0.05	77%	mg/kg M.S.		
LS0XY	1,2-Dichloroéthane		0.05	55%	mg/kg M.S.		
LS0XZ	Tetrachloroéthylène		0.05	55%	mg/kg M.S.		
LS0Y0	Trichloroéthylène		0.05	45%	mg/kg M.S.		
LS0Y1	Dichlorométhane		0.05	50%	mg/kg M.S.		
LS0Y2	Tetrachlorométhane		0.02	41%	mg/kg M.S.		
LS0Y4	Toluène		0.05	47%	mg/kg M.S.		
LS0Y5	m+p-Xylène		0.05	47%	mg/kg M.S.		
LS0Y6	o-Xylène		0.05	45%	mg/kg M.S.		
LS0YL	1,1,1-Trichloroéthane		0.1	40%	mg/kg M.S.		
LS0YN	1,1-Dichloroéthane		0.1	40%	mg/kg M.S.		
LS0YP	1,1-Dichloroéthylène		0.1	35%	mg/kg M.S.		
LS0YQ	Trans-1,2-dichloroéthylène		0.1	45%	mg/kg M.S.		
LS0YR	cis 1,2-Dichloroéthylène		0.1	50%	mg/kg M.S.		
LS0YS	Chloroforme		0.02	40%	mg/kg M.S.		
LS0YY	Bromoforme (tribromométhane)		0.1	55%	mg/kg M.S.		
LS0YZ	1,1,2-Trichloroéthane		0.2	55%	mg/kg M.S.		
LS0Z0	Dibromométhane		0.2	55%	mg/kg M.S.		
LS0Z1	Bromochlorométhane		0.2	50%	mg/kg M.S.		
LS0Z2	Bromodichlorométhane		0.2	45%	mg/kg M.S.		
LS0Z3	Dibromochlorométhane		0.2	45%	mg/kg M.S.		
LS32C	Naphtalène		0.05	36%	mg/kg M.S.		
LS32P	Somme des 19 COHV		HS - GC/MS [Extraction méthanologique] - Calcul				mg/kg M.S.
LS865	Arsenic (As)		ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres)	1	40%		mg/kg M.S.
LS870	Cadmium (Cd)			0.4	40%		mg/kg M.S.
LS872	Chrome (Cr)	5		35%	mg/kg M.S.		
LS874	Cuivre (Cu)	5		45%	mg/kg M.S.		

Annexe technique

Dossier N° :22E032190

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Emetteur : Mme Mathilde Oudshoorn

Commande EOL : 006-10514-840792

Nom projet : N° Projet : LROP210247

Référence commande : 45412

Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS881	Nickel (Ni)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	35%	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	50%	mg/kg M.S.	
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	5%	% P.B.	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 14039 (Boue, Sédiments) - NF EN ISO 16703 (Sols)	15	45%	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres) - NF ISO 16175-2 (boue) - NF ISO 16772 (sol)	0.1	40%	mg/kg M.S.	
LSL4E	Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (%) > C10 - C12 inclus > C12 - C16 inclus > C16 - C20 inclus > C20 - C24 inclus > C24 - C28 inclus > C28 - C32 inclus > C32 - C36 inclus > C36 - C40 exclus	Calcul - Méthode interne			% % % % % % % %	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - PR NF EN 17503	0.05	37%	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.05	32%	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.05	31%	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.05	28%	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.05	34%	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.05	34%	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.05	29%	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.05	33%	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.05	36%	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.05	41%	mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :22E032190

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Emetteur : Mme Mathilde Oudshoorn

Commande EOL : 006-10514-840792

Nom projet : N° Projet : LROP210247

Référence commande : 45412

Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.05	43%	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.05	43%	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.05	30%	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphtène		0.05	25%	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.05	43%	mg/kg M.S.	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -				
ZS00U	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [sur la totalité de l'échantillon sauf mention contraire] - NF EN 16179				
ZS04B	Somme 15 HAP + Naphtalène (Volatils)	Calcul -			mg/kg M.S.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 22E032190

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-039348-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-840792

Nom projet : N° Projet : LROP210247

Référence commande : 45412

Balrauc les Bain Lot 4

Nom Commande : LROP210247 Balaruc les Bains

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	F2	18/02/2022 10:23:00	19/02/2022	19/02/2022	V05FA4857	374mL verre (sol)
001	F2	18/02/2022 10:23:00	19/02/2022	19/02/2022	V05FA4860	374mL verre (sol)
002	F6	18/02/2022 10:23:00	19/02/2022	19/02/2022	V05FA4862	374mL verre (sol)
002	F6	18/02/2022 10:23:00	19/02/2022	19/02/2022	V05FA4872	374mL verre (sol)
003	F7	18/02/2022 10:23:00	19/02/2022	19/02/2022		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.



Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement
et de la valorisation des territoires



Références :



Portées
communiquées
sur demande

Rapport final

Balaruc-les-Bains - Quartier des Nieux

Étude hydrogéologique pour l'exploitation des eaux souterraines à des fins énergétiques



Rapport A 115958/version B – Mars 2022

Projet suivi par Quentin DEVENOGES – 06.72.83.10.92 – quentin.devenoges@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Balaruc-les-Bains - Quartier des Nieux Étude hydrogéologique pour l'exploitation des eaux souterraines à des fins énergétiques

CLIENT	SITE
Mairie de Balaruc-les-Bains	Balaruc-les-Bains – Quartier des Nieux
Avenue de Montpellier BP 1 34540 BALARUC-LES-BAINS	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Quentin DEVENOGES
Interlocuteur commercial	Jérôme LACROIX
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Montpellier 04.67.15.91.10 secretariat.montpellier@anteagroup.fr
Rapport n°	A 115958
Version n°	version B
Votre commande et date	
Projet n°	LROP210295

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	DEVENOGES ROUX	Ingénieur(e)s hydrogéologues	MARS_2022	
Approbation	LACROIX	Chef de projet	MARS_2022	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	02/03/2022	25	0	Version initiale
B	30/03/2022	25	0	Modification suite à remarque du client

Sommaire

1. Contexte et objectifs	6
2. Documents consultés	7
3. Contexte environnemental	8
4. Géologie	9
4.1. Contexte géologique régional	9
4.2. Contexte géologique local	11
4.3. Potentiel géothermique du sous-sol	15
5. Hydrogéologie	16
5.1. Contexte régional	16
5.2. Contexte local	17
5.3. Vulnérabilité de la ressource en eau	18
5.4. Possibilité d'exploitation des eaux souterraines	19
6. Exploitation géothermique sur nappe	20
6.1. Exploitation envisagée	20
6.2. Implantation du dispositif de captage/rejet	20
6.3. Exploitation de la nappe des calcaires du Jurassique	20
7. Exploitation géothermique sur sonde	21
8. Aspects réglementaires	22
8.1. Procédure au titre du Code Minier	22
9. Conclusion	24

Table des figures

Figure 1 : Localisation du projet et abords immédiats (source : Géoportail)	8
Figure 2 : Contexte géologique régional (extrait du rapport BRGM RP 58781 FR)	9
Figure 3 : Coupe géologique NO/SE passant au nord de Balaruc-les-Bains (extrait du rapport BRGM RP 58781 FR).....	10
Figure 4 : Carte géologique et structurale de la presqu'île de Balaruc-les-Bains	10
Figure 5 : Localisation du projet sur fond de carte géologique au 1/50 000 (source : Géoportail)	11
Figure 6 : Recensement des point d'eau autour du projet	12
Figure 7 : Coupe géologique prévisionnelle sur 200 m	14
Figure 8 : Entité hydrogéologique concernée par le projet	17
Figure 9 : Extrait de la carte de zonage réglementaire (source : géothermie.fr).....	23

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des forages recensés en BSS (source : Infoterre)	12
Tableau 2 : Puissance spécifique extraite en fonction des terrains.....	15
Tableau 3 : Potentiel géothermique en fonction des terrains recoupés	15
Tableau 4 : Prélèvement connus dans l'entité concernées par le projet.....	17
Tableau 5 : Caractéristiques principales des forages thermaux	18
Tableau 6 : Cadre réglementaire s'appliquant au projet (géothermie sur nappe)	22
Tableau 7 : Cadre réglementaire s'appliquant au projet (géothermie sur sonde)	23

1. Contexte et objectifs

Dans le cadre de l'augmentation démographique de la ville de Balaruc-les-Bains, la Mairie souhaite aménager le quartier de Nieux pour l'instant non urbanisé.

Antea Group a été mandaté afin de réaliser une étude hydrogéologique visant à déterminer les possibilités d'exploitation des eaux souterraines à des fins énergétiques.

L'objectif de l'étude est de présenter au porteur de projet les éléments techniques, économiques, réglementaires et environnementaux lui permettant de se déterminer sur la faisabilité d'une telle opération.

Le présent rapport rend compte des résultats de l'étude de caractérisation des ressources géothermiques établie à partir de données bibliographiques.

2. Documents consultés

Les rapports suivants ont été consultés :

- **Antea Group** - Transformation du forage de reconnaissance en forage d'exploitation F15 sur la commune de Balaruc-les-Bains - Juillet 2017
- **Antea Group** - Dossier de demande d'Autorisation d'exploiter la source Dortoman) - Thermes de Balaruc-les-Bains (34) – Janvier 2013
- **BRGM** – Ressource en eau thermale de la station de Balaruc-les-Bains – Etat des lieux – Rapport final – BRGM RP/58781 – Janvier 2011

Les documents suivants ont également été consultés :

- Carte géologique du BRGM au 1/50'000 (Feuille 1016 - SÈTE)
- Carte géologique vectorisée du BRGM (BDCHarm)
- Atlas hydrogéologique du Languedoc-Rousillon (2013)
- Banque de données du sous-sol (BSS)
- Base de donnée PICTO
- Base de Données des Limites de Systèmes Aquifères (BDLISA)
- Carte topographique de l'IGN (via Géoportail)
- Orthophotos de l'IGN (via Géoportail)

3. Contexte environnemental

Le projet est situé dans le quartier des Nieux, à l'est du centre-ville de Balaruc-les-Bains. L'altitude du site est comprise entre 20 et 7 m NGF. La Figure 1 ci-après présente la localisation du projet.

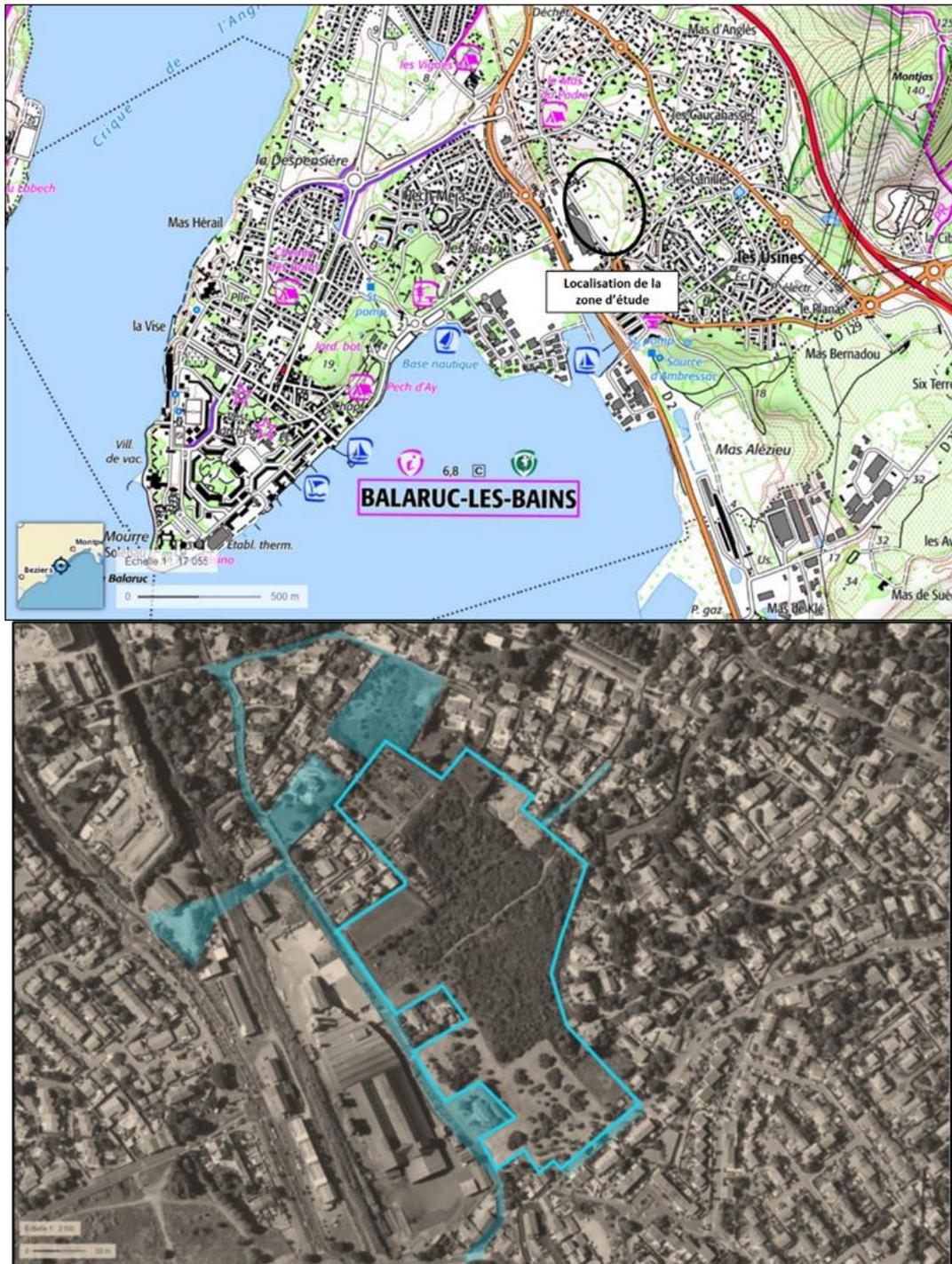


Figure 1 : Localisation du projet et abords immédiats (source : Géoportail)

4. Géologie

4.1. Contexte géologique régional

Le secteur est localisé à la limite sud-ouest du massif de la Gardiole, anticlinal formé par **les calcaires jurassiques** s'alignant du nord-est au sud-ouest. Ces derniers affleurent au niveau de la montagne de la Gardiole et du causse d'Aumelas et s'enfoncent progressivement au sud-ouest sous le plateau continental jusqu'à une profondeur de 1 500 à 2 000 m.

Les molasses miocènes du bassin Montbazin-Gigean recouvrent en partie les calcaires dans les zones d'effondrement formées par les mouvements des failles pyrénéennes et par le fossé d'effondrement lié à l'ouverture du Golfe du Lion.

La Figure 2 ci-après présente un extrait de la carte géologique au 1/50'000 du BRGM.

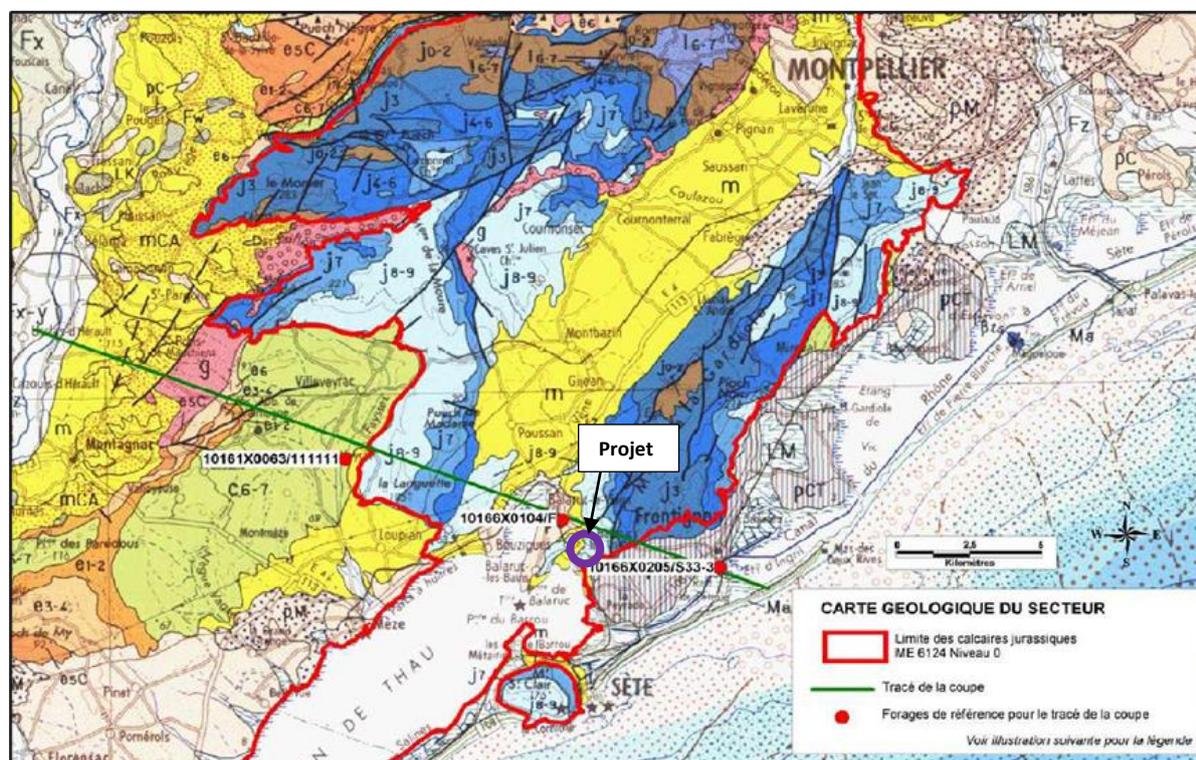


Figure 2 : Contexte géologique régional (extrait du rapport BRGM RP 58781 FR)

La Figure 3 ci-après permet de visualiser les grandes structures régionales au droit desquelles le projet s'inscrit.

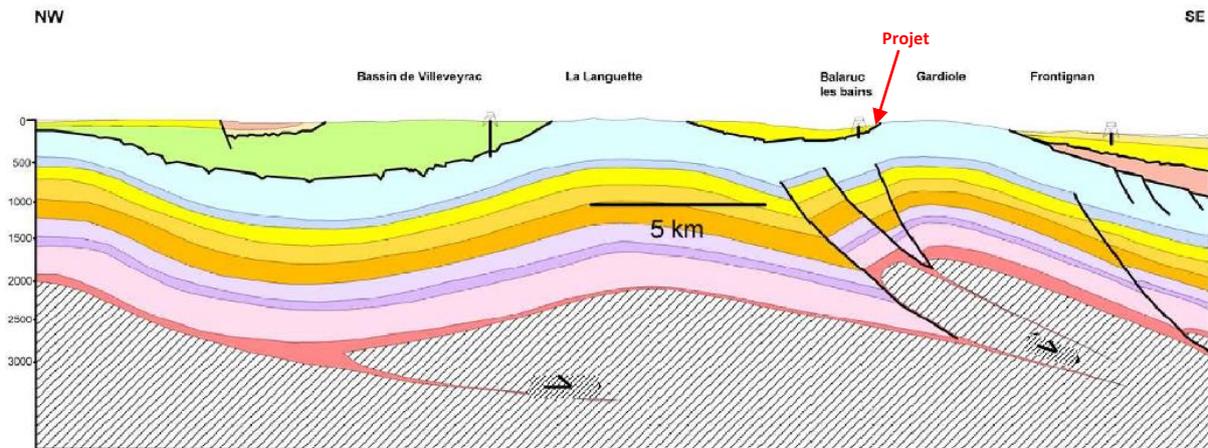


Figure 3 : Coupe géologique NO/SE passant au nord de Balaruc-les-Bains (extrait du rapport BRGM RP 58781 FR)

D'un point de vue structural, le projet se situe dans une zone de fracturation importante qui se matérialise par 2 systèmes de failles conjugués :

- **système nord-est/sud-ouest** : constitue l'orientation la plus représentée avec notamment la faille de Nîmes (les venues d'eau telles que la source Perrier, les eaux thermales de Balaruc et de Sète sont en principe associées à cette famille d'accident).
- **système nord-nord-est/sud-sud-ouest** : vient se greffer sur la famille précédente et affecte principalement les massifs calcaires du jurassique comme le massif de la Gardiole. Ces failles sont recouvertes sur la presqu'île de Balaruc par la couverture miocène et plio-quaternaire. Elles seraient à l'origine de l'important graben d'Issanka situé au Nord de Balaruc.

La Figure 4 ci-après présente les failles majeures et secondaires sur la presqu'île de Balaruc-les-Bains située à l'ouest du projet.

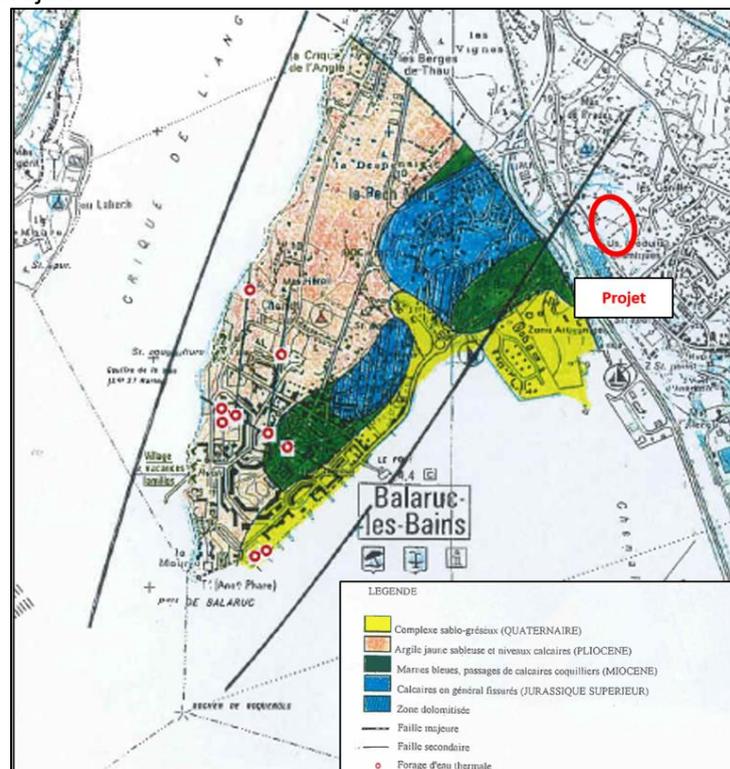


Figure 4 : Carte géologique et structurale de la presqu'île de Balaruc-les-Bains

4.2. Contexte géologique local

La Figure 5 ci-après présente la localisation du projet sur fond de carte géologique au 1/ 50 000 (carte géologique de Sète : N°1016).

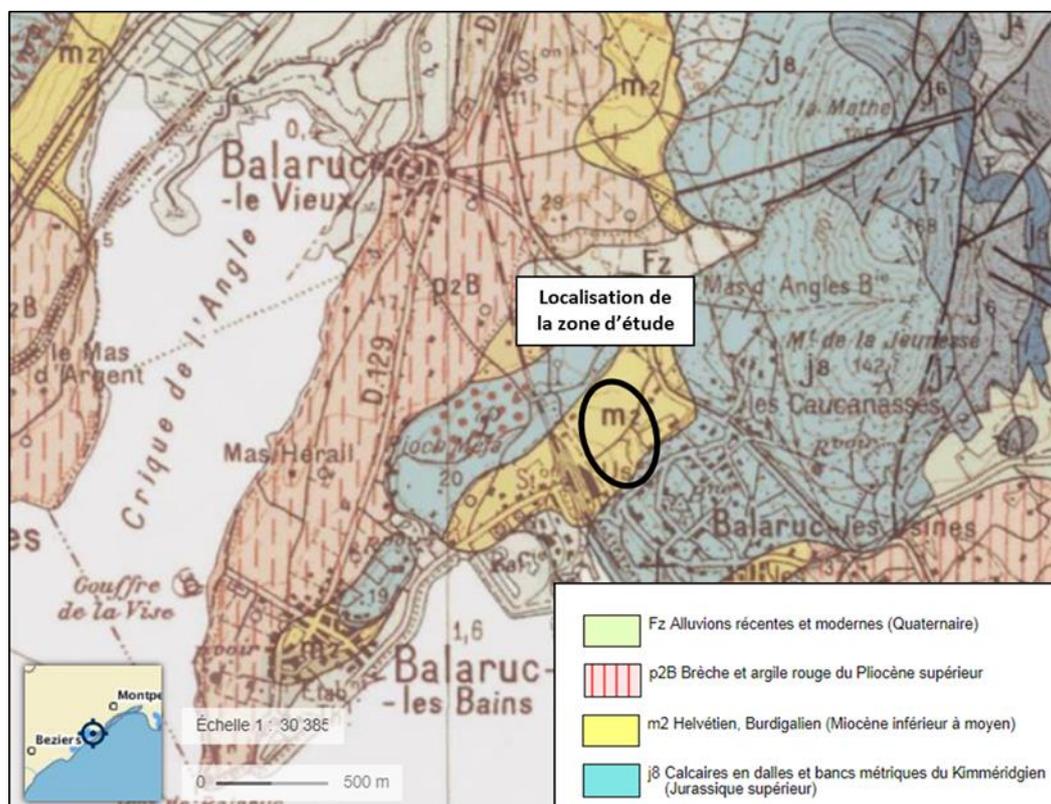


Figure 5 : Localisation du projet sur fond de carte géologique au 1/50 000 (source : Géoportail)

Le site est entouré par des terrains à l'affleurement d'âges variés :

- **au droit du site** : marnes bleues et passages de calcaires coquilliers du Miocène ;
- **au nord** : alluvions récentes du Quaternaire ;
- **au nord-ouest** : argiles et brèches du Pliocène ;
- **à l'est et à l'ouest** : ensemble calcaire du Jurassique supérieur (Kimmeridgien supérieur) constitué d'un calcaire gris beige sub-lithographique en bancs massifs et parfois dolomités.

La lithologie a pu être précisée à partir de la consultation de la base de données du sous-sol du BRGM et des archives d'Antea Group. Plusieurs sondages/forages atteignent des profondeurs importantes (jusqu'à 490 m). Leurs localisations sont présentées sur la Figure 6 ci-après.

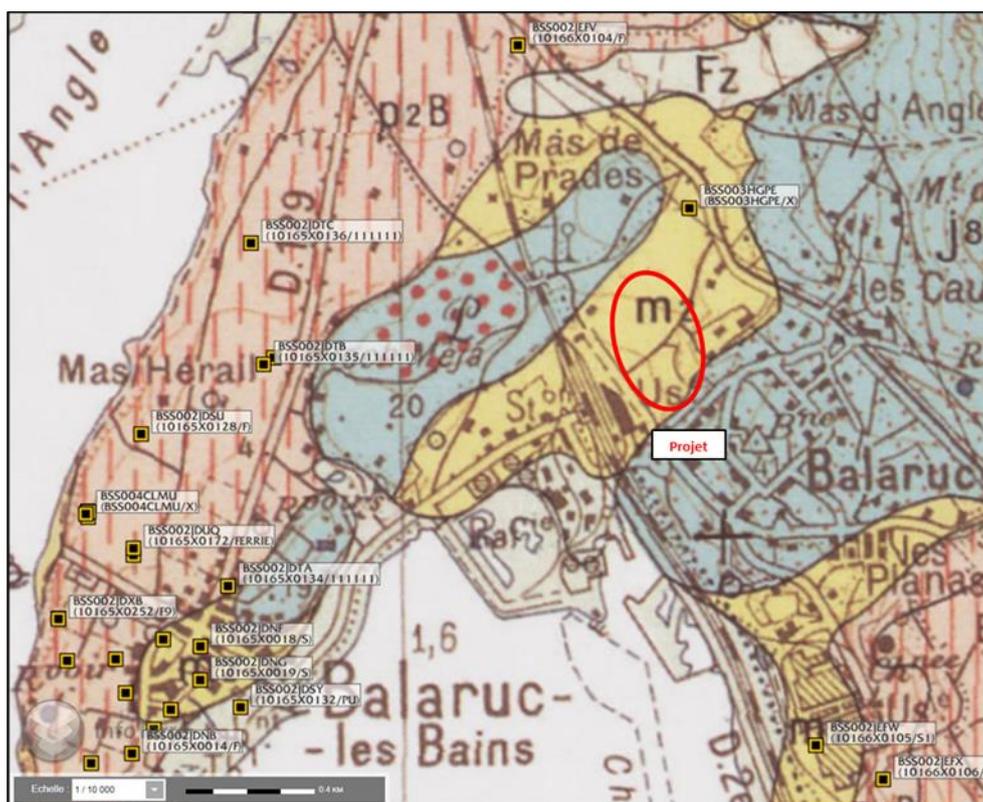


Figure 6 : Recensement des points d'eau autour du projet

Le Tableau 1 ci-après présente les caractéristiques des différents forages recensés ainsi que la lithologie et leurs distances au projet.

Tableau 1 : Caractéristiques des forages recensés en BSS (source : Infoterre)

Référence BSS	Distance au site d'étude (m)	Profondeur atteinte (m)	Niveau d'eau (m/sol) -(mNGF)	Formations géologiques recoupées
BSS003HGPE	400	70	Non disponible	0-28m : Miocène 28-70m : Jurassique
BSS002JEFV	900	115	Non disponible	0-14m : Pliocène 14-100m : Miocène 100 -115m : Jurassique
BSS002JEKE	1 000	100	39,02 - 2,21	0-100m : Jurassique
BSS002JDVA	1 520	55	7,38 – 0,95	0-34m : Pliocène 34-37m : Miocène 37-55m : Jurassique
BSS004AXZK (Antea)	1 700	280	Non disponible	0-6 : Quaternaire 6-78m : Mio -Pliocène 78-280m : Jurassique
BSS004AXZH (Antea)	1 700	168	Non disponible	0-75m : Mio-Pliocène 75-168m : Jurassique
BSS004CLMU/X	1 700	770	Non disponible	0-6m : Quaternaire 6-72m : Miocène 72-173m : Jurassique 173-277m : Kimméridgien 277-440m : Oxfordien 440-770m : Callovien
BSS002JDUZ	1 850	175	Non disponible	0-25m : Pliocène 25-65m : Miocène 65-175m : Jurassique
BSS002JDVB	1 900	490	Non disponible	0-18m : Pliocène 18-72m : Miocène

				72-490m : Jurassique
BSS002JDXB	1900	120	Non disponible	0-85m : Miocène 85-120m : Jurassique
BSS002JDXC	1950	121	Non disponible	0-79m : Miocène 79-121m : Jurassique
F15 (Antea)	2250	306	4,85 - /	0-190m : Pliocène – Plaisancien 190-306 : Jurassique

En compilant les données de géologie, la lithologie attendue au droit du site pourrait-être la suivante :

- de 0 à 7 m : argiles du Quaternaire ;
- de 7 à 30 m : marno-calcaire du Burdigalien (Miocène) ;
- de 30 à 50 : calcaire gris dolomitisé du Kimméridgien supérieur (Jurassique) ;
- de 50 à 150 m : calcaire marneux du Kimméridgien inférieur (Jurassique) ;
- de 150 à 200 m : calcaire massif dolomitisé de l'Oxfordien supérieur (Jurassique).

Les calcaires du Kimméridgien inférieur sont recoupés par des zones de fracturation et sont le siège de potentielles circulations hydrothermales.

La coupe prévisionnelle des terrains recoupés sur 200 m est présentée sur la Figure 7 ci-après.

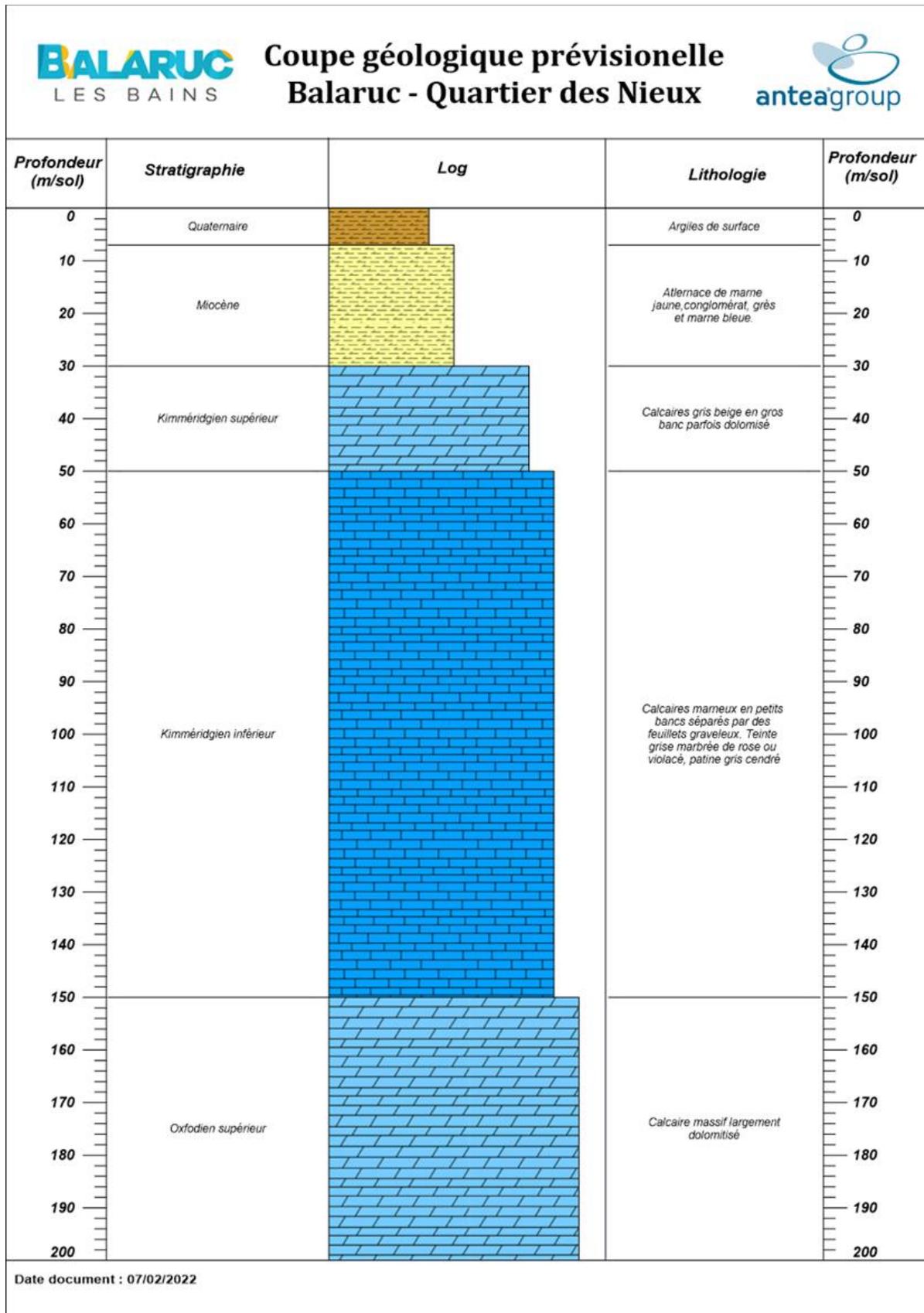


Figure 7 : Coupe géologique prévisionnelle sur 200 m

4.3. Potentiel géothermique du sous-sol

L'appréciation du potentiel géothermique du sous-sol est basée sur des ratios appliqués à la coupe géologique prévisionnelle déterminée au droit du projet.

Le Tableau 2 ci-dessous, extrait de la norme AFNOR NF X10-970, précise les valeurs indicatives à considérer en fonction du type de terrains traversés.

Tableau 2 : Puissance spécifique extraite en fonction des terrains

Type de terrain	Puissance spécifique extraite	
	pour 1 800 h/an (W/m)	pour 2 400 h/an (W/m)
Valeurs générales indicatives		
— sous-sols pauvres (sédiments secs)	25	20
— sous-sols normalement rocheux, sédiments saturés en eau	60	50
— roches consolidées à conductivité thermique élevée	84	70
Roches spécifiques		
— graviers et sables secs	< 25	< 20
— graviers et sables saturés en eau	65 à 80	55 à 65
— argile humide	35 à 50	30 à 40
— calcaire massif	55 à 70	45 à 60
— grès	65 à 80	55 à 65
— granite	65 à 85	55 à 70
— basalte	40 à 65	35 à 55
— gneiss	70 à 85	60 à 70

En se basant sur ce tableau et sur la coupe géologique prévisionnelle, les valeurs à considérer pour le site étudié seraient les suivantes :

Tableau 3 : Potentiel géothermique en fonction des terrains recoupés

Nature des terrains	Profondeur (m/TN)	Épaisseur (m)	Puissance minimale extraite (W/m)	Puissance maximale extraite (W/m)
Argile	0 - 7	7	25	25
Marno-calcaire	7 - 30	23	35	50
Calcaire	30 - 50	20	55	70
Marno-calcaire	50 - 150	100	35	50
Calcaire	150 - 200	50	55	70

5. Hydrogéologie

5.1. Contexte régional

A l'échelle régionale, la masse d'eau souterraine partiellement exploitable est constituée par les **calcaires jurassiques du pli ouest de Montpellier et les formations tertiaires** (masse d'eau FRDG160). Ce système aquifère s'étend sur une surface d'environ 693 km² entre les villes de Montpellier au nord-est, de Sète au sud et de Pézenas à l'ouest. Ce système se découpe en plusieurs entités hydrogéologiques.

L'entité concernée par le projet correspond aux calcaires jurassiques du secteur d'Aumelas-Vène-Issanka-Cauvy et est codifiée 681AA03 (source : BDLISA).

Le causse d'Aumelas et le massif de la Gardiole constituent les zones d'alimentation de l'hydrosystème. Ces deux massifs sont composés de calcaires jurassiques karstifiés. Ces calcaires, dans lesquels se développent les systèmes karstiques, sont recouverts en partie par des molasses miocènes imperméables du bassin Montbazin-Gigean. La présence de cette couverture tertiaire au-dessus des calcaires jurassiques constitue une partie captive du système karstique.

Ce réseau karstique a subi, comme de nombreux systèmes périméditerranéens, un développement en profondeur suite à la régression du niveau marin lors de la crise messinienne (environ -6 Ma), des sources de type vaclusienne se sont créées. Après la remontée du niveau de la mer ces sources sont devenues sous-marines (cas de la source de la Vise dans l'étang de Thau).

La presqu'île de Balaruc, à proximité du projet, est le lieu de convergence des eaux issues des Causses d'Aumelas et de la Gardiole et des eaux thermales d'origine profonde. Les études hydrogéologiques et isotopiques ont permis de démontrer que les eaux thermales de Balaruc-les-Bains résultent d'un mélange de plusieurs eaux souterraines :

- eau douce karstique ;
- eau marine d'origine superficielle ;
- eau thermale d'origine profonde.

Les principaux exutoires de ce système se situent en périphérie des zones d'affleurement avec notamment les sources d'Issanka, de la Vène (écoulements temporaires), de Cauvy ou encore la source sous-marine la Vise.

Le système karstique peut être soumis à **des phénomènes d'inversacs** en bordure du littoral. Lorsque les conditions hydrauliques varient, une inversion du gradient hydraulique au niveau de la source de la Vise conduit à l'introduction d'eau de l'étang, saumâtre, dans le système. Le dernier épisode date de novembre 2021.

Les débits potentiels d'exploitation de cet aquifère sont très variables, entre 5 et 300 m³/h. Ceci est dû principalement à la karstification des formations calcaires et/ou dolomitiques.

La Figure 8 ci-après présente la délimitation de l'entité hydrogéologique concernée par le projet.

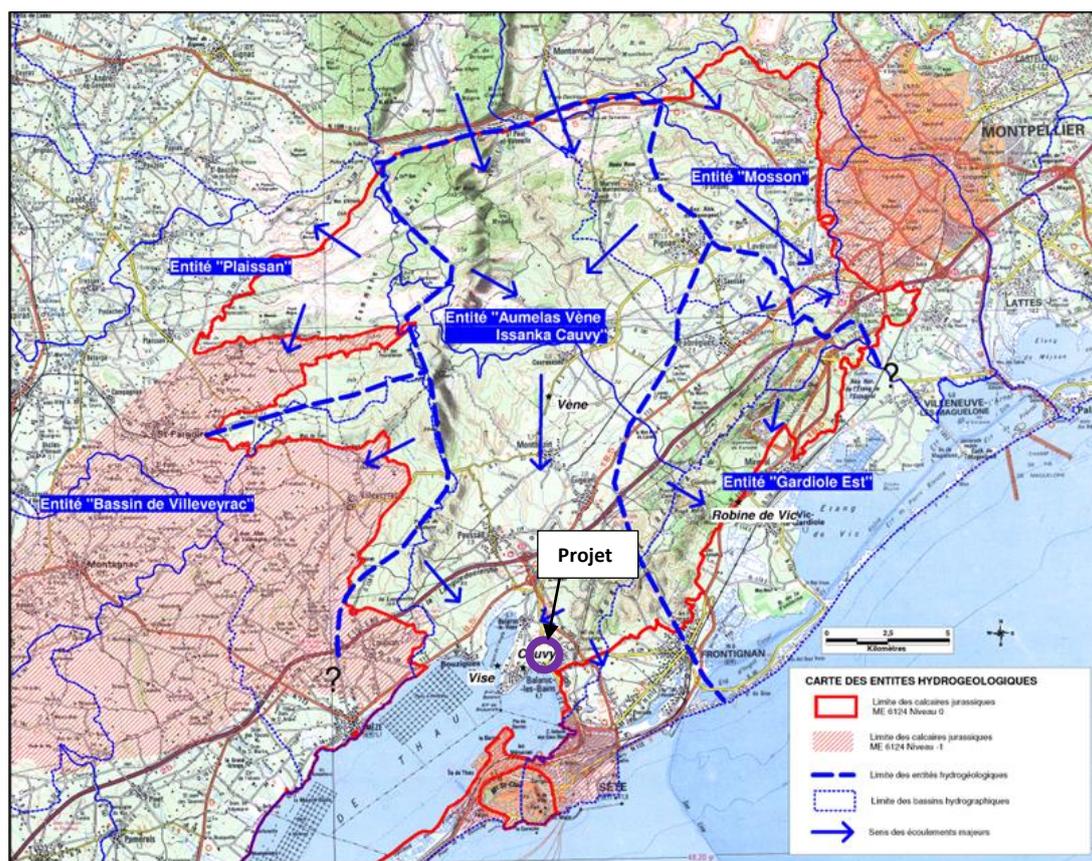


Figure 8 : Entité hydrogéologique concernée par le projet

5.2. Contexte local

Les prélèvements connus dans l'entité aquifère concernée par le projet (calcaires jurassiques du secteur d'Aumelas-Vène-Issanka-Cauvy) sont présentés dans le Tableau 4 ci-après

Tableau 4 : Prélèvement connus dans l'entité concernées par le projet

Référence BSS	Distance au site d'étude (m)	Débit exploitation (m ³ /h)	Volume annuel exploité (Mm ³ /an)	Niveau d'eau (mNGF)
Source Cauvy (BSS002JDNJ)	970	180	Plus exploité depuis 2015	0,53
Source Ambressac (BSS002JEKD)	560	Non connu	Plus exploité depuis 2000	0,37
Captages d'Issanka (BSS002JCUL)	3300	Non connu	Entre 1,8 et 4,5	Non connu
Forages thermaux	Environ 2000	Non connu	0.4	Non connu

La principale exploitation de cet aquifère est liée aux sources d'Issanka à plus de 3 km en amont du projet. Les principales caractéristiques physico-chimiques des eaux d'Issanka sont les suivantes :

- eau de type bicarbonaté calcique peu chargée ;
- température moyenne : 17,4 °C ;
- conductivité moyenne à 20°C : 509 µS/cm.

L'exploitation la plus proche est celles des forages thermaux. Le Tableau 5 ci-après présente les principales caractéristiques des forages thermaux de Balaruc-les-Bains.

Tableau 5 : Caractéristiques principales des forages thermaux

FORAGES	Année de réalisation	X (Lambert 2 Etendu)	Y (Lambert 2 Etendu)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Type	T° C	Conductivité (mS/cm)	Toit des Calcaires (m, verticale)
F 3	1981	708.513	827.552	175 m	Verticale	42		65
F 4	1981	708.688	827.826	55 m	Verticale	36/39		38
F 5	1983	708.443	827.557	105 m	Verticale	43/45	14.6	72
F 6	1986	708.522	827.902	63,5 m	Verticale	23/24	7	58
F 8	1991	708.667	826.981	407 m	Verticale	37	24	135
F 9	1995	708.453	827.502	120 m	Verticale	49/51	13.4	88
F 9 bis	2003	708.457	827.469	121 m	Verticale	50		90
F 10	2000	708.44	827.038	289 m	Verticale	32	16.8	199
F 14	2007	708.347	827.271	300 m	Verticale	47.5 (215 m)	17 (215 m)	170

Les forages thermaux ont des profondeurs variant de 40 m à 407 m. Ils recoupent tous des arrivées d'eaux thermales qui sont dans l'ensemble rencontrées dans la partie sommitale du Jurassique. Les principales caractéristiques physico-chimiques des eaux thermales sont les suivantes :

- type bicarbonaté calcique très chargée ;
- température entre 32 et 51°C ;
- conductivité entre 7 et 24 m S/cm avec augmentation en direction du littoral.

Le forage le plus proche possédant des informations sur la ressource en eau souterraine se situe à 400 m au nord du projet (voir Figure 6 ci-avant). Les calcaires jurassiques ont été recoupés vers 30 m/sol et le forage a atteint une profondeur de 70 m/sol. Un débit d'air-lift a été mesuré à 2 m³/h.

5.3. Vulnérabilité de la ressource en eau

La ressource en eau est vulnérable principalement en raison de l'urbanisation mais également à cause de la proximité de la mer et des étangs. Les relations avec les eaux de surface (notamment les cours d'eau) accentuent cette vulnérabilité.

Pour la partie méridionale de l'entité hydrogéologique (Issanka, Balaruc) le niveau d'exploitation actuel de cette ressource est pratiquement maximal, compte tenu de la fragilité des équilibres de pression dans l'aquifère et des échanges potentiels avec les eaux saumâtres et marines (phénomènes d'inversac).

A la source Cauvy, six mois d'inversacs ont été observés en 2010 ou en 2014, qui ont été une des raisons de l'abandon d'exploitation de la source en 2015.

Sur le site d'Issanka, l'exploitation est réalisée en tenant compte des risques de dégradation de la qualité de l'eau liés à la proximité des eaux de surface dans le lit de la Vène. Ces conditions spécifiques expliquent les variations importantes des volumes prélevés annuellement sur les captages d'Issanka.

5.4. Possibilité d'exploitation des eaux souterraines

En compilant l'ensemble des données de géologie et d'hydrogéologie, il existe une possibilité d'exploitation des eaux souterraines à des fins énergétique. **Cependant, il existe des contraintes importantes :**

- les débits attendus peuvent être très variables (entre 5 et 300 m³/h et des forages de reconnaissance sont indispensables ;
- la profondeur des forages sera importante (> 100 m) avec un aléa hydrogéologique important (fracturation, cavités karstiques, etc...);
- la foration en terrain karstique est soumise à un aléa géologique important et des techniques de foration particulières et souvent onéreuses doivent être mises en œuvre ;
- les eaux souterraines peuvent potentiellement être thermales à sub-thermales et donc très chargées ce qui peut potentiellement engendrer des problèmes de précipitations dans les dispositifs de pompage et d'injection ;
- en cas d'utilisation d'une eau thermale à sub-thermale, une réglementation particulière s'applique.

6. Exploitation géothermique sur nappe

6.1. Exploitation envisagée

En fonction des besoins exprimés, le dispositif pourra être constitué d'un ou plusieurs doublets de forage, avec des forages dédiés au prélèvement et d'autres à la réinjection.

Pour un besoin limité à quelques dizaines de m³/h, il pourra être retenu de réaliser un nombre de doublets adapté de forages profonds (nappe Jurassique), en optimisant l'implantation des forages afin d'éviter les risques d'incidence hydraulique et/ou thermique.

6.2. Implantation du dispositif de captage/rejet

Le principe général d'implantation des ouvrages de captage et de rejet pour un doublet de forages est de positionner le captage à l'amont hydraulique du rejet et à une distance suffisamment grande pour éviter ou limiter les risques de recyclage thermique.

En outre, la position des ouvrages constituant le futur dispositif de captage/rejet doit être définie de telle manière qu'il n'y ait pas d'interaction trop importante entre les différentes installations sur eau de nappe exploitées au voisinage du site.

6.3. Exploitation de la nappe des calcaires du Jurassique

La nappe du Jurassique supérieur pourrait fournir des débits élevés pouvant satisfaire des besoins importants. Son exploitation nécessite des investissements importants liés à la réalisation de forages profonds, avec un aléa non négligeable lié au fonctionnement karstique de l'aquifère.

La validation de cette alternative nécessitera les étapes préalables suivantes :

- réalisation d'un doublet de forage de reconnaissance avec pompages d'essai associés ;
- prélèvements pour analyses et caractérisation qualitative de l'eau pompée (température, minéralisation...).

7. Exploitation géothermique sur sonde

Il a été déterminé que le potentiel géothermique du sous-sol pourrait être favorable à la réalisation d'un champ de sondes géothermiques (voir Tableau 3 ci-avant).

Cependant, il a été montré que les terrains recoupés sur 200 m de profondeur sont essentiellement des calcaires fracturés/fissurés avec une forte probabilité de karstification. Dans ces conditions, la réalisation d'un champ de sondes géothermiques peut s'avérer compliquée à mettre en œuvre pour les raisons suivantes :

- si des cavités et/ou fractures importantes sont recoupées, la cimentation des sondes sera imparfaite, voire impossible, et le transfert thermique entre ces dernières et le sol ne sera pas assuré ;
- des venues d'eau importantes peuvent avoir lieu lors de la foration ce qui peut rendre le chantier complexe pour l'évacuation des eaux ;
- la foration en terrain karstique est soumise à un aléa géologique important et des techniques de foration particulières et souvent onéreuses doivent être mises en œuvre.

Si toutefois, le choix est fait de réaliser un champ de sonde, des tests de réponse thermique devront être réalisés sur l'ensemble de la parcelle. Un seul test ne permettra pas d'appréhender la nature des terrains recoupés.

8. Aspects réglementaires

8.1. Procédure au titre du Code Minier

La réalisation et la mise en exploitation d'une installation de géothermie nécessitent d'effectuer un dossier réglementaire.

Le projet entre dans le cadre du Code Minier et des installations de basse température (<150°C) qui nécessitent l'obtention d'un titre minier de recherche et d'exploitation et d'une autorisation. Toutefois, il existe pour les installations de faible ampleur, un régime dit de « minime importance ». Ce régime s'apprécie à partir de certains critères techniques présentés dans le Tableau 6 et le Tableau 7 ci-après.

Tableau 6 : Cadre réglementaire s'appliquant au projet (géothermie sur nappe)

Régime réglementaire applicable aux projets de géothermie ouvert exploitant un gîte géothermique ≤ 20 MW - Décret 2019-1518 du 30/12/2019		
Nature de l'opération	Régime réglementaire	
<i>Travaux souterrains</i>	<i>Profondeur < 10 m</i>	<i>Non soumis</i>
	<i>Profondeur ≥ 10 m</i>	<i>GMI*</i>
<i>Température de prélèvement en sortie d'ouvrage</i>	<i>Température < 25°C</i>	<i>GMI*</i>
	<i>Température ≥ 25°C</i>	<i>PEX*</i>
<i>Profondeur</i>	<i>Profondeur < 200 m</i>	<i>GMI*</i>
	<i>Profondeur ≥ 200 m</i>	<i>PEX*</i>
<i>Besoin thermique maximum</i>	<i>Puissance < 500 kW</i>	<i>GMI*</i>
	<i>Puissance ≥ 500 kW</i>	<i>PEX*</i>
<i>Prélèvement en nappe</i>	<i>aquifère prélèvement = aquifère réinjection</i>	<i>GMI*</i>
	<i>aquifère prélèvement ≠ aquifère réinjection</i>	<i>PEX*</i>
	<i>volume prélevé = volume réinjecté</i>	<i>GMI*</i>
	<i>volume prélevé ≠ volume réinjecté</i>	<i>PEX*</i>
<i>Zonage</i>	<i>Vert</i>	<i>GMI*</i>
	<i>Orange</i>	<i>GMI* et avis expert</i>
	<i>Rouge</i>	<i>PEX*</i>
<i>Réinjection en nappe</i>	<i>Qmax < 80 m³/h</i>	<i>GMI*</i>
	<i>Qmax ≥ 80 m³/h</i>	<i>PEX*</i>

*GMI : régime correspondant à la Géothermie de Minime Importance

*PEX : régime correspondant au Permis d'Exploitation de gîtes géothermiques

Tableau 7 : Cadre réglementaire s'appliquant au projet (géothermie sur sonde)

Régime réglementaire applicable aux projets de géothermie fermé exploitant un gîte géothermique ≤ 20 MW - Décret 2019-1518 du 30/12/2019		
Nature de l'opération	Régime réglementaire	
Travaux souterrains	Profondeur < 10 m	Non soumis
	Profondeur ≥ 10 m	GMI*
Profondeur	Profondeur < 200 m	GMI*
	Profondeur > 200 m	PEX*
Besoin thermique maximum	Puissance < 500 kW	GMI*
	Puissance > 500 kW	PEX*
Zonage	Vert	GMI*
	Orange	GMI* et avis expert
	Rouge	PEX*

*GMI : régime correspondant à la Géothermie de Minime Importance

*PEX : régime correspondant au Permis d'Exploitation de gîtes géothermiques

La Figure 9 ci-après, présente un extrait de la carte de zonage réglementaire montrant l'éligibilité du projet à la GMI.

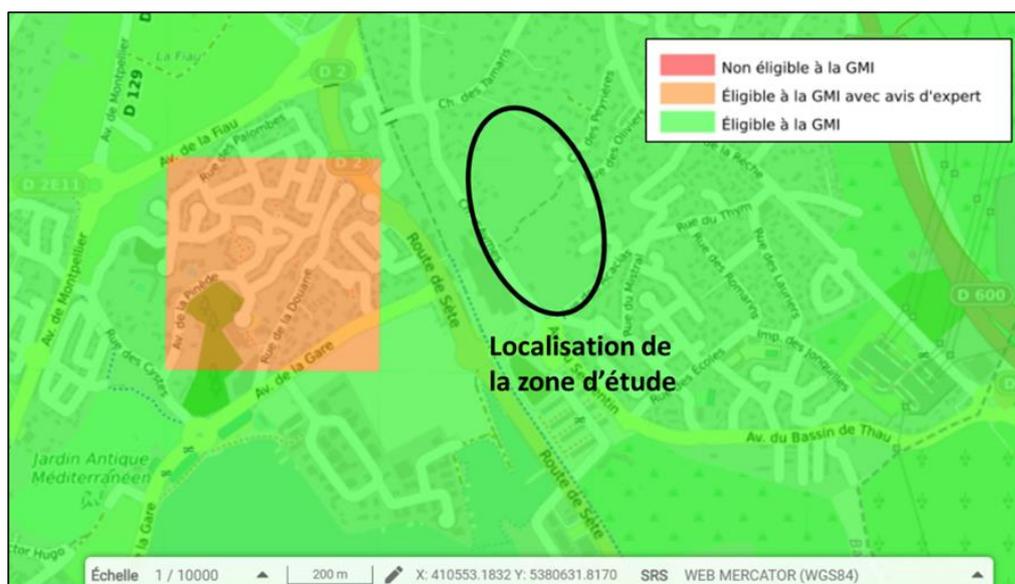


Figure 9 : Extrait de la carte de zonage réglementaire (source : géothermie.fr)

Les travaux d'exécution de forage ne peuvent être entrepris qu'après les démarches administratives faites sur le site <http://www.geothermies.fr/>.

L'entreprise réalisant les travaux de forage doit être Qualiforage, obligation réglementaire.

Si le projet ne répond pas à un seul critère de la GMI, la réalisation d'un permis d'exploitation d'un gîte géothermique (PEX) au titre du Code Minier est obligatoire. Ce type de dossier nécessite la réalisation d'une étude d'impact (avec évaluation environnementale) et le dépôt d'un dossier d'autorisation auprès de la DREAL. Il pourra être demandé par la DREAL de procéder à une modélisation hydrodynamique et thermique permettant d'apprécier les incidences quantitatives et thermiques de l'exploitation du forage. Chaque étape peut potentiellement être soumise à enquête publique.

Le fait de trouver des eaux thermales à sub-thermales entraîne automatiquement la réalisation d'un permis de gîte géothermique (PEX).

9. Conclusion

Dans le cadre de l'augmentation démographique de la ville de Balaruc-les-Bains, la Mairie souhaite aménager le quartier des Nieux pour l'instant non urbanisé. Antea Group a été mandaté afin de réaliser une étude hydrogéologique visant à déterminer les possibilités d'exploitation des eaux souterraines à des fins énergétiques.

L'analyse des données de géologie et d'hydrogéologie a permis de mettre en évidence la possibilité d'exploiter le sous-sol à des fins énergétiques avec :

- une exploitation de la nappe contenue dans les calcaires jurassiques karstifiés avec des eaux potentiellement thermales à sub-thermales ;
- une exploitation par champ de sondes géothermique.

Cependant, il existe d'importantes contraintes :

- **exploitation de la nappe des calcaires jurassiques**
 - les débits attendus peuvent être très variables (entre 5 et 300 m³/h) et des forages de reconnaissance sont indispensables ;
 - la profondeur des forages sera importante (> 100 m) avec un aléa hydrogéologique important (fracturation, cavités karstiques, etc...) ;
 - la foration en terrain karstique est soumise à un aléa géologique important et des techniques de foration particulières et souvent onéreuses doivent être mises en œuvre ;
 - les eaux souterraines peuvent potentiellement être thermales à sub-thermales et donc très chargées, ce qui peut potentiellement engendrer des problèmes de précipitations dans les dispositifs de pompage et d'injection ;
 - en cas d'utilisation d'une eau thermale à sub-thermale, une réglementation particulière s'applique.
- **exploitation par champs de sondes géothermiques :**
 - si des cavités et/ou fractures importantes sont recoupées, la cimentation des sondes sera imparfaite, voire impossible, et le transfert thermique entre ces dernières et le sol ne sera pas assuré ;
 - des venues d'eau importantes peuvent avoir lieu lors de la foration ce qui peut rendre le chantier complexe pour l'évacuation des eaux ;
 - la foration en terrain karstique est soumise à un aléa géologique important et des techniques de foration particulières et souvent onéreuses doivent être mises en œuvre.

Dans tous les cas, une étude de faisabilité détaillée avec la mise en œuvre de forages de reconnaissance est indispensable afin de pouvoir préciser les potentialités du sous-sol et de la nappe.

En fonction de la dimension du projet, la réglementation GMI est applicable. En revanche si des eaux thermales à sub-thermales sont exploitées, la réalisation d'un permis d'exploitation d'un gîte géothermique (PEX) est obligatoire.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



Références :



Portées
communiquées
sur demande