

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/B*

#### 6.2.2.9. Solutions traditionnelles avec performances améliorées

Des solutions alternatives à des solutions traditionnelles ayant des meilleures performances ont été étudiées. Il s'agit d'aérothermie et production d'eau chaude thermodynamique et de machines à adsorption/absorption. Il a été mis en évidence que ces solutions ne sont pas à privilégier aux énergies renouvelables.

#### 6.2.2.10. Conclusions

L'étude a mis en évidence la pertinence de l'utilisation de la géothermie pour couvrir les besoins énergétiques du secteur du MIN. L'analyse de quatre scénarios d'utilisation des énergies renouvelables a permis de quantifier l'évitement de l'équivalent de 550 tonnes d'émission de CO<sub>2</sub> pour le scénario mettant en œuvre la géothermie par rapport à une solution par énergie fossile.

### 6.3. Etat initial (scénario de référence)

Le site d'étude se situe sur la commune de la Gaude dans le département des Alpes-Maritimes (06).

Le projet est délimité à l'Est par la route M6202bis et à l'Ouest par la route M2209. En l'état actuel, les terrains d'emprise sont constitués principalement de parcelles agricoles.



**Figure 12 : Localisation de l'emprise du futur MIN (source : Géoportail)**

### 6.3.1. Population, sites et paysages

La partie nord du site est en friche et accueille des dépôts divers et des structures à l'abandon. La partie centrale abrite les locaux du CREAT (Centre de Recherche de la Chambre d'Agriculture) et comporte des divers bâtiments, des parcelles agricoles et des serres. La partie sud est occupée par des locaux des services de voirie et exploitation de la Métropole Nice Côte d'Azur.

Le site est situé à environ 150 m du lit mineur du Var.

A l'ouest de l'emprise du projet est implanté un quartier résidentiel composé d'habitations individuelles.

### 6.3.2. Climatologie

Le secteur de Nice est soumis à un climat de type climat méditerranéen, avec des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. La ville est protégée des vents venant du nord et de l'ouest grâce aux Alpes.

Les données issues de la station Météo France de Nice, située au niveau de l'aéroport, mettent en évidence une hauteur de précipitation annuelle moyenne de 733 mm. Les précipitations sont avant tout marquées en automne et en début d'hiver avec des cumuls de l'ordre de 100 mm (septembre à décembre).

La température moyenne annuelle à Nice est d'environ 16°C.

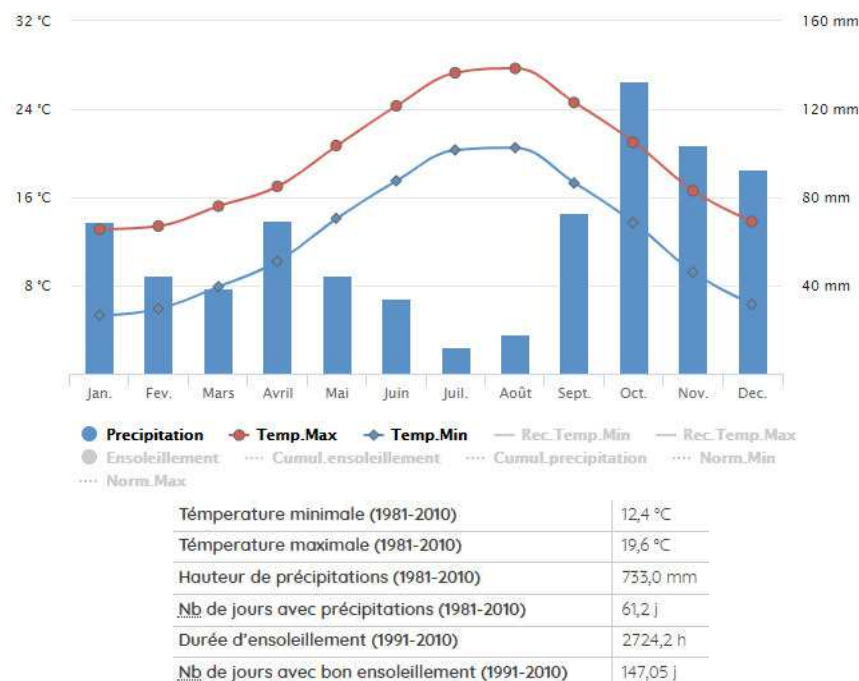


Figure 13 : Données normales annuelles à Nice (source : Météo France)

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/B*

La hauteur des précipitations est la plus forte en octobre (132,8 mm) tandis que le mois de juillet présente les moins de pluies sur l'année (12,1 mm). La moyenne mensuelle est de 61 mm. Le nombre de jours avec des précipitations est faible (61,2 jours).

Les températures minimales varient entre 5,3°C en janvier à 20,5°C en août, tandis que les températures maximales sont comprises entre 13,1°C (janvier) et 27,7°C (août). L'amplitude thermique moyenne entre janvier (mois le plus froid) et août (mois le plus chaud) est de 14,9°C. La température moyenne est de 15,9°C.

### **6.3.3. Topographie**

La zone d'étude est située en rive droite du fleuve Var à une distance d'environ 150 m du lit mineur. L'altimétrie, relativement plane, est comprise entre 39 m NGF au nord et 33 m NGF au sud.

### **6.3.4. Contexte géologique**

Le contexte géologique et hydrogéologique se base sur les principaux documents disponibles au droit du projet :

- Etude géotechniques au droit du site ;
- Rapport BRGM/RP-65632-FR de mars 2016 « éléments de développement de la géothermie sur la zone de la Baronne à la Gaude » ;
- Bibliographie sur la plaine alluviale de la basse vallée du Var (université, bureau d'études, Banque de données du sous-sol, ...).

D'après la carte géologique au 1/50 000-ème de la feuille n°999 de Grasse-Cannes, le projet du MIN d'Azur de la Baronne est implanté sur les alluvions récentes (Fz) de la plaine du Var (cf. Figure 14). Cette formation est composée de galets, graviers et surmontées de niveaux plus fins, de sables et de graviers à passages plus ou moins limoneux.

Sur la bordure est de la plaine alluviale, on retrouve une terrasse récente du Würm (My) puis une moyenne terrasse datant du Riss (Fx). Ces formations quaternaires reposent ensuite sur les poudingues pliocènes (pV-p1c) qui constituent le substratum des formations alluviales.

A noter qu'en amont immédiat de la zone d'étude, la formation du Jurassique supérieur (jD) constitue lui le substratum des alluvions récentes (Fz). Elle constitue la limite sud de la terminaison orientale des formations antépliocènes présentes nord.

Les deux substratum, Pliocène et Jurassique sont aquifères et participent à l'alimentation de la nappe alluviale du Var.

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques

Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/B

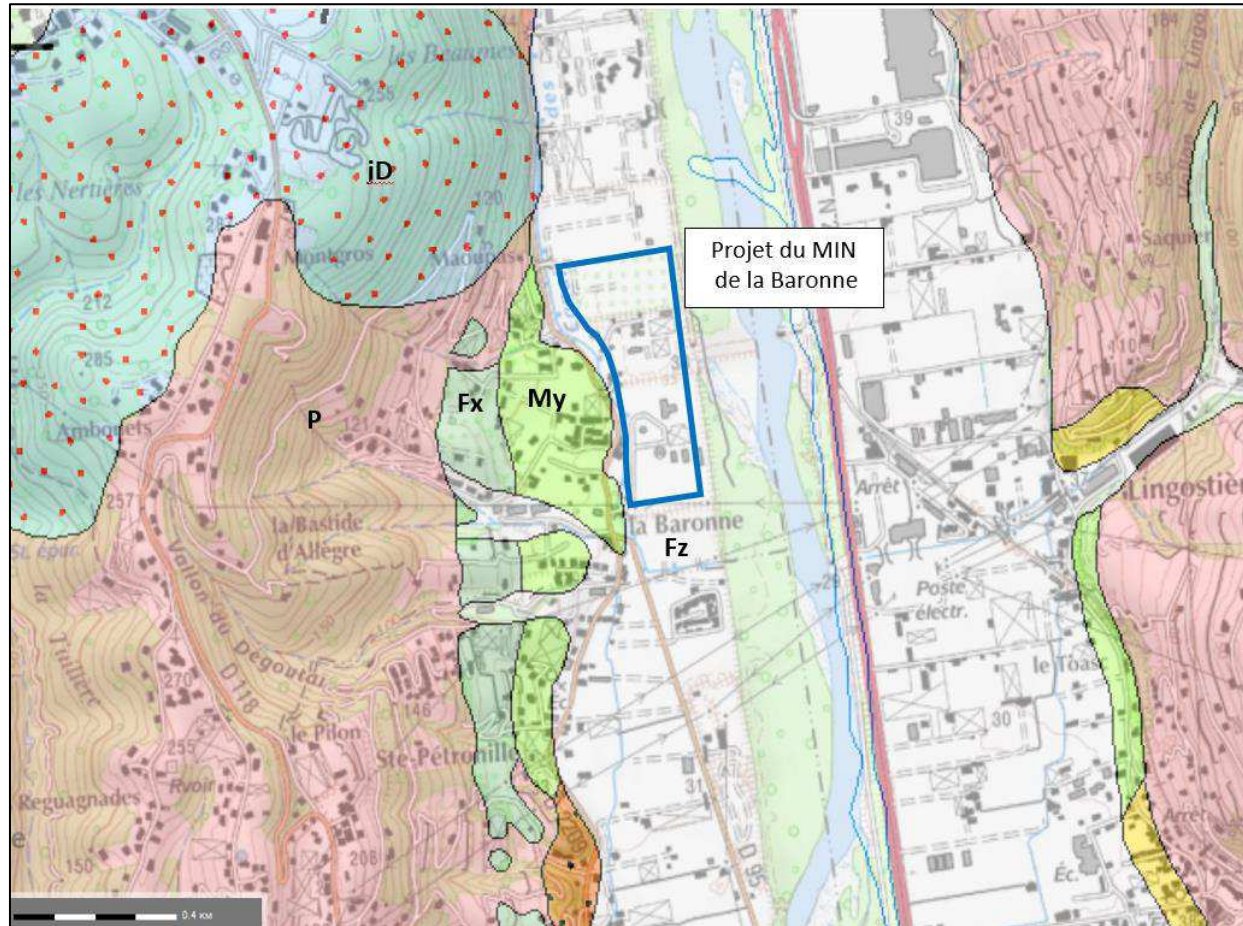


Figure 14 : Localisation du projet sur fond de carte géologique (source : BRGM – carte 1/50 000 vecteur harmonisée)

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/B

Une carte d'altitude du substratum Pliocène est indiquée sur le rapport BRGM RP-65632-FR. Cette carte s'est basée sur la vaste campagne de prospection géophysique (Y. Guglielmi) et sur plusieurs coupes de la BSS. Au droit du projet de géothermie de la Baronne, l'altitude du Pliocène est comprise entre +20 m NGF à l'est et -60 m NGF à l'ouest (cf. Figure 15).

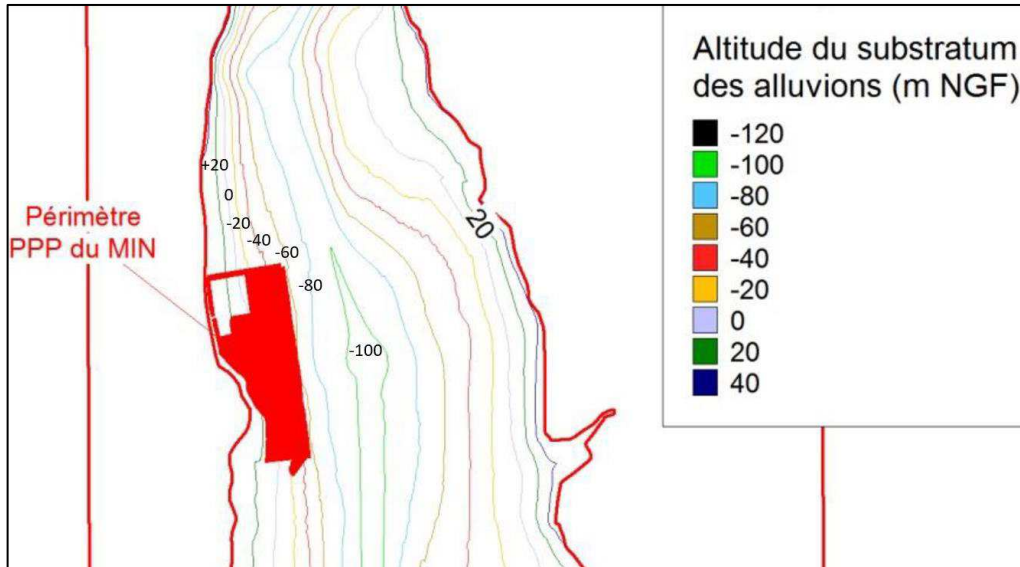


Figure 15 : Altitude du substratum (source BRGM RP-65632-FR d'après étude Memosol de 2008)

L'altitude du terrain naturel étant comprise entre 33 et 39 m NGF, la profondeur du substratum est environ comprise entre 10 m à l'ouest et 100 m à l'est du projet. La coupe géologique transversale est/ouest a été réalisée au droit du projet par le BRGM (cf. Figure 16).

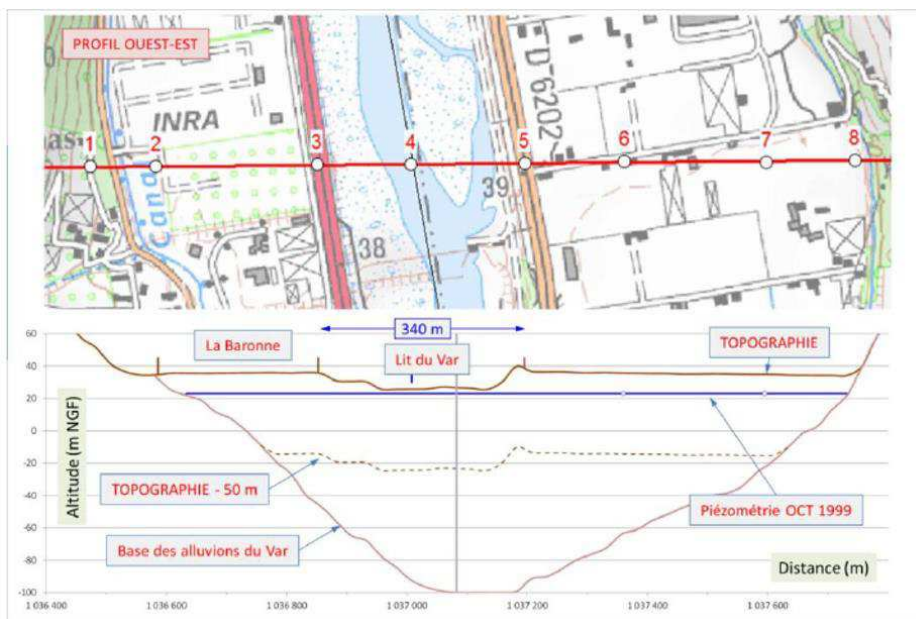


Figure 16 : Coupe transversale ouest-est de la vallée du Var au droit du projet de La Baronne (source : rapport BRGM RP-65632-FR)

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/B*

### **Etudes géotechniques :**

D'après le rapport géotechnique G1 de Fondasol - sol essais (juin 2017), les sondages de reconnaissance réalisés au droit du projet mettent en évidence la formation alluviale jusqu'à au moins 30 m de profondeur. Elle se caractérise par des galets et des sables gris en proportion variable. Il est important de noter que plusieurs passages de limons plus ou moins sableux ont été observés à différentes profondeurs (épaisseur maximale de 5 m sur SP15).

Aucun sondage n'a recoupé le substratum pliocène (profondeurs insuffisantes). Le sondage SC2, situé au centre du site, a recoupé des argiles grises vertes à 29,6 m correspondant probablement à un plaquage de l'ancienne terrasse alluviale du Riss sur le substratum Pliocène.

Très peu de données de forages profonds sont disponibles à proximité du projet pour juger de la réelle épaisseur et de la nature des alluvions jusqu'au substratum.

### ***6.3.5. Contexte hydrogéologique***

#### ***6.3.5.1. Cadre général***

La masse d'eau référencée au droit du projet est : « FRDG396 Alluvions de la basse vallée du Var ». Cet aquifère est identifié dans le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée comme « ressource majeure d'enjeu départemental à préserver pour l'alimentation en eau potable ».

Dans la partie amont de la vallée du Var, les formations fluviales sont homogènes et forment une nappe alluviale unique et libre. En partie aval, l'aquifère se subdivise pour constituer une nappe libre peu épaisse et une ou plusieurs nappes captives plus puissantes, en contact avec la mer.

Au sein de la nappe alluviale, il existe des horizons et des lentilles argileuses plus ou moins importantes qui peuvent favoriser l'individualisation de nappes semi-captives d'extension limitée. Leur présence latérale et verticale au sein de l'aquifère est très hétérogène.

#### ***6.3.5.2. Alimentation de la nappe***

La nappe est principalement alimentée par les apports de surface (fleuve Var et précipitations) auxquels viennent s'ajouter les apports latéraux et sous-jacents des différents aquifères (notamment des substratums des calcaires jurassiques et des poudingues pliocènes).

Ces apports ne sont pas tous identifiés ni quantifiés mais sont vraisemblablement importants. Localement, les arrivées d'eau des poudingues et des calcaires seraient de même importance que celles du fleuve.

### 6.3.5.3. Piézométrie

La nappe alluviale suit globalement le sens d'écoulement du Var vers le sud, en direction de la mer.

Les échanges nappe-rivière sont assez variables selon les secteurs, en fonction du colmatage plus ou moins régulier du lit du Var, des variations importantes de perméabilité au sein du réservoir alluvial, et des suralimentations issues des aquifères périphériques.

La présence de seuils le long du Var a pour effet de limiter localement les conditions d'échange nappe-rivière (phénomènes de colmatage par des fines en amont direct,...). Les projets en cours d'abaissement des seuils encore existants devraient conduire à un décapage des limons et à l'apport d'éléments plus grossiers, favorisant les échanges nappe rivière (finalisation du projet prévue en 2021). Le seuil n°2 situé immédiatement en amont du projet a été détruit dans les années 2000 (source présentation GEMAPI du SAGE).

Deux cartes piézométriques de la basse vallée du Var sont présentées par la suite. La Figure 17 ci-après présente la piézométrie de la nappe alluviale superficielle du Var d'octobre 1999 avec les points de suivi associés aux différents aquifères (source : rapport BRGM RP-65632-FR).

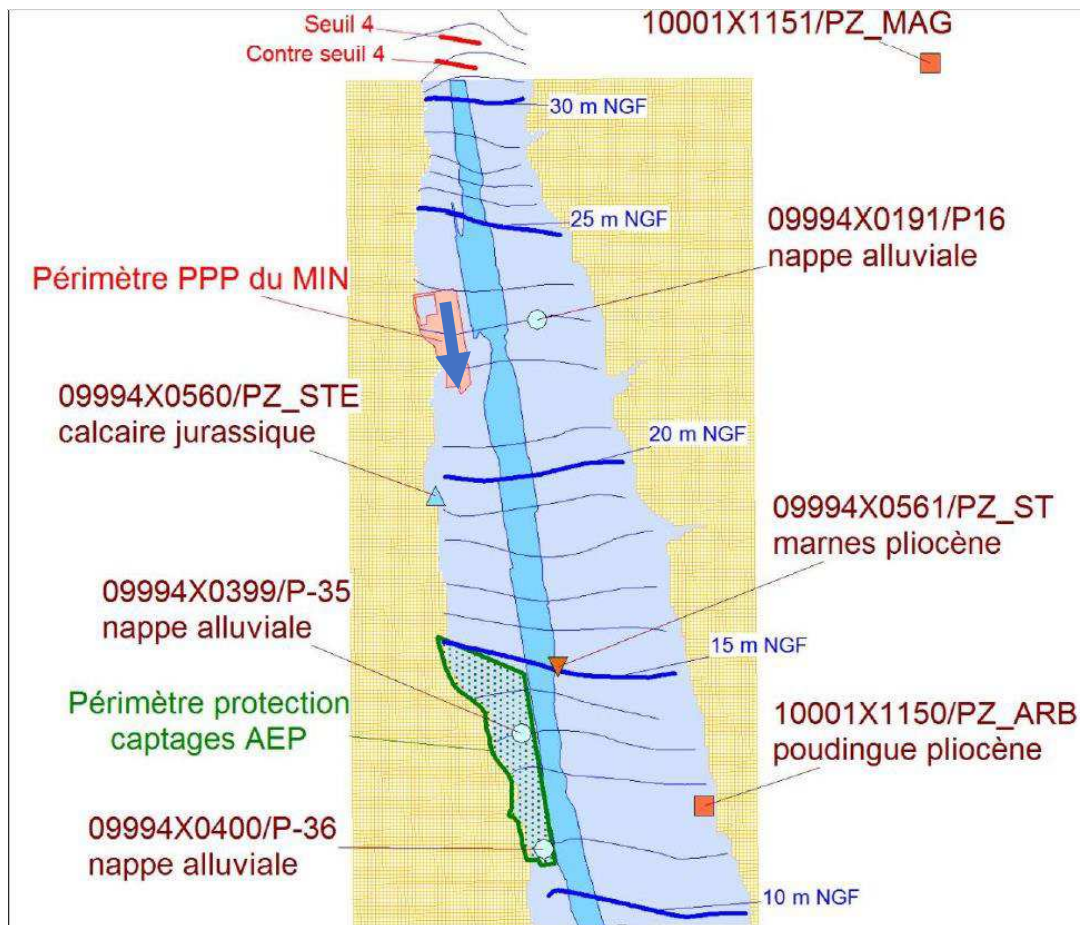
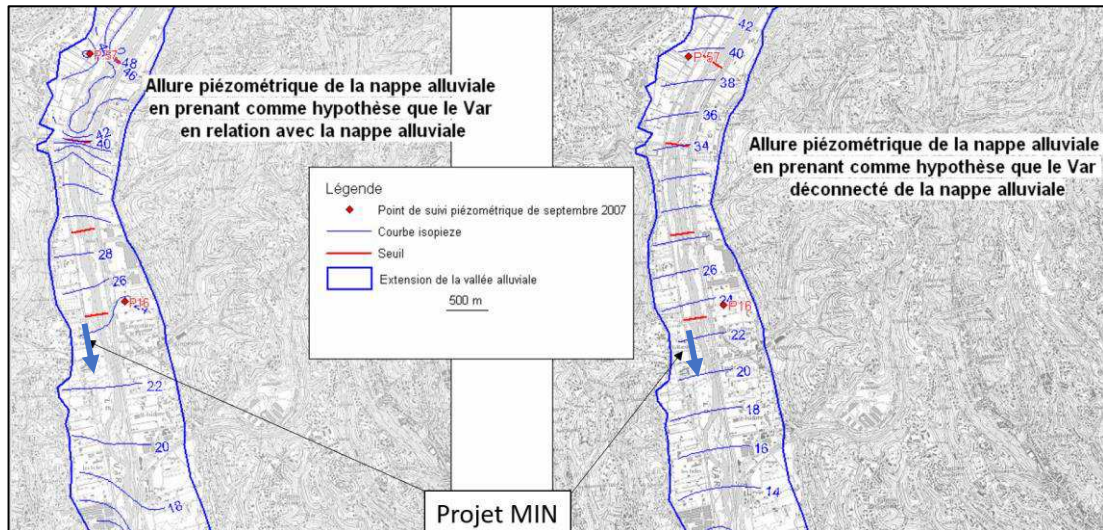


Figure 17 : Carte piézométrique de la nappe alluviale superficielle du Var de 1999  
 (source : rapport BRGM RP-65632-FR)

La Figure 18 ci-après présente la carte piézométrique de la nappe alluviale de septembre 2007 réalisée par Hydratec en 2009 (établie à partir de piézomètres et parfois de forages non équipés). Deux hypothèses ont été prises pour réaliser les cartes piézométriques : une carte avec une relation nappe-Var et une autre carte sans relation hydraulique entre la nappe et le fleuve.



**Figure 18 : Carte piézométrique de septembre 2007 (Hydratec 2009)**

Au droit du projet, le niveau piézométrique indiqué serait environ compris entre 24 m NGF au nord à 22m NGF au sud soit respectivement de 15 à 11 m de profondeur par rapport au sol. La direction d'écoulement est globalement parallèle au fleuve Var à savoir vers le sud-sud-est (flèche bleue).

Il est important de noter que très peu de piézomètres ont fait l'objet de mesures dans le secteur du projet pour réaliser ces cartes. Ces données donnent une information piézométrique à l'échelle de la basse vallée du Var.

**Suivi piézométrique au droit du site :**

Un suivi piézométrique a été réalisé au droit du projet entre 2013 et 2015 par ERG. Ce suivi ne permet pas d'obtenir des informations précises de la piézométrie et sa fluctuation car les forages suivis étaient généralement secs.

D'après les cartes piézométriques disponibles au droit du projet, le niveau est compris entre 24 m NGF au nord et 20 m NGF au sud. Le gradient hydraulique associé est de l'ordre de 0,004 m/m.

Fondasol a assuré un suivi sur la zone, d'avril 2017 à mars 2018 rapport N° AF.EN.17.0023), à partir de trois piézomètres (SP3, SP6 et SP23).



Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/B

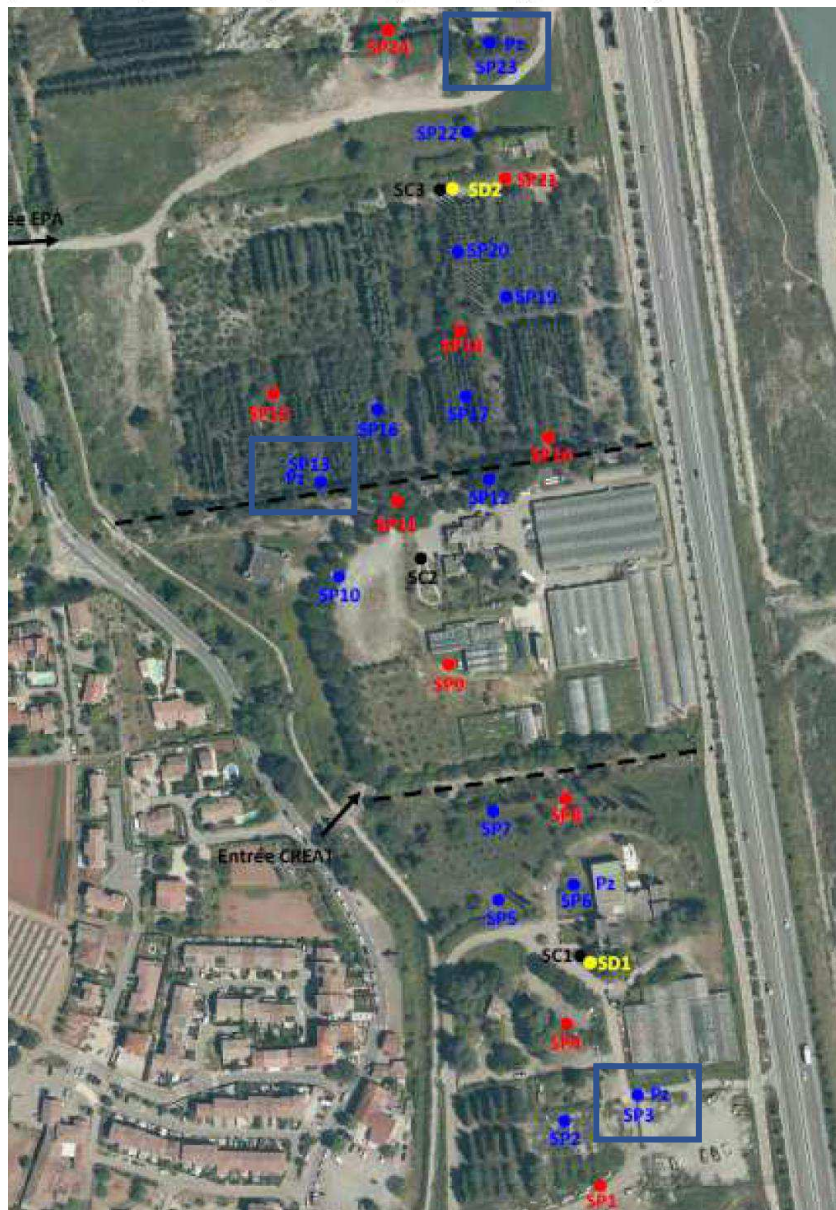
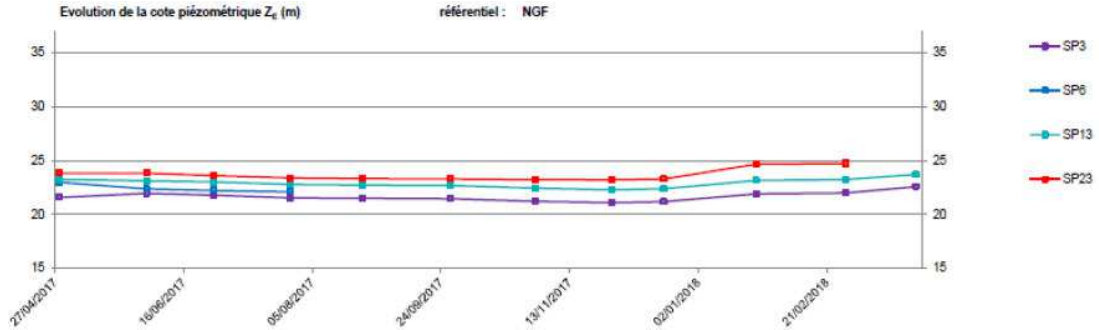


Figure 19 : Suivi piézométrique assuré par Fondasol

Ces données locales sont cohérentes avec les cartes générales qui ont été exploitées. Le gradient hydraulique constaté est bien de l'ordre de 4 ‰.

#### 6.3.5.3.1 Evolution de la piézométrie de la nappe alluviale du Var

Les fluctuations de la nappe alluviale sont bien connues, dans le secteur, grâce au suivi en continu depuis les années 70 par un réseau local de piézomètres (suivi par le Conseil général des Alpes-Maritimes). Les résultats de ce suivi montrent que la nappe superficielle suit les variations de hauteur et de débit du fleuve. Les temps de-réponse sont courts (de l'ordre de quelques jours) et chaque crue du Var est suivie d'une remontée des niveaux piézométriques.

Le piézomètre de suivi en continu le plus proche est situé au même niveau que le projet sur la rive gauche du Var. Il appartient au Réseau départemental de suivi quantitatif des eaux souterraines du Conseil Général des Alpes-Maritimes (06) - RDESOUPCG06 – 0600000264. L'ouvrage, référencé sous le n° BSS002HESV (09994X0191/P16) (cote repère : 35,42 m NGF), est profond de 20 mètres. Il n'atteint pas le substratum pliocène mais est représentatif de la nappe alluviale du Var.

Ces données de suivi permettent d'observer des variations saisonnières récentes, de l'ordre de 3 à 4 mètres et surtout d'obtenir les niveaux de nappe suivants :

- Très hauts (période de retour supérieur à 10 ans) : **30 m NGF**
- Moyens : **24 m NGF**
- Très bas (période de retour supérieur à 10 ans) : **21 m NGF**

Par analogie avec le point d'eau ADES et en prenant en compte les cartes piézométriques précédentes, les niveaux d'eau maximums et minimums théoriques au droit du projet seraient :

Projet	Terrain naturel m NGF	Très haut		Moyen		Très bas	
		Niveau m NGF	Profondeur m /TN	Niveau m NGF	Profondeur m /TN	Niveau m NGF	Profondeur m /TN
Nord	39	34	5	24	15	25	14
Sud	33	28	5	20	13	19	14

**Tableau 8 : Niveaux d'eau minimum et maximum supposés au droit du projet**

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/B

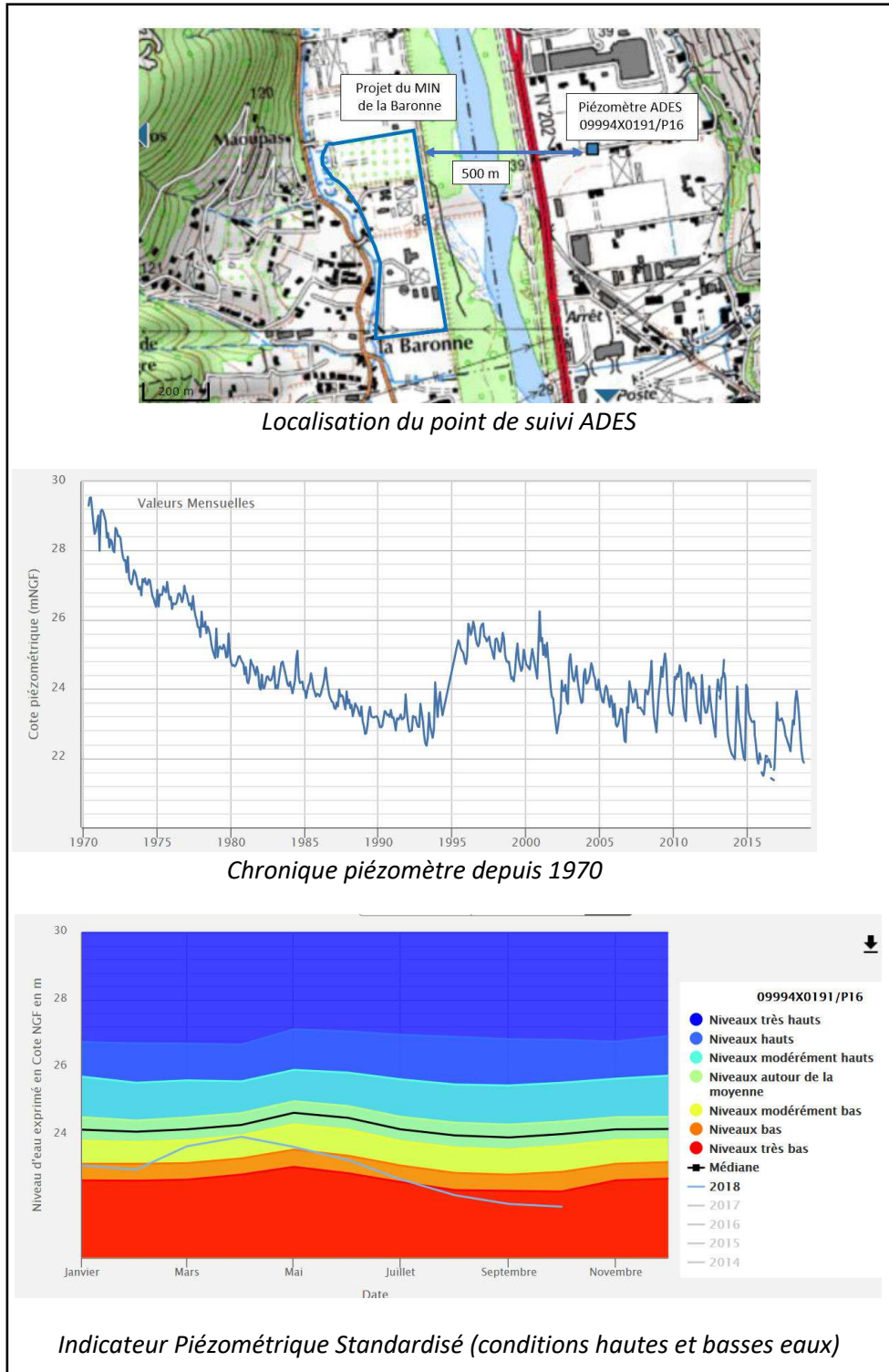


Figure 20 : Point de suivi ADES 09994X0191/P16

#### 6.3.5.4. Caractéristiques hydrodynamiques des alluvions

Les données bibliographiques sur la nappe superficielle des alluvions font état de perméabilités de l'ordre de  $10^{-2}$  m/s à  $10^{-3}$  m/s. Les pompages d'essais réalisés sur le champ

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/B*

captant AEP des Pugets (rapport BRGM RP-65632-FR) ont permis de déterminer une transmissivité de  $1.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s à  $1.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s soit une perméabilité moyenne de  $10^{-2}$  m/s.

D'après le rapport BRGM, le calage du modèle hydrodynamique de Memosol de 2008 donne une perméabilité moyenne de l'aquifère superficiel en zone 2 (secteur du projet MIN) de  $5.10^{-3}$  m/s.

Au niveau du champ captant des Pugets, la nappe alluviale présente une forte productivité avec des débits spécifiques compris entre 320 et 520 m<sup>3</sup>/h/m.

**De la présente analyse hydrogéologique, il ressort que la nappe alluviale superficielle du Var présente un très fort potentiel. Un débit par ouvrage d'au moins 200 m<sup>3</sup>/h pourrait être envisagé. De plus de très bonnes performances en réinjection peuvent être également espérées grâce à la forte perméabilité de l'aquifère.**

#### 6.3.5.5. Qualité des eaux souterraines

D'après la bibliographie et de nos retours d'expérience sur les projets de géothermie de la basse vallée du Var, la qualité peut être décrite comme :

- Une eau de type bicarbonaté calcique et magnésien, moyennement minéralisées (environ 600 à 700 µS/cm) ;
- La température de la nappe dans le secteur est de l'ordre de 14 à 15°C, et le pH compris entre 7,2 et 7,9 ;
- Une turbidité généralement faible (0,15 NFU) ;
- L'absence de fer ou de manganèse sous forme totale et dissoute ;
- Les eaux de la nappe alluviale du Var peuvent être marquées par des teneurs en sulfates de l'ordre de 150 à 200 mg/l issues du lessivage des formations gypseuses du bassin versant du Var.

Les eaux sont globalement de bonne qualité bactériologique et ne présentent pas de pollution notable.

Toutefois ces informations devront être complétées et validées au droit du site par un prélèvement d'eau à l'issue d'un pompage de longue durée.

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/B

### 6.3.6. Identification des masses d'eau concernées

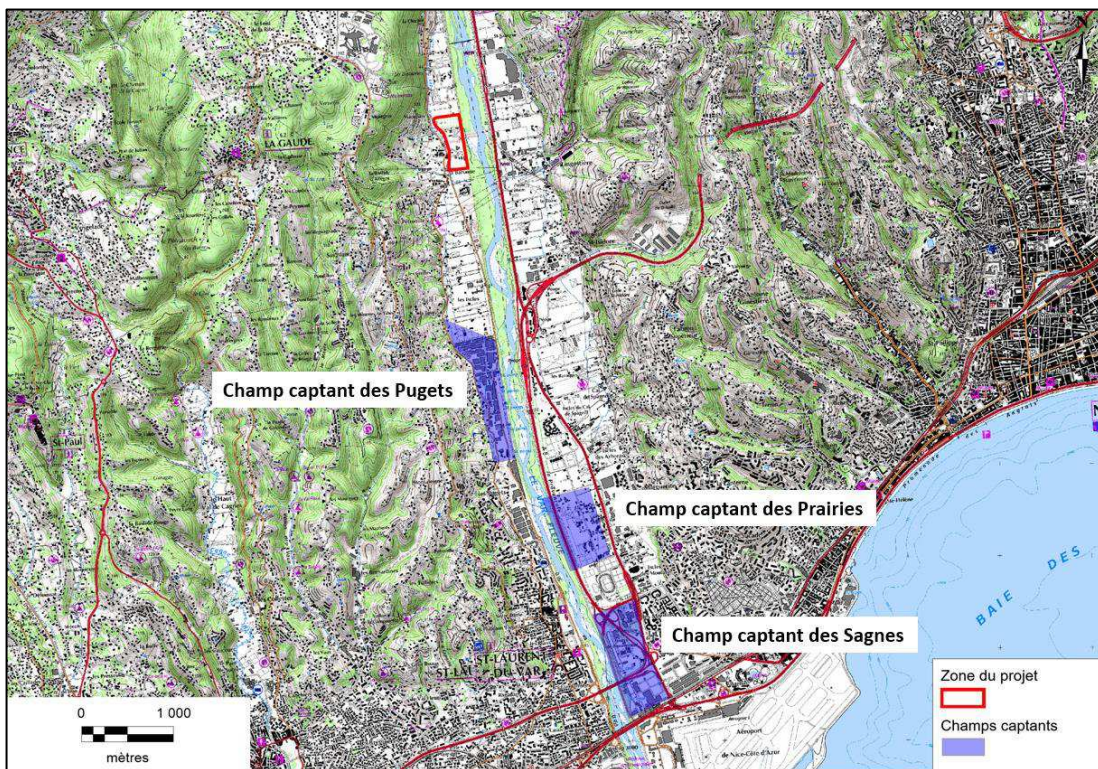
Le projet exploitera la masse d'eau souterraine n°FRDG396 « Alluvions de la basse vallée du Var ».

L'état quantitatif et chimique de la masse d'eau FRDG396 est bon.

### 6.3.7. Usages des eaux souterraines

#### 6.3.7.1. Eau potable

Plusieurs champs captant sont présents dans la basse vallée du Var et notamment en aval du projet du MIN. La localisation des champs captant AEP de la basse vallée du Var est reportée dans la figure ci-après.



**Figure 21 : Localisation des champs captants AEP de la basse vallée du Var**

Le champ captant AEP le plus proche est celui des Pugets situé en rive droite à environ 1,85 km en aval hydraulique du projet du MIN. Ses caractéristiques sont détaillées ci-après.

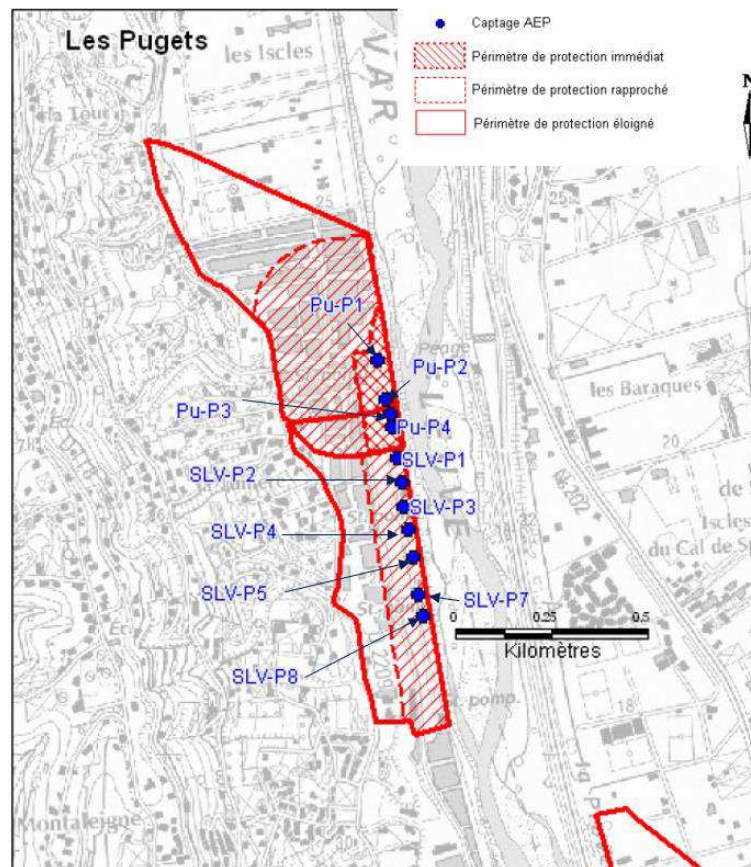
Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande  
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/B

**Champs captant des Pugets :**

Les forages du champ captant des Pugets sont exploités par deux structures différentes :

- Régie d'Eau d'Azur (REA) : 4 forages au nord (Pu-P1 à Pu-P4) ;
- SILRDV : 7 forages au sud (SLV-P1 à SLV-P8)

La localisation et les caractéristiques techniques des puits sont reportées en Figure 22 et sur le Tableau 9. Les données proviennent du rapport Hydratec de 2009<sup>1</sup>.



**Figure 22 : Localisation des puits et des périmètres de protection du champ captant des Pugets (source : rapport Hydratec de 2008)**

<sup>1</sup> Etude de la vulnérabilité de la nappe alluviale du Var aux aléas climatiques secs

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques

Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A

	Notation	X(L3S)	Y(L3S)	z	Type d'ouvrage	Profondeur de l'ouvrage en m	Cote du haut de la crépine en m NGF	Cote du bas de la crépine ou du puisard ou des drains en m NGF	Cote altimétrique de la crépine de la pompe en m NGF	Niveau statique de la nappe en m NGF	Diamètre de l'ouvrage en m	Date de réalisation	Volume annuel moyen	Volume autorisé	Date de l'autorisation	Caractéristiques de l'aquifère capté
SLV RDV	SLV-P1	990603	166766	[+20.73 ; +22.53]	Puits à barbacanes	?	?	?	?				12.18 Mm3, moyenne de 2001 à 2006	100 l/s	DUP de 1985	aquifère multi couches seule la nappe supérieure est actuellement exploitée.
	SLV-P2	990615	166702		Puits à barbacanes	?	?	?	?					100 l/s		
	SLV-P3	990623	166641		Puits à barbacanes	?	?	?	?					100 l/s		
	SLV-P4	990634	166579		Puits à barbacanes	?	?	?	?					100 l/s		
	SLV-P5	990646	166507		Puits à barbacanes	25.76	-2.42	7.48	pompe immergée à la cote - 2.25 m	13.89	3.5			100 l/s		
	SLV-P7	990662	166411		Puits à barbacanes	23.16	-0.28		pompe immergée à la cote + 0.25 m	11.32	3.6			100 l/s		
	SLV-P8	990673	166356		Puits à barbacanes	23.19	0.65	9.35	pompe immergée à la cote - 1.18 m	13.76	3			100 l/s		
	Pugets	Pu-P1	990555		167022	[+21 ; +23]	Puits		?	?	?			3 m		
Pu-P2		990577	166921	Puits	19		?	?	pompe immergée à la cote +4.23 m	[16.01 ; 9.50]	3 m					
Pu-P3		990586	166883	Puits			?	?	?		3 m					
Pu-P4		990594	166847	Puits	20.5		?	?	pompe immergée à la cote +4.20 m		3 m					

Tableau 9 : Caractéristiques techniques des ouvrages du champ captant des Pugets

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

D'après les données Hydratec, seulement 5 ouvrages semblent connus. Le rapport BRGM fait lui état de 11 forages de 19 à 22 m de profondeur réalisés en béton de 3 m de diamètre avec des crépines à barbacanes.

Seule la coupe technique du puits Pu-P3 est disponible sur le rapport BRGM (coupe difficilement lisible). D'après cette coupe, le forage serait en béton d'un diamètre de 3 m et profond de 18 m. Les barbacanes seraient présentes à partir de 8 à 9 m de profondeur jusqu'à 1 m du fond (cf. Figure 23).

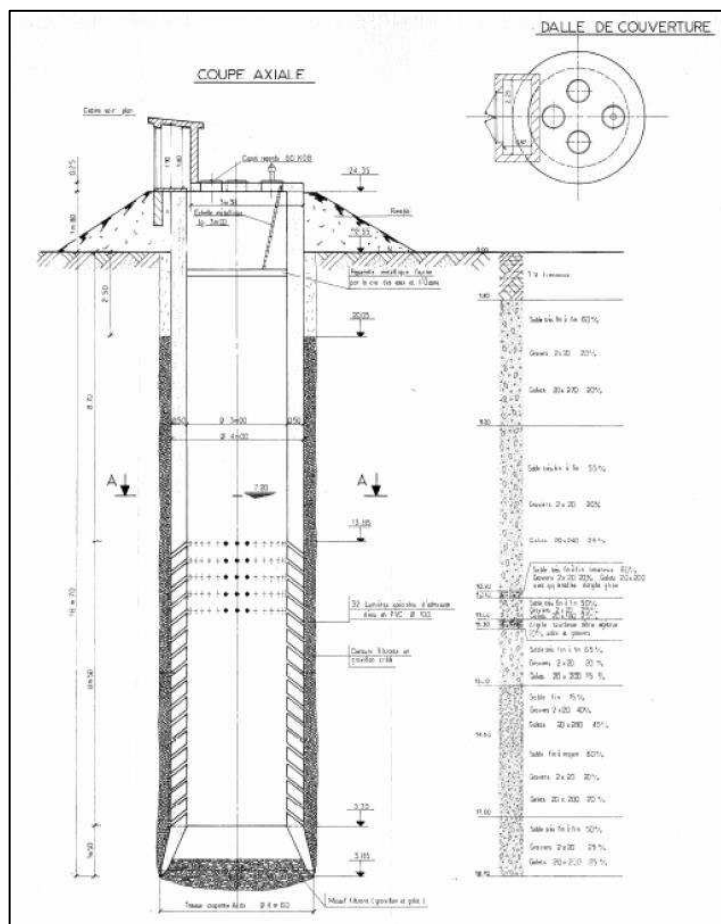


Figure 23 : Coupe du forage Pu-P3 du champ captant des Pugets

Un débit spécifique très important de 500 m<sup>3</sup>/h/m est donné dans le rapport BRGM. Cela signifie qu'un ouvrage peut fournir un débit de 500 m<sup>3</sup>/h pour un mètre de rabattement. Cette très forte productivité s'expliquerait par la relation directe avec le cours d'eau du Var.

Les prélèvements journaliers en 2014 sur le champ captant des Pugets sont de 52 000 m<sup>3</sup> (forages REA) et de 90 000 m<sup>3</sup> (forages SILRDV).



Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

### 6.3.7.2. Emplacements réservés pour l'eau potable

Dans un souci de sécurisation de l'alimentation en eau de ce territoire, soumis à d'importantes mutations (urbanisation de la plaine du Var, changement climatique, risques d'intrusion du biseau salé,...), la Métropole de Nice souhaite réserver des emplacements au PLU Métropolitain pour l'eau potable. Cela se décline dans le PLU par :

- deux zones stratégiques (Gattières et Le Broc) ;
- trois emplacements réservés au PLU de Nice (Lingostière, Saint-Isidore, les Iscles-Arboras).

Le projet de géothermie du MIN est localisé en rive opposé de l'emplacement réservé de Lingostière et à 1,5 km en aval hydraulique de la zone stratégique de Gattières. Leur localisation ainsi que le champ captant des Pugets et des zones stratégiques pour l'AEP est présentée en Figure 24 ci-après :

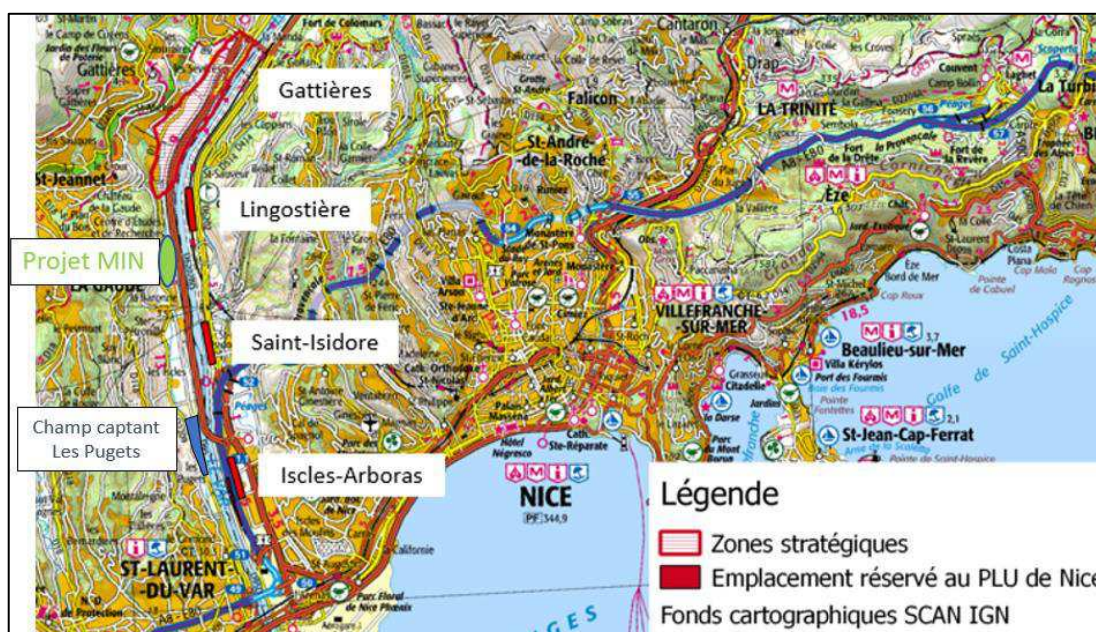


Figure 24 : Localisation du champ captant des Pugets et des zones stratégiques pour l'AEP

### 6.3.7.3. Usages agricoles et industriels

#### Agence de l'eau :

Les prélèvements en nappe sont redevables d'une taxe spécifique, dépendant du volume annuel prélevé et de l'usage. Cette taxe est perçue par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, qui fait procéder au relevé de compteurs placés sur les forages.

D'après la dernière mise-à-jour disponible des fichiers de l'Agence de l'Eau (2017), les prélèvements déclarés an amont et en aval du projet sont :

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

Nom	Situation hydraulique par rapport au projet	Rive du Var	Distance au projet	Volume prélevé en 2016 (m <sup>3</sup> /an)
Golf country club de Nice	Amont	Gauche	1,3 km	9 186 m <sup>3</sup> Fictif-forfait
Lafarge Bétons Sud Est Nice	Aval	Gauche	2,7 km	23 049 m <sup>3</sup> Volumétrique-mesure
Champ captant des Pugets et forages de St Laurent du Var	Aval	Droite	1,85 km	13 997 011 m <sup>3</sup> Volumétrique-mesure
Béton Contrôle	Aval	Gauche	3,8 km	5 131 m <sup>3</sup> Volumétrique-mesure
Puits du MIN	Aval	Gauche	5,8 km	1 215 104 m <sup>3</sup> Volumétrique-mesure
Forage Puisage Aéroport	Aval	Gauche	6,5 km	838 669 m <sup>3</sup> Volumétrique-mesure
Forage Puisage 1 Aéroport	Aval	Gauche	6,5 km	48 948 m <sup>3</sup> Volumétrique-mesure

Tableau 10 : Recensement des prélèvements d'eau souterraine (source : AERMC 2017)

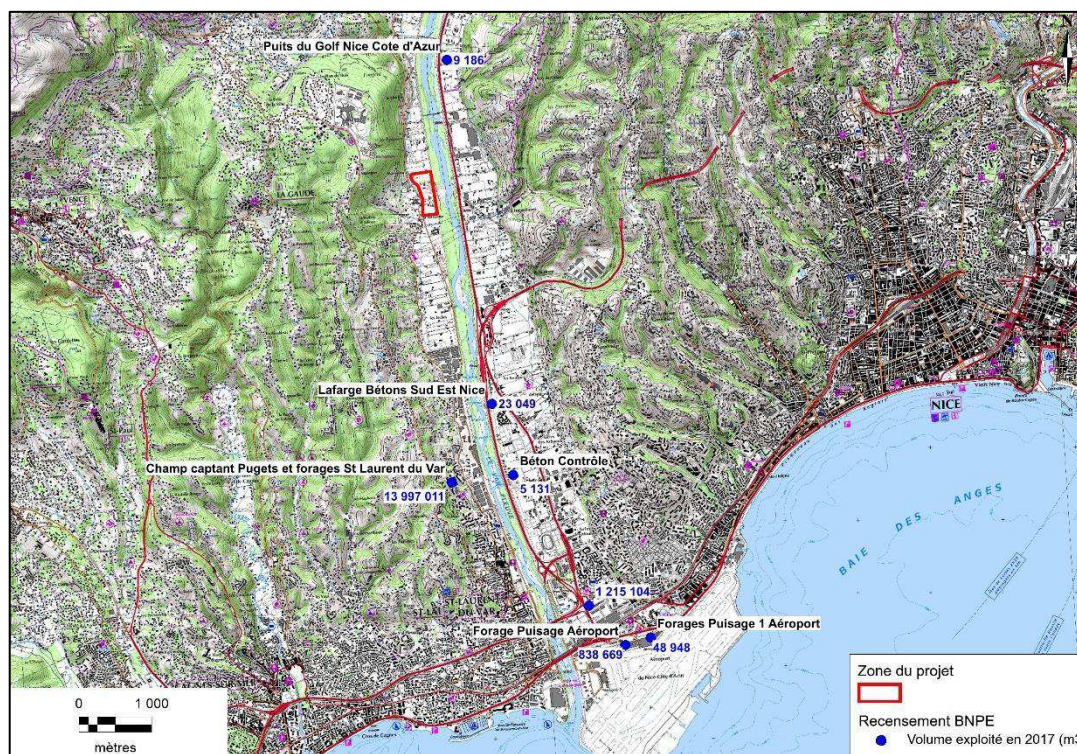


Figure 25 : Localisation des prélèvements d'eau souterraines déclarés à l'Agence de l'Eau

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

### **Banque de données du sous-sol du BRGM (BSS)**

Les points d'eau recensés dans la BSS jusqu'à 1 km en amont et en aval du projet sont reportés dans le Tableau 11 et la Figure 26 ci-après. Le recensement met en évidence la présence de :

- 11 forages ;
- 4 puits ;
- 1 piézomètre.

5 ouvrages sont utilisés pour une alimentation en eau potable, dont trois forages localisés en amont hydraulique du projet (le plus proche à 200 m) et deux ouvrages situés en aval de ce dernier, dont le plus proche se trouve à 400 m environ. A noter que deux forages recensés au droit même de l'emprise du projet. Leur usage est inconnu.

Référence BSS	Lieu-dit	Nature	Profondeur	Utilisation
BSS002HEWR	LE PLAN	FORAGE	19	EAU-INDIVIDUELLE
BSS002HEWK	QUARTIER DES PUGETS	FORAGE	20	EAU-INDIVIDUELLE
BSS002HEWV	QUARTIER ST-ESTEVE-ST-JEANNET	FORAGE	20	EAU-INDIVIDUELLE
BSS002HEVW	-	FORAGE	22	INCONNU
BSS002HEVV	-	FORAGE	22	INCONNU
BSS002HEVN	LA BARONNE	FORAGE	122	INCONNU
BSS002HEJY	PUITS DEVANT UNE MAISON	PUITS	6,4	INCONNU
BSS002HEWF	-	FORAGE	23	EAU-INDIVIDUELLE
BSS002HEJZ	SAINTE PETRONILLE	PUITS	6.18	INCONNU
BSS002HEWC	-	FORAGE	20	EAU-INDIVIDUELLE
BSS002HFBG	SAINTE PRÉTRONILLE	PIEZOMETRE	500	PIEZOMETRE
BSS002HEYP	LA BARONNE - PONEY CLUB	FORAGE	25,4	QUALITE-EAU
BSS002HEKA	PUITS CHEZ MR. LOMBARD	PUITS	4,1	INCONNU
BSS002HEKB	PUITS CHEZ MR. LOMBARD	PUITS	2,2	INCONNU
BSS002HEYS	STE PETRONILLE	FORAGE	25	EAU-AGRICOLE
BSS002HEUA	LES ISCLES	-	-	CONSTRUCTION, VIABILITE
BSS002HESW	S12 CHEZ M. TORDO	FORAGE	-	INCONNU

**Tableau 11 : Caractéristiques des points d'eau recensés dans la BSS**

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

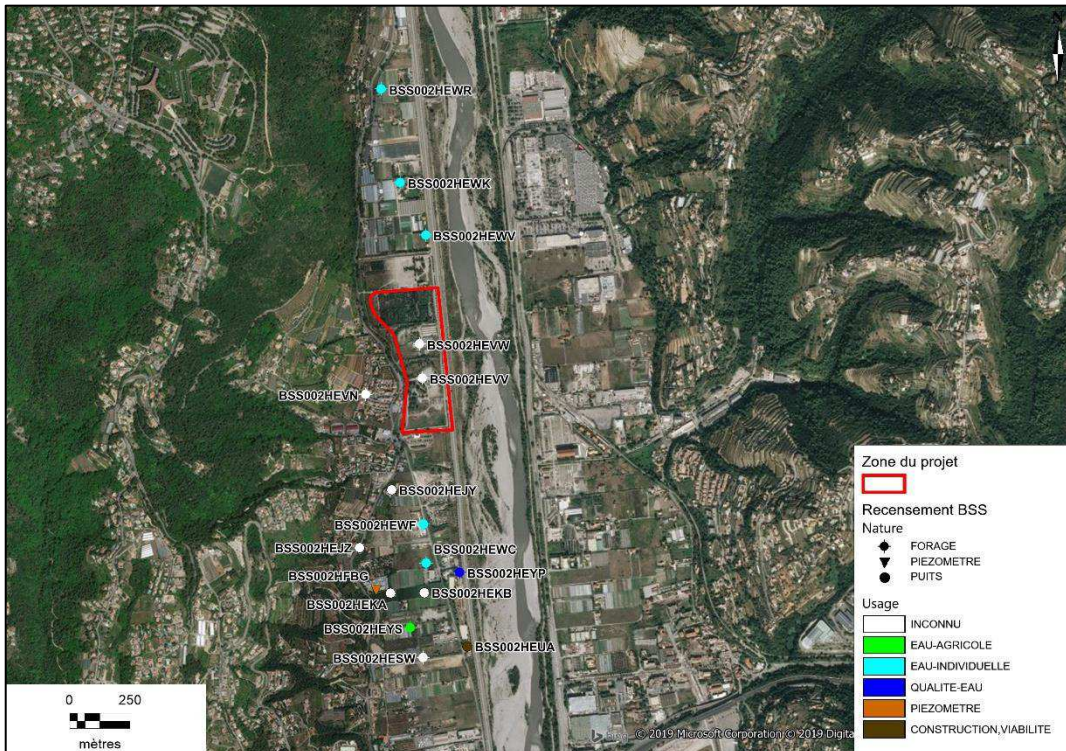


Figure 26 : Localisation des points d'eau recensés dans la BSS

6.3.7.4. Usages géothermiques recensés

D'après le rapport du BRGM de contribution à la connaissance des ressources géothermiques de la basse vallée du Var de 2012, la nappe alluviale est également sollicitée par une quinzaine d'installations géothermiques.

On notera en particulier la présence à proximité du site :

- **Stade Allianz Riviera (Stadium Nice)** : deux forages de prélèvement (F1 et F2) ont été réalisés en 2012 en bordure ouest immédiate du projet. Ils ont recoupé les alluvions du Var jusqu'à 43,3 et 42,8 m de profondeur et ont montré des niveaux graveleux très aquifères au-delà de 36 m de profondeur. Les forages ont été crépinés à partir de 38 m de profondeur et équipés de pompes d'exploitation de 100 m<sup>3</sup>/h ;
- **Groupe scolaire St-Isidore (centre multi-accueil)** : un doublet géothermique de 20 m<sup>3</sup>/h a été réalisé en 2017 et ne serait mis en service que depuis quelques mois (échange oral) ;
- **IKEA** : deux forages de pompage et deux forages de réinjection réalisés en 2019. Les forages ont une profondeur de 50 m et le débit maximal de pointe est de 120 m<sup>3</sup>/h. Le débit moyen annuel de prélèvement est de 50 m<sup>3</sup>/h ;

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

- **Centre commercial - Forum Lingostière** : un forage de de pompage et un forage de rejet avec un débit de pointe de 250 m<sup>3</sup>/h.

D'autres installations sont encore plus éloignées et donc hors zone d'influence du projet. On notera en particulier :

- **Projet Nice Méridia** (en cours d'instruction) : 4 forages de prélèvement et 8 forages de réinjection. Le débit maximal a été plafonné à 400 m<sup>3</sup>/h ;
- **Le centre de maintenance du tramway** de Nice : deux forages de prélèvement et deux forages de réinjection. Le besoin du projet est de 10 à 35 m<sup>3</sup>/h ;
- **Crédit Agricole à Saint Laurent du Var** : deux forages de prélèvement et deux forages de réinjection. Le débit total maximal de pointe est de 160 m<sup>3</sup>/h ;
- **Musée Trémois** : dispositif géothermique sans réinjection en nappe (un forage). Le débit moyen de prélèvement est de 17 m<sup>3</sup>/h ;
- **Banque populaire Côte d'Azur** : un doublet géothermique dont le débit moyen de prélèvement et de réinjection est de 10 m<sup>3</sup>/h ;
- **Aéroport** : 9 forages de prélèvement et 4 forages de réinjection dont le débit moyen de prélèvement est de 185 m<sup>3</sup>/h et le débit moyen de réinjection est de 149 m<sup>3</sup>/h ;

A noter également le projet **Grand Arénas** qui consiste en une récupération de chaleur sur eaux usées (sur STEP).

La localisation des usages géothermiques de la basse vallée du Var est présentée en Figure 27 ci-après.

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

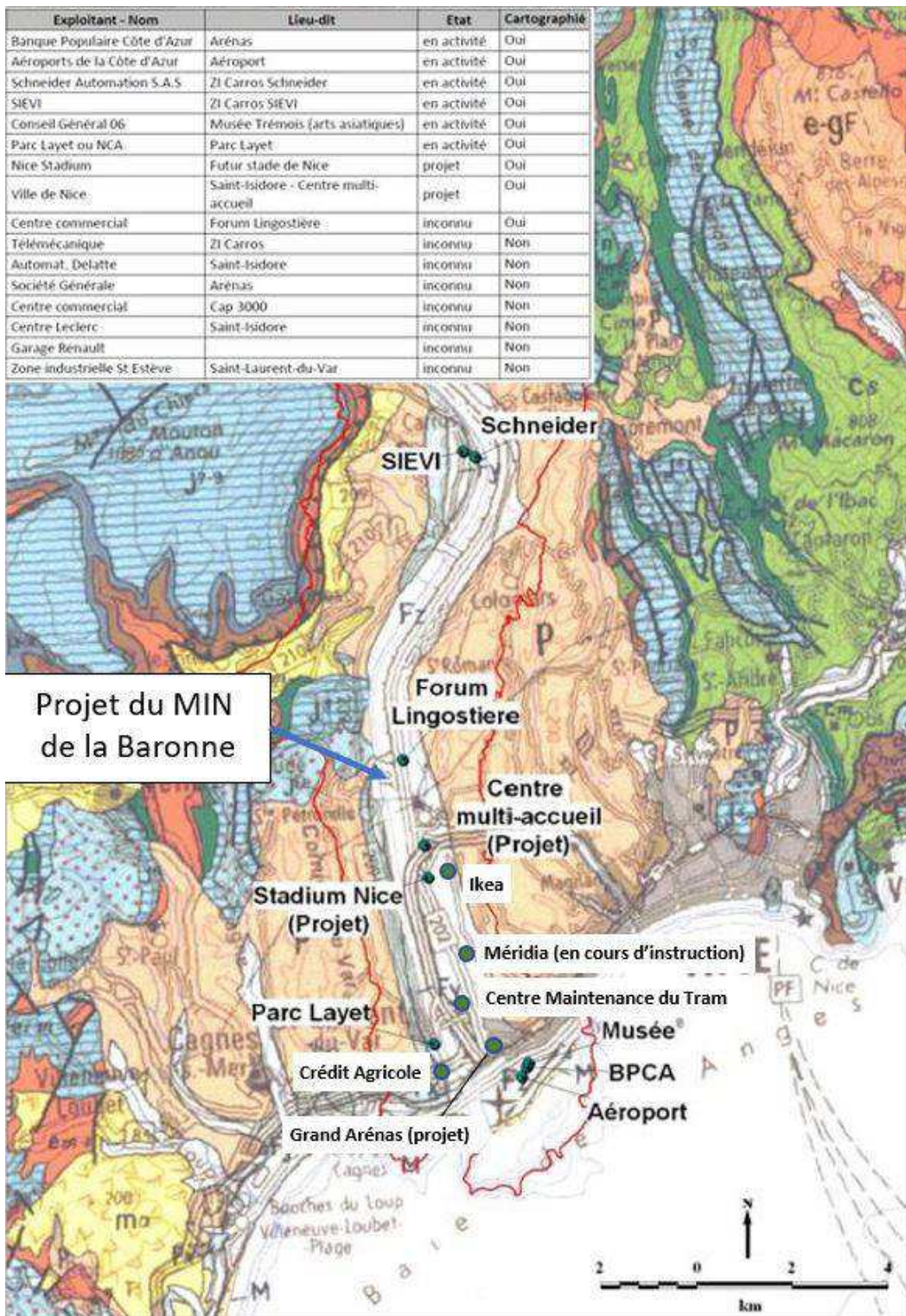


Figure 27 : Localisation des usages géothermiques connus  
 (source : rapport BRGM RP-60742-FR)

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

### **6.3.8. Eaux superficielles**

Le site n'est traversé par aucun cours d'eau temporaire ou permanent. Le lit mineur du fleuve Var s'écoule à environ 150 m à l'est du projet. Le canal des Iscles borde le projet à l'ouest.

Le Var prend sa source dans le massif du Mercantour, et s'écoule sur 110 km jusqu'à son delta à environ 3,8 km au sud du projet.

Ce fleuve présente des fluctuations saisonnières typiques d'un régime à dominante nivale. Deux périodes des crues sont distinguées sur le Var. Les hautes eaux d'automne sont suivies d'une baisse de débit en février. Une deuxième montée des eaux, causée par la fonte des neiges est observée au mois de mai. La décrue s'amorce en juin, le mois d'août est caractérisé par l'étiage.

Les oscillations saisonnières paraissent peu importantes, mais les fluctuations sont plus prononcées sur de courtes périodes. Les crues torrentielles du Var peuvent être très violentes.

La zone d'étude est située en rive droite du Var, entre le seuil n°1 (pont de la Manda) et le seuil n°4 (au nord).

D'après les informations issues de la base de données Hydro, le Var présente au niveau de la station de Carros (pont de la Manda) un débit journalier maximal connu de 997 m<sup>3</sup>/s (09/11/1982), un débit maximal instantané de 1450 m<sup>3</sup>/s (01/10/1976) et un débit de fréquence quinquennale sèche de 15 m<sup>3</sup>/s.

#### **6.3.8.1. Identification des masses d'eau**

La masse d'eau superficielle à proximité du projet correspond au « Var de Colomars à la mer » (n°FRDR78b). Ce cours d'eau correspond à une « masse d'eau fortement modifiée » (MEFM). Son état écologique en 2016 est considéré comme « moyen » et l'échéance pour le bon potentiel a été reportée à 2027.

Les raisons pour lesquelles la masse d'eau est classée dans cette catégorie sont l'altération de la morphologie ainsi que de la continuité.

L'état chimique de la masse d'eau est bon.

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

9 - Côtiers Côte d'Azur			
La Basse vallée du Var - LP_15_06			
FRDR78b	Le Var de Colomars à la mer		Masse d'eau fortement modifiée
Objectif d'état écologique : bon potentiel	Echéance : 2027	Objectif d'état chimique sans ubiquiste -	Echéance : 2015
		Objectif d'état chimique avec ubiquiste -	Echéance : 2015
Motivations en cas de recours aux dérogations :	Faisabilité technique	Motivations en cas de recours aux dérogations :	
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :	Continuité, morphologie	Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :	
Objectif plus strict au titre des zones protégées :			
<b>Mesures pour atteindre les objectifs de bon état</b>			
Pression à traiter :	Altération de la continuité		
	MIA0301 Aménager un ouvrage qui contraint la continuité écologique (espèces ou sédiments)		
Pression à traiter :	Altération de la morphologie		
	MIA0204 Restaurer l'équilibre sédimentaire et le profil en long d'un cours d'eau		

**Tableau 12 : Caractéristiques écologiques et chimiques de la masse d'eau superficielle FRDR78b**

### 6.3.9. Historique du secteur : sensibilité environnementale

D'après les éléments collectés dans l'étude historique et documentaire réalisée par ERG, il apparaît que le secteur d'étude a été viabilisé dans les années 50 et a essentiellement accueilli des installations horticoles. Les premières structures ont été installées entre 1964 et 1970 dans la partie nord. La partie centrale a été mise à disposition par le Conseil Général pour les besoins du CREAT (Centre de recherche de la Chambre d'Agriculture), station d'expérimentation qui s'est installée sur le terrain en 1979. La partie sud a été progressivement aménagée entre les années 1970 et 1990 pour accueillir les services voirie et exploitation de Nice Métropole.

Un diagnostic environnemental a été réalisé par ERG au droit du secteur de la Baronne. Des investigations de reconnaissance de sols (sondages à la tarière et à la pelle mécanique jusqu'à 3 mètres de profondeur) ont été réalisés et ont mis en évidence :

- La présence d'anomalies modérées en cuivre, plomb et zinc ;
- La présence d'une anomalie forte en mercure sur un seul point de prélèvement (SD4) ;
- La présence de HCT à des teneurs inférieures aux seuils de l'arrêté du 28/10/2010 pris à titre indicatif, n'induisant pas de risque sanitaire ;
- La présence de HAP et BTEX à l'état de trace, à des teneurs bien inférieures aux seuils de l'arrêté du 28/10/2010 pris à titre indicatif, n'induisant pas de risque sanitaire ;
- La présence de dioxines et furanes à des teneurs inférieures à la base de données du BRGM ;
- L'absence de quantification de nitrates, ammonium et cyanures, excepté la présence d'ammonium de faible teneur au niveau d'un sondage (sans conséquence sanitaire et environnementale) ;
- L'absence de quantification de COHV, MTBE, pesticides organophosphorés et organochlorés et de PCB.

Aucun sondage n'a été réalisé à proximité directe des forages de prélèvement et de rejet. Toutefois, les sondages les plus proches des forages de captage mettent en évidence la présence de métaux lourds et d'hydrocarbures totaux. En ce qui concerne les forages de rejet, les



sondages les plus proches font état de présence de métaux lourds, hydrocarbures totaux et dioxines et furanes (lié à l'activité d'exercice incendie).

### 6.3.10. Gestion des eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales a été conçue par EGIS et a été réalisée à l'échelle de la parcelle par différentes solutions techniques de stockage alternatifs en vue de favoriser au maximum les techniques douces de gestion des eaux pluviales (cf. Figure 28). Il a ainsi été prévu :

- Des noues de rétention enherbées d'infiltration des eaux pluviales en façade est ;
- Une noue de rétention imperméable en façade Est pour la gestion des eaux en cas d'incendie ;
- Des noues de rétention enherbées d'infiltration en façade ouest ;

En complément des noues, les moyens de confinement des ouvrages de rétention pourront être utilisés pour la gestion des eaux pluviales, à savoir :

- Un bassin de rétention d'un volume de 144 m<sup>3</sup> qui vient également pour confiner les eaux en cas d'incendie ;
- Les zones de rétention des quais (volume de confinement de 430 m<sup>3</sup>).

Les systèmes de gestions des eaux pluviales sont repris dans le tableau ci-dessous :

<b>Volume utile de retenue à prévoir :</b> <i>(pour une pluie d'occurrence T= 100 ans)</i>	<b>7 784</b>	m <sup>3</sup>	<b>Débit total de fuite au rejet :</b>	
			<b>240 l/s</b>	
Volume stockable dans noues Ouest :	3 500	m <sup>3</sup>	débit d'infiltration <i>(pour une perméabilité de 8,5 10-5m/s)</i> :	
Volume stockable dans noues Est :	5 520	m <sup>3</sup>	Noue Ouest :	307 l/s
Volume stockable bassin enterré :	144	m <sup>3</sup>	Noue infiltrante Est :	335 l/s
Volume stockable au fond des quais :	430	m <sup>3</sup>		
<b>Volume total de retenue possible :</b>	<b>9 594</b>	m <sup>3</sup>		

**Tableau 13 : Synthèse des systèmes de gestions des eaux pluviales**

Les eaux pluviales de toitures seront récoltées par des collecteurs en PVC qui seront rejetées dans les noues de rétention.

Les noues de rétention et d'infiltration permettront le traitement des eaux pluviales et leur pollution chronique issue des voiries. Des vannes de confinement seront installées en amont de ces noues, afin de pouvoir confiner les pollutions accidentelles avant traitement. Deux noues longitudinales s'étendront en contrebas de la voirie de circulation. Elles récupéreront les eaux de ruissellement des voiries et parking de véhicules légers (hors quais). Les noues seront réalisées sur 2 paliers successifs. Le volume total des noues à l'ouest est de 3 500 m<sup>3</sup>. Sur son extrémité sud, la noue sera raccordée sur le réseau de gestion des eaux pluviales du giratoire de la Baronne après passage par un dégrilleur et un ouvrage de déversement à débit régulé.

Les noues enherbées et infiltrantes à l'est permettront de traiter les pollutions chroniques issues des voiries. Des vannes de confinement seront installées en amont de ces noues, afin de pouvoir

confiner les pollutions accidentelles avant traitement. Ces noues seront réalisées sur 3 paliers successifs permettant de suivre le dénivelé projeté du projet. Le volume total des noues à l'Est est de 5 520 m<sup>3</sup>. Le dernier palier de rétention d'un volume utile de 1000 m<sup>3</sup> est non infiltrant, afin de pouvoir également servir de confinement en cas de pollution lors d'incendie. En extrémité sud-est, cette dernière noue de rétention sera raccordée sur le réseau de gestion des eaux pluviales du giratoire de la Baronne après passage par un dégrilleur au niveau de l'ouvrage de déversement à débit régulé.

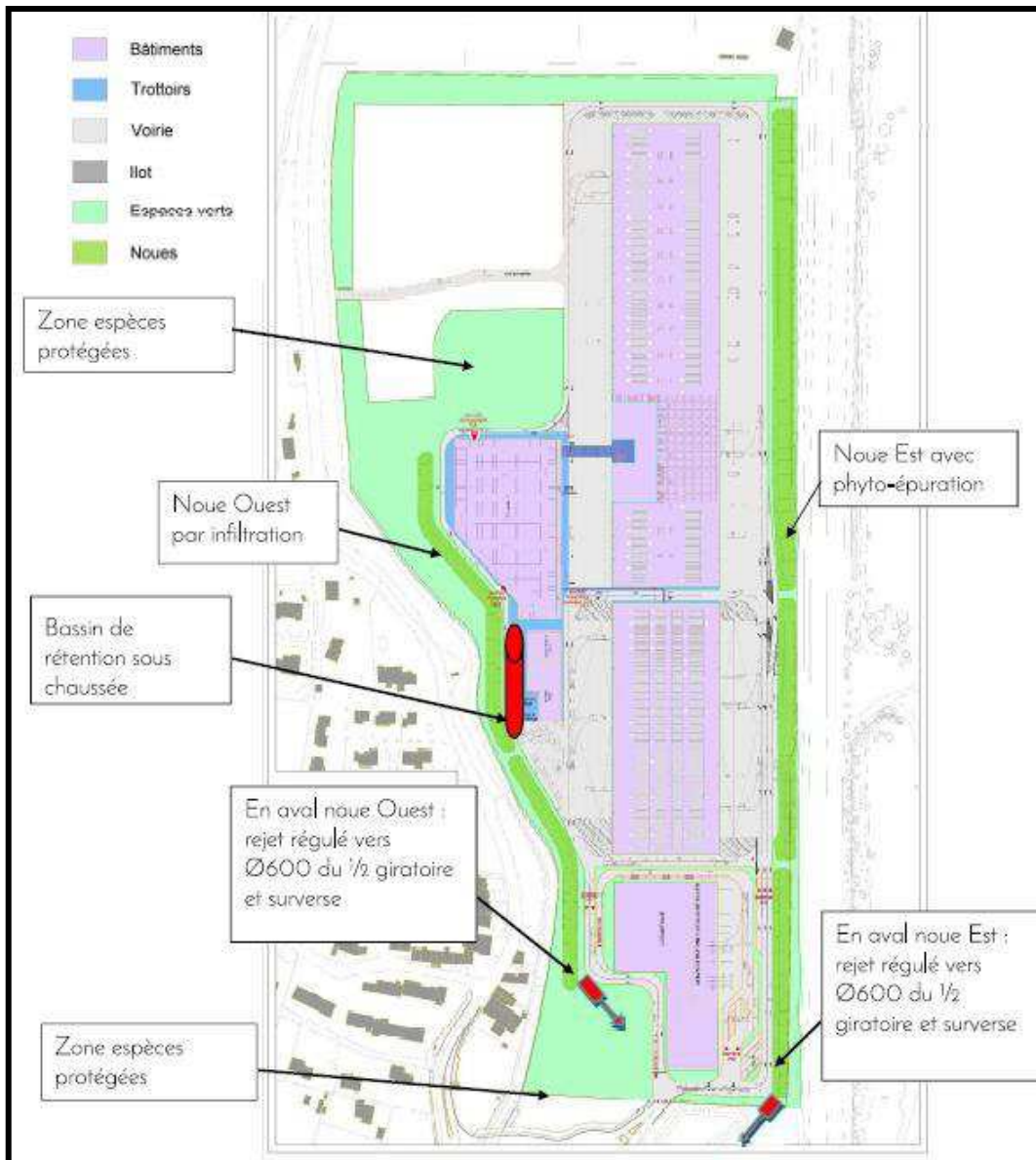


Figure 28 : Principes de retenues et des rejets des eaux pluviales

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

### 6.3.11. Réseaux d'assainissement

Compte tenu de la localisation du projet, il n'est pas potentiellement possible d'assurer, conformément aux prescriptions de l'article 4 de l'arrêté du 11 septembre 2003, le respect d'une distance minimale de 35 m fixée pour le forage par rapport aux réseaux d'assainissement.

Au vu de cette situation, et afin de garantir un niveau de protection des eaux souterraines équivalent à celui prévu par l'arrêté, des mesures compensatoires sont prévues pour permettre d'assurer au droit du site, la préservation de la qualité des eaux souterraines. Ces mesures sont présentées dans les paragraphes ci-après.

#### 6.3.11.1. Aménagement de têtes de protection étanches des ouvrages

Afin d'éviter toute infiltration d'eau potentiellement contaminées dans les ouvrages, une tête de protection étanche et verrouillable sera aménagée au droit de chaque ouvrage. En fonction de la solution choisie, l'infiltration d'eau superficielle sera soit évitée par la réalisation d'une dalle en béton d'une épaisseur de 0,3 m et d'une superficie de 7 m<sup>2</sup> pour les forages de prélèvement et de 8 m<sup>2</sup> pour les forages de réinjection, soit par un regard de visite en béton enterré et fermé par un tampon étanche. Un hors sol d'au moins 0,2 m par rapport à la margelle bétonnée ou un hors sol de 0,5 m par rapport au radier du regard de visite seront conservés. Ces dispositions doivent permettre d'éviter toute infiltration d'eau potentiellement contaminée dans l'ouvrage.

#### 6.3.11.2. Cimentations annulaires de l'ouvrage entre l'équipement (tube plein) et les terrains

Afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage vis-à-vis d'éventuelles contaminations qui pourraient provenir d'éventuelles fuites des réseaux d'assainissement ou de circulations d'eaux superficielles, une cimentation annulaire sera effectuée sur une hauteur 18 m au droit des forages de prélèvement et sur une épaisseur de 10 m au droit des forages de rejet.

L'ensemble des canalisations d'assainissement au droit et à proximité du site à ce jour sont présentés en **Annexe G**. Préalablement au commencement des travaux, une déclaration de travaux sera réalisée.

### 6.3.12. Milieu naturel

Le site du MIN n'est pas situé dans une zone de protection naturelle de type Natura 2000, ZNIEFF, ou zone humide.

Le projet est concerné par :

- SRCE : Réservoirs de Biodiversité SRCE : Basse Provence calcaire FR93RS1864 ;

Les zones les plus proches concernent :

- Natura 2000, Directive Oiseaux : Basse vallée du Var (FR9312025) ;
- ZNIEFF de type II : le Var (930020162) ;



*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

#### *6.3.15.2. Les axes de circulation et émetteurs potentiels de bruit*

Le projet est bordé par les axes de circulations suivantes :

- la route M6202 bis à l'est ;
- la route M2209 ou route de Gattières à l'ouest ;

L'ambiance sonore du site est donc influencée par le bruit induit par les voies routières.

#### *6.3.15.3. Les zones d'habitat sensibles au bruit*

A l'ouest du futur MIN est localisé un quartier résidentiel composé d'habitations individuelles.

### **6.4. Appréciation des impacts du projet**

Les éléments présentés ci-après concernent l'impact du projet d'exploitation géothermique (phase travaux et phase d'exploitation). En cas d'absence de mise en œuvre du projet, la situation de référence décrite dans le paragraphe 6.3. perdurerait.

#### *6.4.1. Impacts sur l'environnement*

##### *6.4.1.1. Impacts paysagers et urbanisme*

Une machine de foration et un compresseur sont utilisés lors de la foration à l'ODEX. L'impact visuel durant les travaux sera proche d'un impact paysager généré par un chantier de construction de bâtiment. Cela est également valable pour la construction des locaux techniques.

Les installations prévues, que ce soit les équipements thermiques mis en place dans un local technique ou les forages positionnés sous des tampons situés à ras de sol, soit au centre d'une margelle bétonnée d'une superficie maximale de 8 m<sup>2</sup>, n'auront aucun impact paysager significatif.

Aucune incompatibilité n'a été relevée avec le règlement d'urbanisme.

##### *6.4.1.2. Impacts sonores*

La phase chantier de réalisation des forages mettra en œuvre une machine de foration et un compresseur (méthode ODEX). Cette technique de foration utilise les mêmes engins que ceux habituellement utilisés sur les chantiers de construction de bâtiments. Le chantier n'aura donc pas plus d'impact sonore qu'un chantier habituel de travaux publics.

La centrale énergie fera l'objet d'un traitement acoustique, afin de réduire les nuisances potentielles.

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

#### 6.4.1.3. Impacts sur l'air

Les principales sources d'émissions atmosphériques seront liées :

- aux travaux d'aménagement de la plate-forme : poussières et gaz d'échappement des engins ;
- aux travaux de forage : émissions gazeuses (gaz d'échappements des moteurs diesel) liées au matériel utilisé.

Ces émissions seront ponctuelles et limitées dans le temps (durée du chantier de forage de l'ordre de 18 semaines).

Les gaz d'échappement seront limités par l'entretien régulier des engins à moteur qui seront conformes à la législation en vigueur et dont le contrôle par le service des mines sera scrupuleusement respecté. Le trafic engendré par la phase travaux sera limité à l'approvisionnement du matériel.

La génération de poussières liée aux méthodes de foration est limitée, car les matériaux sont remontés par l'injection d'air et sont récupérés en sortie de forage.

En phase d'exploitation, la ventilation des locaux techniques sera dimensionnée conformément à la norme NFE 35-400. Elle sera dimensionnée en fonction de la masse de fluide frigorigène contenue dans le groupe.

#### 6.4.1.4. Déchets

La méthode de foration choisie étant la méthode ODEX, aucun déchet lié à la foration en elle-même ne sera créé (pas de boue de forage).

Les principaux déchets produits par le projet seront :

- les déblais de forage (terrains extraits constituant des matériaux inertes) ;
- les bidons usagés des produits nécessaires au fonctionnement des installations de forage (fuel, graisses, hydrocarbures) ;
- des déchets divers comme: emballages, plastiques, sacs, ferrailles, bois, morceaux de tubes, bidons...

Le volume de déblais de chaque forage y compris le regard de visite sera de l'ordre de 18,2 m<sup>3</sup>, soit 109 m<sup>3</sup> pour l'ensemble des forages. Dans le cas où les têtes des forages ne seront pas contenues dans un regard de visite, le volume de déblais de chaque forage sera de l'ordre de 6,5 m<sup>3</sup>, soit 39 m<sup>3</sup> pour l'ensemble des ouvrages.

Le diagnostic environnemental réalisé par ERG au droit du site du projet indique la présence de métaux lourds, hydrocarbures totaux et dioxines et furanes dans les terrains superficiels. Il est à noter que les concentrations détectées sont globalement inférieures aux seuils de l'arrêté du 28/10/2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

Un protocole de gestion des déblais des forages de géothermie est proposé ci-après :

- Terrains superficiels (remblais – limons)

Sur ces matériaux, il sera nécessaire de réaliser un prélèvement sur les déblais afin de définir la filière de traitement adaptée.

Dans l'attente des résultats d'analyses, les déblais seront stockés dans une benne étanche dès leur extraction du sol. Les délais d'analyses de sols sont d'environ 2 semaines, entraînant une durée équivalente d'immobilisation des bennes de déblais sur l'emprise du chantier.

La hauteur de remblais serait de l'ordre de 3 m, soit un volume approximatif de 0,4 m<sup>3</sup> par forage (DN 300 mm).

- Terrains alluvionnaires (sables – graviers)

Les terrains situés plus en profondeur sont constitués de sables et graviers. En raison de leur propriété, dans le cas d'une pollution, cette dernière ne serait pas retenue (adsorbée) par les matériaux en place. Lors de la foration s'il n'est pas constaté de manière visuelle et olfactive de pollution, ces matériaux pourront être envoyés vers un centre de stockage de déchets inertes.

Si une pollution est suspectée, les déblais seront placés en benne étanche, analysés, et évacués dans une filière de traitement adaptée.

La hauteur de remblais serait de l'ordre de 47 m, soit un volume de 6 m<sup>3</sup> par forage (DN 300 mm).

Dans le cadre de son fonctionnement, l'installation ne sera pas génératrice de déchets liés au fluide frigorigène pour lequel aucune régénération ou remplacement n'est nécessaire. Dans le cas d'un abandon de l'installation, le fluide caloporteur sera enlevé dans les règles de l'art par une entreprise spécialisée. Une fois extrait, ce fluide sera retraité dans la filière adéquate.

#### *6.4.1.5. Impacts sur la stabilité des sols*

Lors de la phase travaux, la technique de foration ODEX utilise des tubages de soutènement pour la réalisation des forages. Les tubages de soutènement permettent de tenir le terrain au cours de la foration. Ainsi il n'y a pas de risque de création de cavités et d'éboulement du terrain alluvionnaire.

Le niveau de la nappe dans le secteur du futur MIN est situé à environ 15 m de profondeur par rapport au terrain naturel (soit de l'ordre de 19 m NGF).

Le projet ne prévoit pas la réalisation d'ouvrages en sous-sol. L'ensemble des infrastructures est construit hors nappe.

De plus, les études géologiques ont révélé la présence de matériaux sablo-graveleux et l'absence d'éléments tourbeux ou argileux à capacité de rétention/résorption d'eau (par exemple argiles

gonflantes). Ainsi, les terrains présents ne sont pas concernés par des phénomènes de modification volumique des matériaux et de déstabilisation des structures environnantes.

Il est également à noter que l'impact hydrodynamique au débit de pointe, soit dans le cas le plus défavorable ( $\pm 200 \text{ m}^3/\text{h}$  par forage) ne dépasse pas  $\pm 0,5 \text{ m}$ . Cette hausse respectivement baisse du niveau piézométrique est négligeable par rapport aux variations saisonnières récentes observées sur la nappe alluviale du Var qui sont de l'ordre de 3 à 4 mètres. L'exploitation des eaux souterraines n'engendra ainsi pas de risque supplémentaire d'affaissement de sols par rapport à l'état initial du site.

Par ailleurs, les forages seront conçus selon les règles de l'art, de manière à ne solliciter que la nappe et ne pas entraîner l'arrivée de fines (sables). Une attention particulière sera portée lors de la réalisation des forages afin d'adapter l'équipement (crépines et massif filtrant) en fonction des terrains sollicités.

#### **6.4.2. Impact sur les eaux souterraines et superficielles**

##### **6.4.2.1. Impact en phase chantier**

La méthode de foration choisie étant la méthode ODEX, aucun impact qualitatif n'aura lieu sur la nappe (pas de boue de forage).

La prise en compte des prescriptions formulées dans la norme NF X 10-999 doit permettre de réduire les potentiels impacts sur le milieu souterrain :

- chantier clôturé et balisé avec signalétique adaptée ;
- mise en place d'un dispositif de stockage, de protection et de collecte des éventuelles fuites d'hydrocarbures et autres produits potentiellement polluants ;
- mise en place de moyens d'évacuation des déblais et des eaux issues du forage ;
- utilisation de matériel conforme CE, entretenu et en bon état de propreté.

Suite aux travaux de forages, des pompages de développement et des pompages d'essais seront effectués. A ce jour, le programme d'essai envisagé est le suivant :

- Le développement des ouvrages sera réalisé pendant une durée minimale de 8 heures par pompage à débit croissant avec des « pistonages » provoqués par des marches-arrêts de la pompe.

Les débits prévisionnels sont les suivants :  $75 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $150 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $225 \text{ m}^3/\text{h}$  et  $300 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ainsi le débit pompé lors du développement des 6 ouvrages sera de l'ordre de  $9000 \text{ m}^3$ .

- Après développement, un pompage par paliers enchaînés d'une heure sera réalisé sur l'ouvrage.

Les débits prévisionnels sont les suivants :  $75 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $150 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $225 \text{ m}^3/\text{h}$  et  $300 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ainsi, le volume pompé de la nappe sera de  $4500 \text{ m}^3$  pendant l'essai par palier.



*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

- L'essai de productivité sera réalisé sur chacun des doublets, avec pompage dans les forages de prélèvement et réinjection des eaux dans les forages de rejet. Le tuyau de refoulement des eaux dans le forage de rejet devra être positionné suffisamment profond sous le niveau statique afin de limiter les phénomènes de brassage.

Les débits prévisionnels sont les suivants : 75 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures, 150 m<sup>3</sup>/h pendant 2 heures et 225 m<sup>3</sup>/h pendant 20 heures. Le volume pompé dans la nappe sera de 10350 m<sup>3</sup>/h.

Le volume total pompé dans la nappe des alluvions de la basse vallée du Var à la suite de l'ensemble des essais sera donc de l'ordre de 23 850 m<sup>3</sup>. Il est important de noter que le programme de pompage indiqué ci-dessus devra être adapté en fonction des rabattements et de la productivité réelle des forages.

Les eaux pompées seront rejetées après décantation dans le réseau public après obtention de l'autorisation nécessaire. Ces eaux devront être claires (après décantation) et exemptes de toute pollution.

#### 6.4.2.2. Impact en exploitation

Dans l'objectif de statuer sur l'impact du dispositif géothermique en phase d'exploitation, une modélisation hydraulique et thermique a été réalisée.

#### Outil utilisé

Le modèle est construit avec le logiciel MARTHE, développé au sein du BRGM. Élaboré à partir de 1980 et régulièrement développé depuis cette époque pour répondre aux évolutions des standards informatiques et pour intégrer de nouvelles fonctionnalités en hydrodynamique et en transport, ce code de modélisation est dédié spécifiquement à la simulation des ressources souterraines (évaluation et gestion des ressources aquifères, impact de prélèvements et d'aménagements) et des transferts d'éléments dissous (éléments chimiques, éléments radioactifs, biseaux salés). Il s'agit d'un code de calcul en différences finies, utilisant un maillage de type « écossais » (colonnes et lignes de largeurs variables), monocouche (en plan ou en coupe verticale), multicouche ou 3D, avec possibilité de sous-maillages gigognes pour une représentation précise des géométries, simulant l'hydrodynamique et le transport hydrodispersif et thermique en régime permanent et en régime transitoire. L'équation générale aux dérivées partielles utilisée dans le code MARTHE pour résoudre l'écoulement transitoire au sein d'un aquifère tridimensionnel, poreux, captif, hétérogène et anisotrope est la suivante :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

Avec :

- h, la charge hydraulique [L]
- K, la conductivité hydraulique [L.T-1],
- SS, le coefficient d'emmagasinement spécifique [L-1],
- W, le terme source (flux unitaires entrants et sortants dans l'aquifère [T-1])
- t, le temps [T]

La résolution de l'équation générale de l'écoulement est effectuée sur un maillage

tridimensionnel par la méthode des différences finies, en utilisant les conditions aux limites du système. Les conditions aux limites correspondent à des données hydrogéologiques réelles traduites numériquement. Il peut s'agir de (Ledoux, 2003) :

- Charges ou de niveaux piézométriques imposés : il est admis dans ce cas, que le niveau piézométrique le long d'un contour (linéaire ou surfacique) est déterminé par une cause externe. Il peut s'agir à l'échelle locale ou régionale d'un plan d'eau libre (lac, réservoir, cours d'eau, etc.), d'un seuil autorisant le déversement d'une nappe (source), mais encore à l'échelle régionale d'une zone de nappe libre suffisamment alimentée pour que la piézométrie moyenne imposée par le réseau hydrographique drainant puisse être considérée comme invariante.
- Flux imposé : les échanges avec le milieu extérieur sont dans ce cas réglés par la connaissance a priori du flux d'eau traversant une portion donnée de limite. Diverses configurations relèvent de ce type de condition aux limites : zone d'alimentation de piedmont à l'amont d'un aquifère, infiltration à partir d'un cours d'eau non directement connecté à la nappe, ligne de courant de l'écoulement souterrain suffisamment éloignée de la zone d'intérêt de l'étude pour qu'elle puisse être raisonnablement considérée comme invariante.
- Conditions mixtes : charge imposée avec limitation du débit. L'existence d'une condition de charge ou piézométrie imposée implique la possibilité d'un échange de flux quelconque entre l'aquifère et le milieu extérieur (ex : source tarie, à débit imposé nul, débit de percolation d'une nappe vers une rivière nul, dans le cas où rivière et nappe sont déconnectées).

Parmi les grandeurs utilisées dans un modèle numérique, on peut distinguer :

- Les variables d'entrées et les variables de sortie ;
- Les paramètres de l'aquifère correspondant aux perméabilités (et coefficient d'emmagasinement en régime transitoire).

Les variables d'entrées correspondent aux différentes conditions aux limites, présentées précédemment et aux termes puits/sources. Les variables de sorties sont les charges hydrauliques  $h$  calculées. Les grandeurs au sein d'un élément de discrétisation sont supposées constantes (transmissivité, emmagasinement) ou uniformément réparties (pompage).

## **Construction du modèle**

### *Principes et objectifs*

L'analyse critique et la synthèse des données qui précèdent une modélisation hydrogéologique sont conduites de façon sélective et orientée pour atteindre les objectifs de l'étude. Il s'agit notamment de :

- Définir des zones «homogènes» pour les paramètres à distribution spatiale (perméabilité, recharge pluviale, etc.), en s'appuyant sur des critères géologiques, topographiques ou autres,

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

- Délimiter l'extension de la zone à modéliser (limites hydrauliques ou géologiques « vraies », ou limites arbitraires répondant à des critères de distance, d'influence, etc.) et définir les conditions aux limites associées (à flux imposé<sup>2</sup>, à potentiel imposé<sup>3</sup>, etc.).

Cette synthèse conduit à définir le modèle conceptuel, représentation schématique des transferts hydrauliques dans un contexte aquifère, élaborée après analyse des données géologiques et hydrogéologiques relatives au milieu concerné.

Le modèle conceptuel synthétise les informations à intégrer dans le modèle de simulation, lesquelles n'en sont plus ensuite qu'une transcription numérique.

Les caractéristiques du modèle conceptuel retenu dans le cadre de cette étude sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Les données de base nécessaires au modèle sont donc les suivantes :

- Données définissant la géométrie du domaine modélisé : il s'agit des cotes des murs des formations hydrogéologiques considérées dans le modèle et de la topographie ;
- Paramètres spatialisés : des valeurs doivent être introduites dans chaque maille. Ces valeurs sont les perméabilités et les coefficients d'emmagasinement (en régime transitoire). Seules quelques valeurs étant connues (par la réalisation de pompage d'essai), ces paramètres doivent être restitués par le calage du modèle sur les observations piézométriques ;
- Données variables dans le temps : il s'agit des données de prélèvements à introduire ponctuellement ou de recharge de la nappe (par infiltration) à introduire par zones ;
- Données utilisées pour le calage : il s'agit des données d'observations portées à notre connaissance (cartes piézométriques, données piézométriques ponctuelles).

**Une modélisation hydrogéologique a été réalisée par le BRGM précisément dans la zone d'intérêt en 2016 (BRGM/RP-65632-FR). Cette modélisation a pu être reprise et complétée.**

### Hypothèses de calcul

Les hypothèses de base retenues pour les simulations des écoulements et du transport de chaleur sont les suivantes :

- Écoulement dans la zone saturée des aquifères,

<sup>2</sup> Limite à flux imposé : Il s'agit d'une limite du modèle pour laquelle on peut imposer :

- un flux nul : une limite à flux nul n'a pas de contribution active aux variations de charge hydraulique dans le modèle et ne fait qu'enregistrer passivement les variations de charge générées par les variations pluviométriques ou les sollicitations de nappe par pompage. Il peut s'agir par exemple d'un contact d'une formation aquifère avec un imperméable ou une ligne de courant séparant deux bassins versants hydrogéologiques ;
- un taux d'infiltration par recharge pluviale par exemple ;
- un prélèvement : débit imposé dans un ouvrage (puits, tranchée etc.)

<sup>3</sup> Limite à potentiel imposé : on impose une limite à potentiel imposé si la charge hydraulique y est indépendante des conditions de nappe. Ex : contact d'une nappe avec un plan d'eau libre (rivière, lac etc. Le long du contact nappe-rivière, le potentiel (charge hydraulique) est constant et imposé par la cote de l'eau dans la rivière

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

- Milieu poreux multicouches : le modèle MARTHE utilisé est un modèle hydrodynamique en milieu poreux classique. En réalité, le milieu considéré n'est pas un milieu poreux réel : les terrains réputés aquifères de la zone d'étude sont fissurés, faillés et les circulations se font préférentiellement au travers de ces structures. Le milieu souterrain peut, à l'échelle retenue, être représenté de manière acceptable, par une équation d'écoulement supposant un milieu poreux continu, selon la notion de volume élémentaire représentatif (VER<sup>4</sup>). Les hétérogénéités peuvent être représentées de cette façon par les variations de valeurs des paramètres hydrodynamiques à l'échelle d'un VER correspondant à la taille de la maille du modèle.
- Écoulement en régime permanent (phase de calage) puis transitoire (simulations),
- Transport de chaleur en régime transitoire.

La modélisation est réalisée dans un premier temps en régime permanent, qui permet de représenter un état moyen de la nappe à l'équilibre.

---

<sup>4</sup> L'approche VER consiste à dire que l'on affectera à un point mathématique de l'espace la perméabilité d'un certain volume de matériaux, le VER, qui permettra la définition (éventuellement la mesure), de la propriété « moyenne » du volume en question. Il s'agit donc d'une intégration dans l'espace (G. de Marsily)

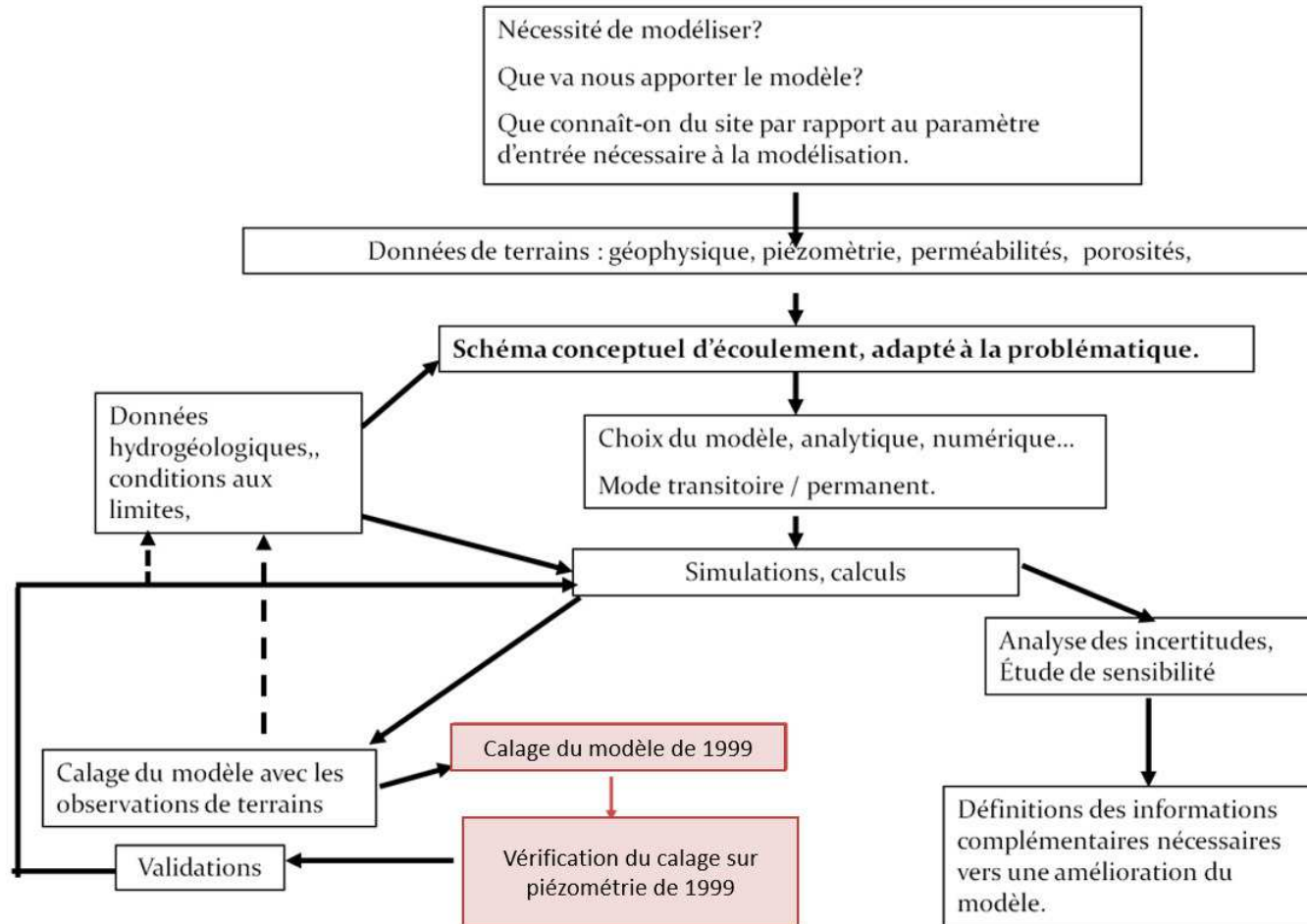


Figure 30 : Méthodologie déployée dans le cadre de la modélisation hydrodynamique et thermique du MIN (adapté d'après S. Denimal)

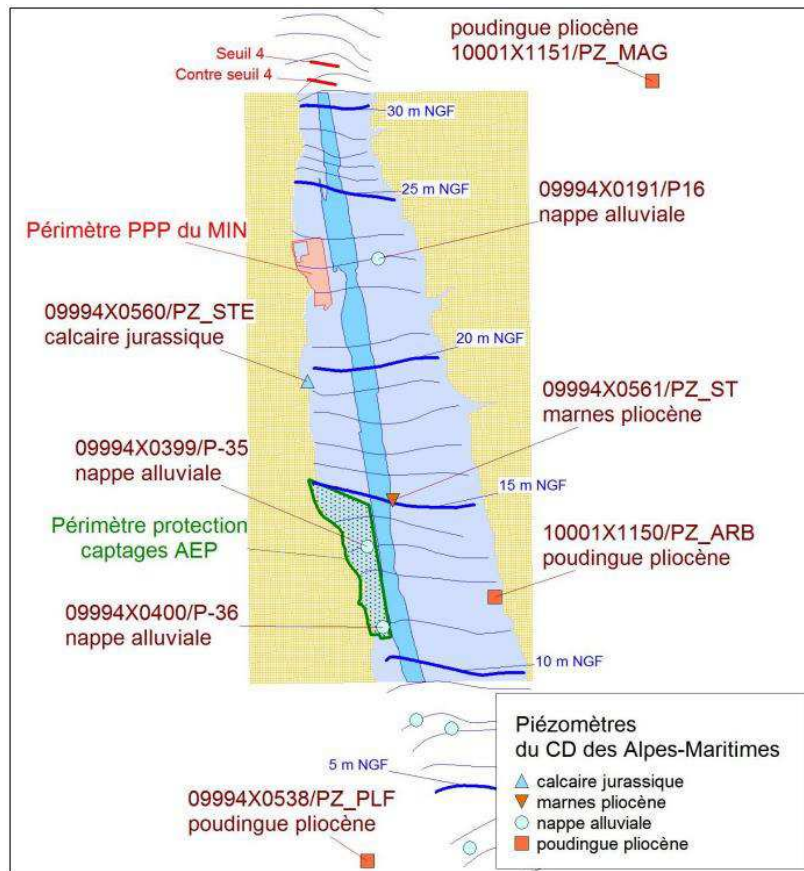
Piézométrie de référence – données de calage en hydrodynamique

La distribution spatiale de la piézométrie du secteur est connue grâce à :

- La carte piézométrique de la nappe alluviale superficielle du Var d'octobre 1999 (cf. Figure 31) avec les points de suivi associés.
- La carte piézométrique de la nappe alluviale de septembre 2007 issue du rapport Hydratec de 2009. Deux hypothèses ont été prises pour réaliser les cartes piézométriques : une carte avec une relation nappe-Var et une autre carte sans relation hydraulique entre la nappe et le fleuve (cf. Figure 32).

Un suivi piézométrique a été réalisé au droit du projet entre 2013 et 2015 par ERG. Ce suivi ne permet pas d'obtenir des informations précises de la piézométrie et sa fluctuation car les forages suivis étaient généralement secs.

La piézométrie de référence considérée est celle d'octobre 1999, car elle permet de bien caler les paramètres hydrodynamiques. En effet, les données du calage du modèle en régime permanent de la modélisation du BRGM de 2016 (modèle de La Baronne) semblent satisfaisantes. Ces résultats seront présentés et complétés par la suite.



**Figure 31 : Carte piézométrique de la nappe alluviale superficielle du Var de 1999 (source : rapport BRGM RP-65632-FR)**

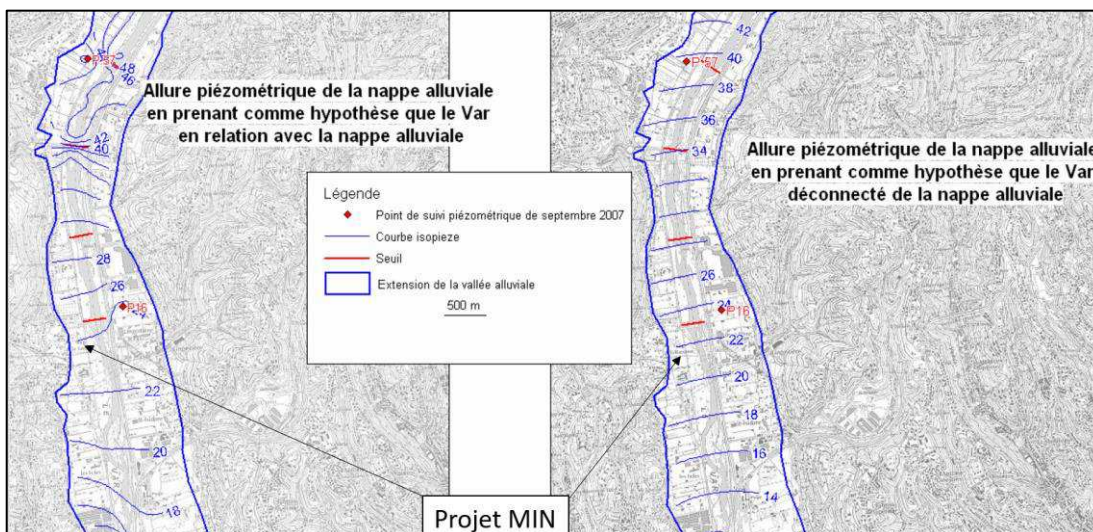


Figure 32 : Cartes piézométriques de septembre 2007 (Hydratec 2009)

### Extension horizontale

Le modèle hydrogéologique 3D a été développé sous MARTHE, avec une extension permettant de simuler à la fois :

- Le fonctionnement hydrogéologique global des aquifères concernés par le projet, du plus profond au plus proche de la surface :
  - L'aquifère des poudingues pliocènes : composé principalement de galets et de débris arrondis consolidés et cimentés.
  - La nappe des alluvions du Var : composée de galets de plus de 2 cm, de graviers, de sables et de limons.
- Le fonctionnement de l'installation projetée et ses impacts sur les plans hydrauliques et thermiques.

L'extension horizontale du modèle doit inclure le champ captant Les Pugets. La nature des limites du modèle et leur distance avec le champ captant d'une part, et la zone du projet d'autre part, sont définies de manière à ce qu'elles n'aient qu'une influence limitée sur les niveaux piézométriques au droit de la zone du projet.

Ces différents objectifs ont conduit à reprendre l'extension du modèle de La Baronne du BRGM, présentée en Figure 33 sur une partie de la Vallée du Var, et centrée exclusivement sur le modèle en Figure 34.

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

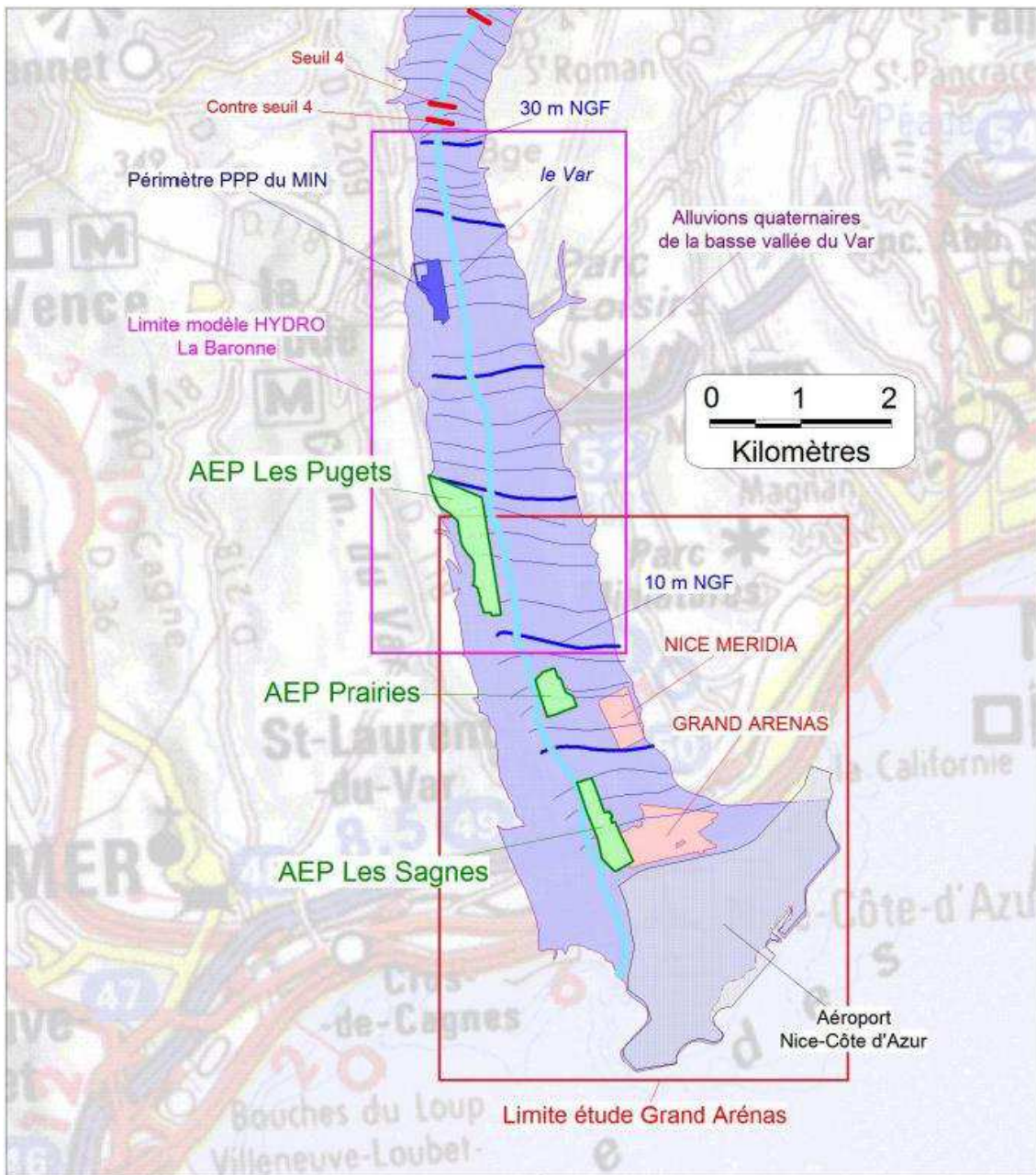


Figure 33 : Vallée du Var et localisation des limites de l'étude hydrogéologique de La Baronne (source : rapport BRGM RP-65632-FR)



Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

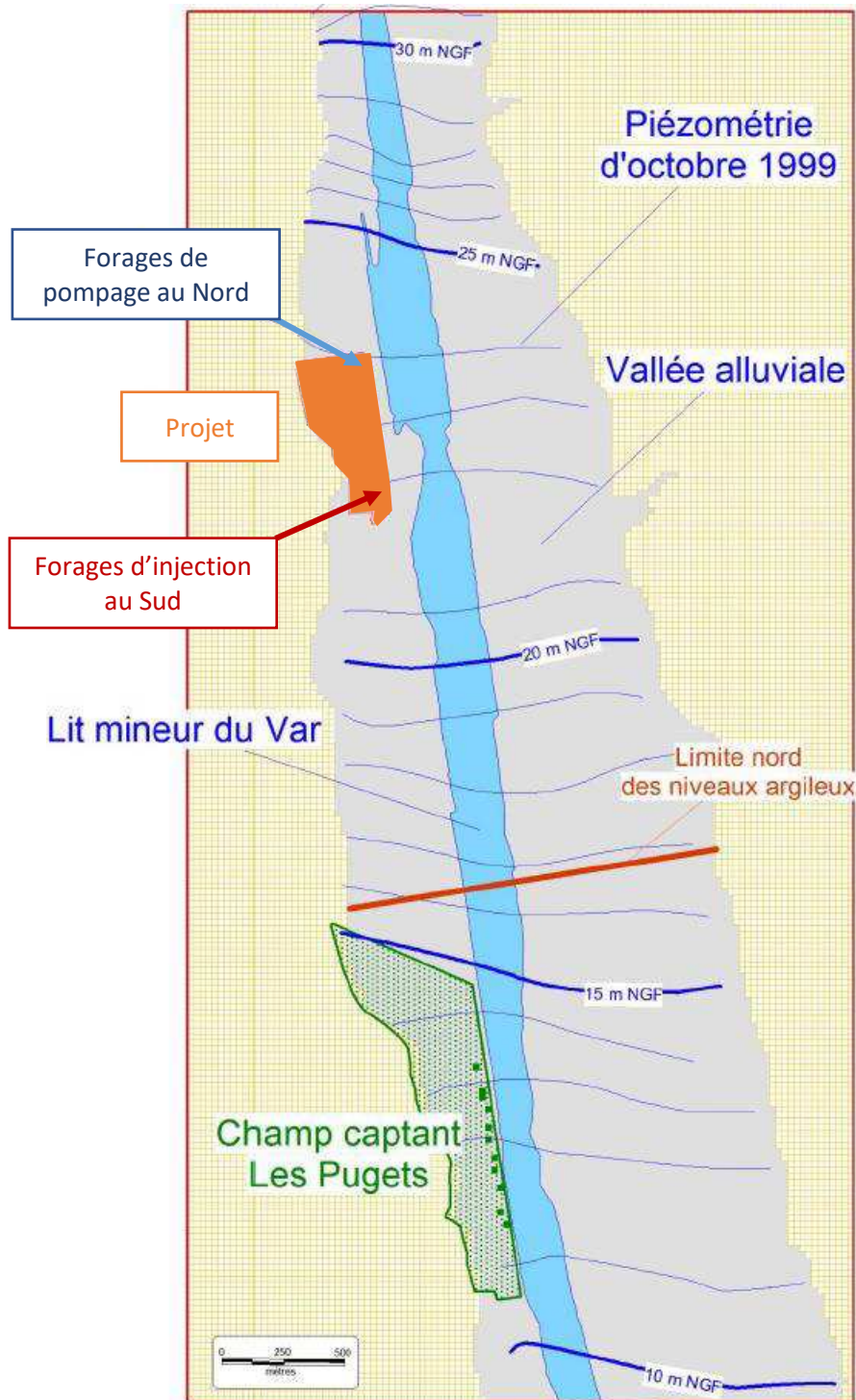


Figure 34 : Extension horizontale du modèle MARTHE (source : rapport BRGM RP-65632-FR)

Le projet étant situé dans la plaine alluviale du Var, les limites au Nord et au Sud du modèle ont été placées suffisamment éloignées en amont et en aval du site du projet et du champ captant des Pugets pour éviter d'éventuels effets de bords.

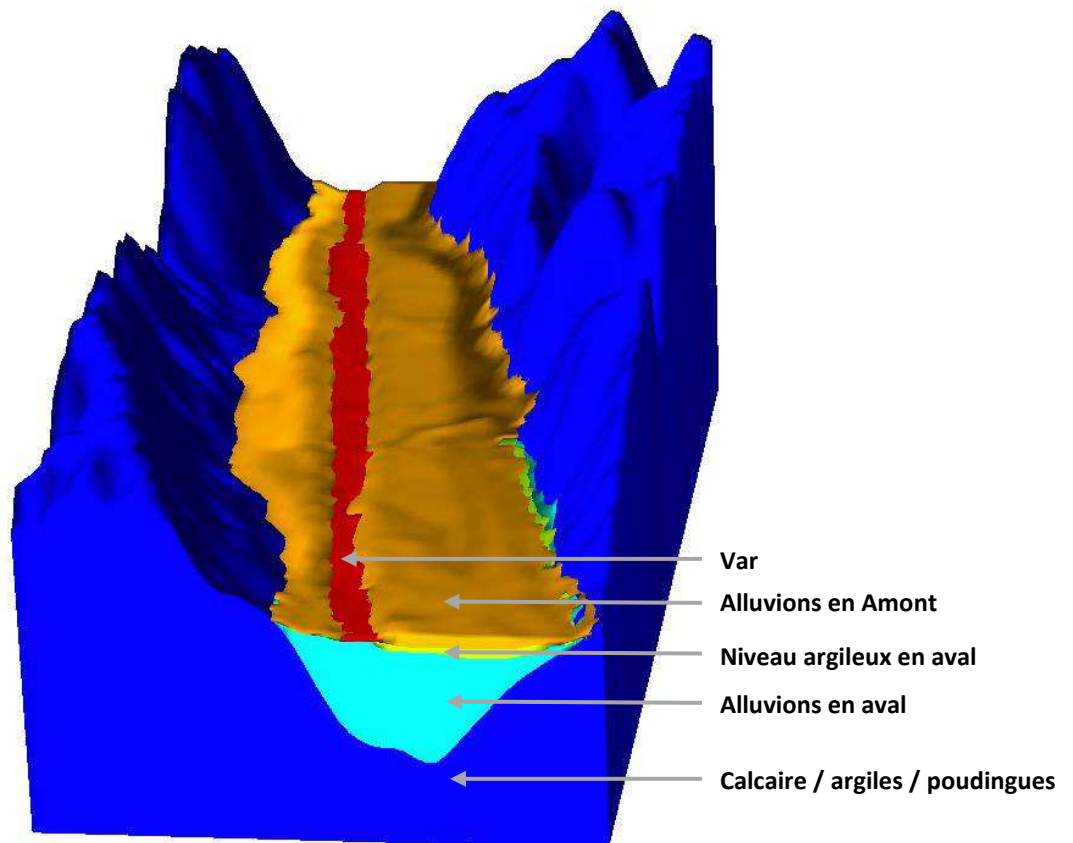
Les deux rives du Var ont été modélisées pour permettre de savoir si l'influence du projet peut s'étendre sur la rive Est du fleuve.

Extension verticale

Le modèle a été bâti en prenant en compte les couches géologiques suivantes rencontrées à l'échelle de l'extension horizontale du modèle :

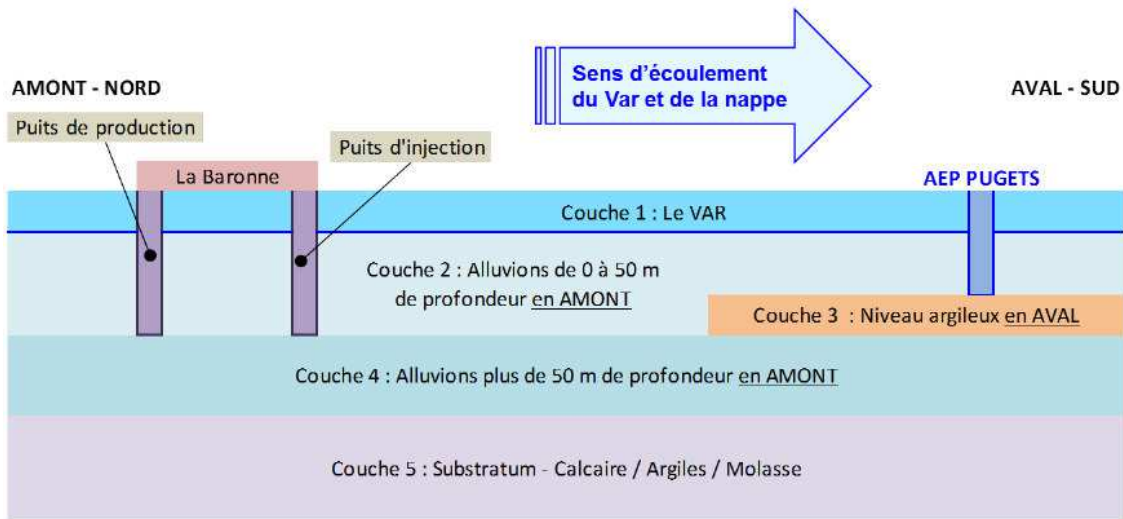
1. Le Var
2. Alluvions en amont
3. Niveau argileux en aval
4. Alluvions en aval
5. Calcaires du Jurassique, argiles et poudingues du pliocènes

Les alluvions reposant sur l'aquifère des poudingues pliocènes, formation réputée peu perméable, le mur du modèle a donc été arrêté à la base de cette formation pour prendre en compte la faible recharge de la nappe des alluvions par cet aquifère.



**Figure 35 : Bloc 3D du modèle**

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A



**Figure 36 : Représentation schématique du modèle (source : rapport BRGM RP-65632-FR)**

Paramètres hydrodynamiques recensés dans la littérature – perméabilités initiales à introduire

Les valeurs de perméabilité de l'ensemble des formations du modèle ont été déduites :

- De données issues de la Banque de données du Sous-Sol du BRGM,
- Des pompages d'essais réalisés sur le champ captant Les Pugets,
- De données de calage du modèle MEMOSOL de 2008 présentées dans le rapport BRGM RP-65632-FR,
- Des données de calage du modèle BRGM de 2016.

Les données bibliographiques sur la nappe superficielle des alluvions font état de perméabilités de l'ordre de  $10^{-2}$  m/s à  $10^{-3}$  m/s. Les pompages d'essais réalisés sur le champ captant AEP Les Pugets (rapport BRGM RP-65632-FR) ont permis de déterminer une transmissivité de  $1.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s à  $1.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s soit une perméabilité moyenne de  $10^{-2}$  m/s.

Les données de calage du modèle MEMOSOL de 2008 ont permis une évaluation des coefficients de perméabilité moyens de la nappe des alluvions. La Figure 37 rend compte pour chaque couche du modèle MEMOSOL des coefficients de perméabilité possibles. La Figure 38 représente spatialement les évolutions de perméabilité par zone rentrées dans le modèle pour chaque couche.

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

Couche	Zone	K MINI	K MOYEN	K MAXI
Aquifère superficiel	1	3,0E-03	3,50E-03	4,0E-03
	2	5,0E-03	5,50E-03	6,0E-03
	3	1,0E-02	1,25E-02	1,5E-02
	4	8,0E-03	8,50E-03	9,0E-03
	5	4,0E-03	4,50E-03	5,0E-03
	6	5,0E-04	7,50E-04	1,0E-03
Eponte (imperméable)	EPONTE NORD	1,0E-06	5,50E-06	1,0E-05
	EPONTE SUD	1,0E-07	5,50E-07	1,0E-06
Aquifère profond	NORD	3,0E-03	3,50E-03	4,0E-03
	SUD	1,0E-03	1,50E-03	2,0E-03

Figure 37 : Coefficients de perméabilité des couches du modèle hydrodynamique MEMOSOL de 2008

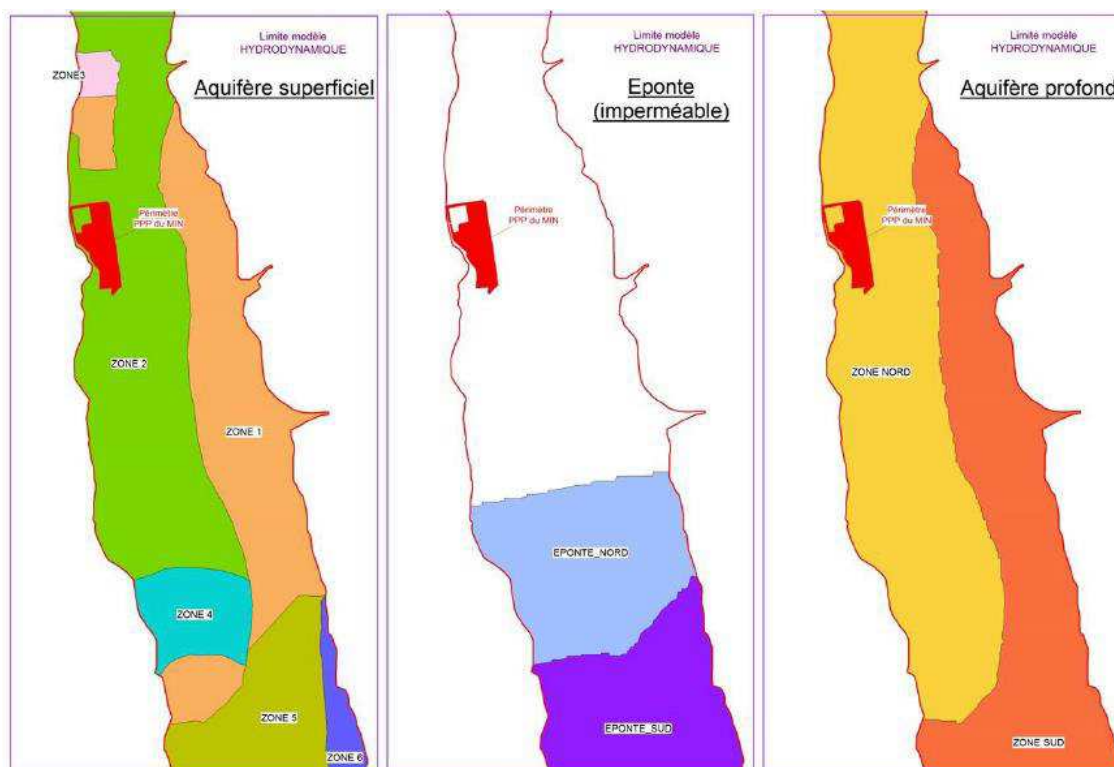


Figure 38 : Carte des zones des coefficients de perméabilité K des couches du modèle hydrodynamique MEMOSOL de 2008

*Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
Rapport n° 98399/A*

### Maillage du modèle

Le maillage général est constitué de mailles de 25 m de côté sur une superficie de 16 km<sup>2</sup>.

### Conditions aux limites

L'extension du modèle construit pour les besoins du projet étant différente de l'extension des formations aquifères cibles, des conditions aux limites doivent être définies en bordure du modèle d'après les connaissances disponibles sur la piézométrie régionale.

Les conditions aux limites du modèle calé sur la piézométrie de 1999 et reprises de la modélisation du BRGM (source : rapport BRGM RP-65632-FR) sont présentées sur la Figure 39.

Le modèle, calé sur la piézométrie de 1999, comprend des mailles à potentiel imposé :

- Sur la limite Nord pour les couches aquifères 2 et 4, le potentiel imposé correspond au potentiel observé de la nappe en octobre 1999, c'est-à-dire une cote égale à 31 m NGF,
- Sur la limite Sud pour les couches aquifères 2 et 4, le potentiel imposé correspond au potentiel observé de la nappe en octobre 1999, c'est-à-dire une cote égale à 9 m NGF,
- Les limites Est et Ouest sont à flux nul. L'écoulement considéré par le modèle est uniquement Nord-Sud.

Projet de géothermie du nouveau MIN agroalimentaire et horticole de La Gaude au lieu-dit « La Baronne »  
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation  
 d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation  
 Rapport n° 98399/A

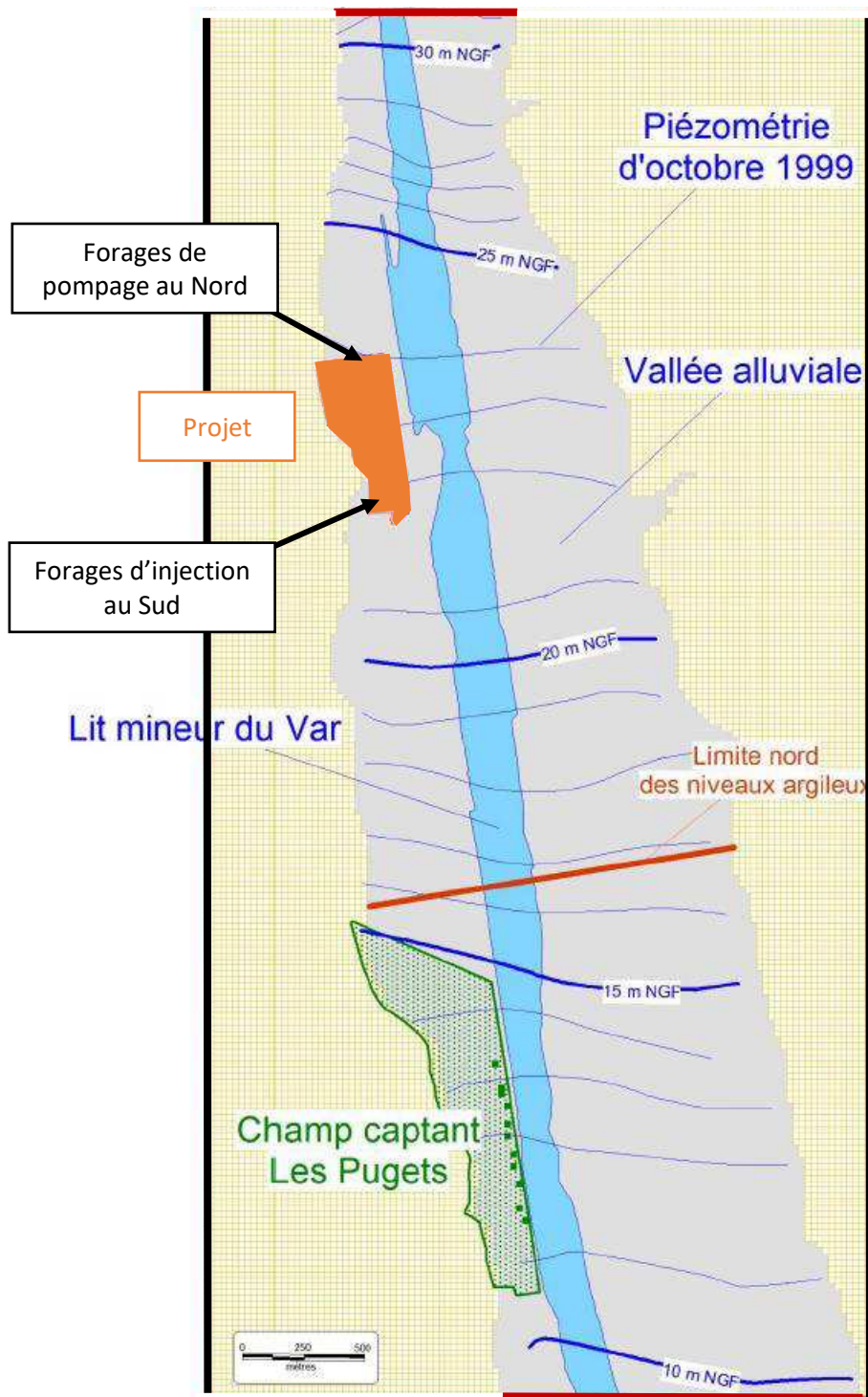


Figure 39 : Conditions aux limites du modèle BRGM (en noir : flux nul ; en rouge : charge imposée)