

*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*

| | |
|---|---|
| S14 : risque lié à un fluide sous pression | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques de rupture de flexibles sous pression - Présence de kit anti-pollution sur les chantiers |
| S15 : risque lié au manque de protection individuelle | - Sensibilisation du personnel au port des EPI - Fournir et faire porter les EPI adaptés |
| S16 : risque lié au comportement individuel | - Sensibilisation du personnel - Personnel formé et habilité |

Tableau 5 : Mesures de prévention lors des travaux

5.1.2. Moyens d'informations

5.1.2.1. Registre de sécurité

Un registre de sécurité sera tenu à jour et mis à la disposition de l'Administration pendant toute la durée du chantier.

Le registre de sécurité comprend les notices d'utilisation des engins présents sur le chantier avec leurs certificats de conformité et leurs rapports de révision.

5.1.2.2. Consignes de sécurité

Une information sur les règles de sécurité habituelles, devant se dérouler pendant les horaires de travail, sera dispensée par le chef de chantier forage ou le superviseur de forage à tout le personnel intervenant sur le chantier.

Lors de la circulation sur la plateforme et la voie d'accès, la réglementation routière devra être respectée et la vitesse réduite afin de limiter les risques d'accident et les nuisances pour les riverains et les autres usagers (visibilité réduite, bruits, poussière...). Les consignes de sécurité seront affichées en permanence sur le site.

Les documents suivants seront affichés dans le bureau du Chef de chantier :

- un plan des moyens de lutte contre l'incendie,
- la liste des noms des personnes et des services à contacter en cas d'accident :
 - o Pompiers ;
 - o Services médicaux d'urgence (SAMU ou SMUR) ;
 - o Services du Maître d'Ouvrage ou de son délégué ;
 - o Services du Maître d'œuvre ;
 - o Services de l'Entrepreneur.

5.2. Document de santé et de sécurité en phase d'exploitation

5.2.1. Analyse des risques et mesures de prévention globales

Les activités et les risques associés sont décrits dans les tableaux ci-après.

| Situation de travail Phasage | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Circulations | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Circulation / passage sur voiries | | | | X | | | X | | X | | | X | X | | | X |
| Circulation des personnes | X | | | X | | | | | | | | X | | | | X |
| Suivi et contrôle | X | | | | | | X | | X | | | X | X | | X | X |
| Maintenance | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

S1 : Risque lié aux circulations piétonnes

S2 : Risque lié à l'activité physique

S3 : Risque lié à la manutention mécanique

S4 : Risque lié à la conduite d'engins ou de véhicules

S5 : Risque lié aux effondrements et aux chutes d'objets

S6 : Risque lié aux outils

S7 : Risque et nuisance liés au bruit

S8 : Risque physico-chimique

S9 : Risque d'incendie, d'explosion

S10 : Risque lié à l'électricité

S11 : Risque lié au manque d'hygiène

S12 : Risque lié à l'intervention d'une entreprise extérieure

S13 : Risque lié au manque de formation

S14 : Risque lié à un fluide sous pression

S15 : Risque lié au manque de protection individuelle

S16 : Risque lié au comportement individuel

Tableau 6 : Activités et risques associés en exploitation

Pour chacun de ces risques, les mesures de prévention suivantes seront mises en place sur le chantier :

| Mesures liées au mode opératoire | |
|---|---|
| Suivi et contrôle | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier le bon fonctionnement des engins - Port des EPI - Personnel formé et habilité - <u>Vérification et contrôles périodiques des machines d'exploitation</u> |
| Maintenance | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de balisage adapté - Vérifier le bon fonctionnement des engins - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Port des EPI - Personnel formé et habilité - <u>Vérification et contrôles périodiques des machines de levage</u> |
| Mesures liées aux risques significatifs | |
| SI : risque lié à la circulation piétonne | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel - Organisation des accès et de la circulation |

| | |
|---|--|
| S2 : risque lié à l'activité physique | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel (gestes et postures) - Fourniture et port des EPI adaptés - Manipulations lentes et soignées - Organisation des accès et de la circulation pour la manutention |
| S3 : risque lié à la manutention mécanique | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation aux risques de manutentions - Fourniture et port des EPI adaptés - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Manipulations lentes et soignées - Organisation des accès et de la circulation pour la manutention |
| S4 : risque lié à la conduite d'engins ou véhicules | <ul style="list-style-type: none"> - Personnel formé et habilité - Sensibilisation aux risques de circulation - Respect du code de la route - Organisation des accès et de la circulation - Nettoyer régulièrement les accès et les zones de travail |
| S5 : risque lié aux effondrements et aux chutes d'objets | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation aux risques de chutes d'objets - Vérifier l'état du matériel et des outils |
| Mesures liées aux risques significatifs | |
| S6 : risque lié aux outils | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI - Sensibilisation du personnel |
| S7 : risque et nuisance lié au bruit | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI |
| S8 : risque physico-chimique | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI - Respect des FDS |
| S9 : risque d'incendie, d'explosion | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques d'incendie et d'explosion - Présence d'extincteurs sur le chantier |
| S10 : risque lié à l'électricité | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques d'électrocution - Sensibilisation du personnel |
| S11 : risque lié au manque d'hygiène | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel - Port des EPI - Maintenance de l'hygiène des vêtements de travail - Nettoyer régulièrement les accès et les zones de travail |
| S12 : risque lié à l'intervention d'une entreprise extérieure | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel à la co-activité |
| S13 : risque lié au manque de formation | <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de personnel qualifié - Formation continue du personnel |
| S14 : risque lié à un fluide sous pression | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques de rupture de flexibles sous pression - Présence de kit anti-pollution sur les chantiers |
| S15 : risque lié au manque de protection individuelle | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel au port des EPI - Fournir et faire porter les EPI adaptés |

*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*

| | |
|---|---|
| S16 : risque lié au comportement individuel | - Sensibilisation du personnel - Personnel formé et habilité |
|---|---|

Tableau 7 : Mesures de prévention en exploitation

5.2.2. Analyse des risques et mesures de prévention spécifiques

Les risques induits par l'exploitation du doublet géothermique sont principalement liés :

- à l'émanation de fluides frigorigènes des pompes à chaleur,
- aux travaux de maintenance des forages.

5.2.2.1. Protection des émanations de fluides frigorigènes

Les locaux dédiés aux pompes à chaleur seront accessibles uniquement au personnel technique habilité. Toutes les dispositions seront prises pour respecter les contrôles périodiques de fuite de fluide frigorigène dans ces locaux, conformément à l'art.4 §3 de la Réglementation européenne n° 517/2014. Les contrôles d'étanchéité périodiques des équipements prévus par la Réglementation européenne seront conduits avec des appareils dont la sensibilité sera inférieure à 5 g/an.

Les locaux des PAC sont considérés par la norme NF EN 378 comme des salles des machines et à ce titre ils doivent donc être ventilés. La quantité totale de fluide frigorigène dans les locaux étant supérieure à 25 kg, il sera mis en place une extraction d'urgence conforme à la partie 3 de la norme précitée. Le ventilateur servira à la fois à la ventilation d'urgence du local et également à la ventilation du local.

La commande du ventilateur sera gérée de deux manières indépendantes :

- Par un thermostat positionné judicieusement dans le local technique afin d'évacuer les calories du local ;
- Par un système de sécurité conforme à la NF EN 378 et décrit ci-dessous (marche d'urgence).

La marche d'urgence sera déclenchée par un détecteur de fluide frigorigène positionné à proximité de la PAC. En cas de dépassement du seuil il sera procédé à :

- Mise en marche forcé du ventilateur d'urgence
- Déclenchement d'un signal sonore et lumineux dans le local technique ainsi qu'à proximité de chaque accès au local
- Remonté de l'information à la GTC (=Gestion Technique Centralisée)

Les installations envisagées seront dotées de moyens de surveillance et d'intervention adaptés aux risques et conformes aux normes en vigueur.

*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*

Les principaux moyens qui seront mis en œuvre pour parer à toute éventualité en cas de sinistre (incendie, explosion, pollution accidentelle) sont les suivants :

Moyens de surveillance :

- détection de fluide frigorigène et incendie dans les locaux techniques ;
- instruments de contrôle des débits, températures et pressions ;
- télésurveillance de l'installation par GTC avec possibilité de renvoi vers un système de télésurveillance ;
- maintenance des installations par une entreprise habilitée et spécialisée ;
- mise à jour régulière du document de sécurité.

Moyens de prévention et d'intervention :

- coffrets de coupure « force » et « éclairage » situés aux entrées du local ;
- plans de secours et consignes de sécurité affichés dans le local technique ;
- accès au local strictement réservé aux personnes habilitées et formées ;
- équipements de lutte contre l'incendie avec extincteurs à CO2 pour feu électrique ;
- équipements limitant la propagation d'incendie avec parois du local coupe-feu 2h ;
- ventilation du local asservie à la détection de fluide frigorigène ;
- mise en place d'un signal sonore et lumineux dans le local et à chaque accès.

5.2.2.2. Cas de travaux de maintenance des forages

Les interventions que l'exploitant est susceptible de faire réaliser par une entreprise extérieure sur les puits sous la supervision d'un Maître d'œuvre sont les suivantes :

- manœuvres de remplacement de la pompe immergée,
- réalisation périodique de diagraphies de contrôle,
- travaux de maintenance ou de réparation du puits.

A cette occasion, un document de sécurité spécifique sera établi par l'entrepreneur en charge des travaux décrivant le programme technique et l'ensemble des mesures et des moyens mis en œuvre pour assurer la sécurité des biens et des personnes pendant la phase d'intervention (PPSPS).

5.2.2.3. Cas de l'arrêt des travaux d'exploitation de la nappe (abandon)

Si pour une raison quelconque, la société SNMA décide d'abandonner l'exploitation de son installation géothermique, les pompes à chaleur et groupes froids seront vidangés de leur fluide frigorigène et les forages seront comblés.

*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*

Le fluide frigorigène contenu dans les machines thermodynamiques sera collecté dans son intégralité pour être :

- soit remis aux distributeurs (le fluide frigorigène récupéré ainsi que les emballages ayant contenu des fluides frigorigènes) ;
- soit faire traiter sous leur responsabilité ce fluide et emballages. Articles R 543-88 et R 543-92 du Code de l'environnement.

Les forages seront comblés selon les règles de l'art et la norme NF X 10-999 d'août 2014, permettant de garantir l'absence de circulation d'eau et l'absence de transfert de pollution et selon la réglementation en vigueur (arrêté ministériel du 11 septembre 2003).

Préalablement au comblement, les forages seront déséquipés des installations électriques et hydrauliques (pompe, colonnes verticales, appareils de mesure...). En fonction de la nécessité de conserver ou non les regards de visite, ces derniers seront conservés ou comblés par cimentation.

Le comblement sera réalisé conformément à la Figure 11 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

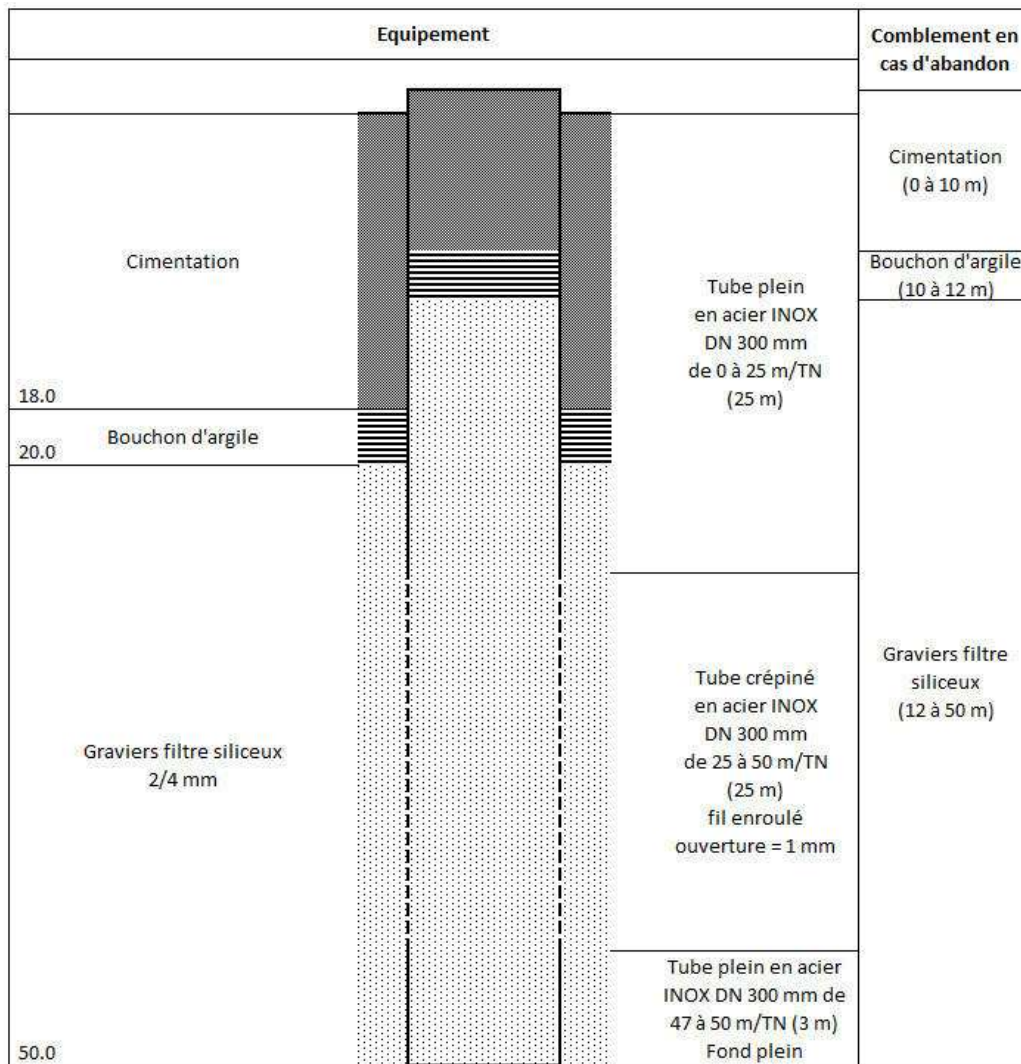


Figure 11 : Coupe technique prévisionnelle dans le cadre d'un comblement des forages

Lorsque le Maître d'Ouvrage décidera de l'arrêt partiel ou total de l'exploitation géothermique, que ce soit pour des raisons techniques, économiques ou autres, il en informera l'autorité administrative et mettra en place toute mesure destinée à prévenir les désordres pouvant survenir de l'arrêt des exploitations.

Il est à noter que le coût du rebouchage d'un ouvrage (environ 15 000 € HT) est compatible avec les capacités financières du Maître d'Ouvrage.

6. Etude d'impact

Les éléments présentés ci-après concernent l'impact du projet de géothermie (phase travaux et phase d'exploitation). Cette étude a été réalisée par le bureau d'étude Antea Group également porteur du dossier réglementaire.

6.1. Méthode d'évaluation des impacts

6.1.1. Présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial

Les principaux impacts d'une installation de géothermie portent sur le milieu de prélèvement et le milieu de rejet tant sur les volumes et débits que sur la température. En ce qui concerne le projet, il s'agit de la nappe des alluvions quaternaires de la basse vallée du Var.

Afin de pouvoir définir l'état initial et ensuite les incidences du projet ainsi que les effets cumulés, un outil de modélisation a été utilisé. Il s'agit du logiciel MARTHE (version 7.5), standard français développé par le BRGM. Ce logiciel permet notamment de simuler les écoulements souterrains et le transport d'énergie.

Ainsi à partir du modèle hydrogéologique numérique, il est possible d'étudier l'incidence des ouvrages de pompage. Pour les forages à usage thermique, il est possible de simuler l'extension des panaches thermiques en fonction du positionnement des ouvrages de pompage et de réinjection, des débits mis en œuvre et des températures des eaux de réinjection.

Cet outil a été calé à partir de données bibliographiques, de campagne d'investigations géotechniques menées sur le site, de pompages d'essais pour définir les paramètres hydrodynamiques de la nappe souterraine, de suivis des fluctuations des niveaux de la nappe et de sa température.

6.1.2. Description des difficultés éventuelles rencontrées de nature technique et scientifique

La modélisation menée doit intégrer des hypothèses sur la relation hydraulique entre la nappe des alluvions et le Var qu'il est relativement peu commode de contraindre. Ceci étant, les données des champs captant pour l'eau potable situés dans un contexte supposé analogue permettent de réaliser un premier niveau de validation des résultats obtenues.

*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*

6.1.3. Références des études ayant contribué à la rédaction de l'étude d'impact

Climatologie : Les données sur les précipitations et les températures présentées ci-après sont issues de la station météorologique de Nice (1981-2010).

Géologie et Hydrogéologie : utilisation des données régionales et des référentiels existants principalement issus du BRGM et des études géotechniques au droit du site (ERG, Fondasol).

Hydrologie : utilisation des données hydrométriques du Var extraites de la Banque Hydro.

Qualité du sol : diagnostic environnemental réalisé par ERG.

6.2. Description du projet

6.2.1. La solution énergétique retenue

La description du projet est présentée de manière détaillée dans le paragraphe 3. *Description du projet* et résumé ci-après.

La Métropole Nice Côte d'Azur met en œuvre le déplacement du Marché d'Intérêt National sur la commune de la Gaude, au lieu-dit la Baronne. L'ensemble bâti du MIN aura une surface de 35700 m².

Dans le cadre de ce déplacement et compte tenu d'un besoin frigorifique important des bâtiments de stockage d'aliments, il a été décidé de fonctionner sur des installations de géothermie sur nappe. L'installation fonctionnera à partir d'au plus trois forages de prélèvement et trois forages de rejet dans la nappe alluviale de la basse vallée du Var.

La puissance thermique maximale de l'installation sera de 3500 kW. Le volume annuel prélevé et réinjecté en nappe serait de l'ordre de 1 000 000 m³/an, avec un débit de pointe de 400 m³/h et un écart de température de +7,5°C en été et -7,5°C en hiver lors du fonctionnement continu du dispositif et de +15°C en fonctionnement exceptionnel.

6.2.2. Les solutions énergétiques étudiées

Dans le schéma directeur énergétique du potentiel de développement des énergies renouvelables et de récupération réalisée par ARTELIA dans le cadre de l'aménagement du secteur de la Baronne, différentes solutions énergétiques ont été étudiées et différents scénarios ont été proposés. La solution de référence correspond à l'utilisation de gaz pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Les besoins de froid sont fournis par des groupes de climatisation en toiture. Les principales conclusions de ce schéma directeur sont rappelées 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*

6.2.2.1. Réseau de chaleur

Le raccordement à un réseau de chaleur n'est pas envisageable en raison d'absence de ce dernier existant à proximité du projet. En vue des besoins thermiques relativement faibles, la création d'un réseau de chaleur n'est pas rentable.

6.2.2.2. Eolien

Il ne semble pas envisageable de considérer la production d'énergie éolienne si ce n'est éventuellement en toiture par de la micro-éolienne. Une grande éolienne serait trop gourmande en surface.

6.2.2.3. Biomasse – Bois énergie ou méthanisation

L'énergie obtenue par combustion de bois n'est pas adaptée aux bâtiments de ce type. En ce qui concerne la méthanisation, le projet est de trop petite ampleur.

6.2.2.4. Cogénération (production combinée chaleur-électricité)

La cogénération de grande puissance est en première approche écartée car les solutions en réseau ne se révèlent pas adaptées (densité thermique, rentabilité, etc.).

6.2.2.5. Géothermie

La géothermie pourra présenter un bénéfice pour l'efficacité énergétique du système de production de froid. Les solutions géothermiques étudiées sont le doublet géothermique sur eau de nappe, le puits provençal ou puits canadien et les sondes géothermiques. La solution de géothermie sur nappe semble envisageable dans la zone du MIN. Le puits provençal est non adapté au projet. Les pieux géothermiques sont une solution à approfondir pour les bâtiments nécessitant des fondations profondes.

6.2.2.6. Photovoltaïque

La production d'énergie photovoltaïque a été envisagée en surimposition de toiture ou en façade. Il s'agit d'un moyen pour compenser une partie des besoins en électricité du projet.

6.2.2.7. Solaire thermique

L'énergie solaire thermique n'est pas adaptée aux bâtiments de ce type.

6.2.2.8. Récupération de chaleur des eaux usées

Le dispositif peut être mis en place à titre d'expérimentation et à l'échelle du bâtiment ou de quelques lots de la zone d'aménagement.

*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*

6.2.2.9. 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 CO₂ 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.

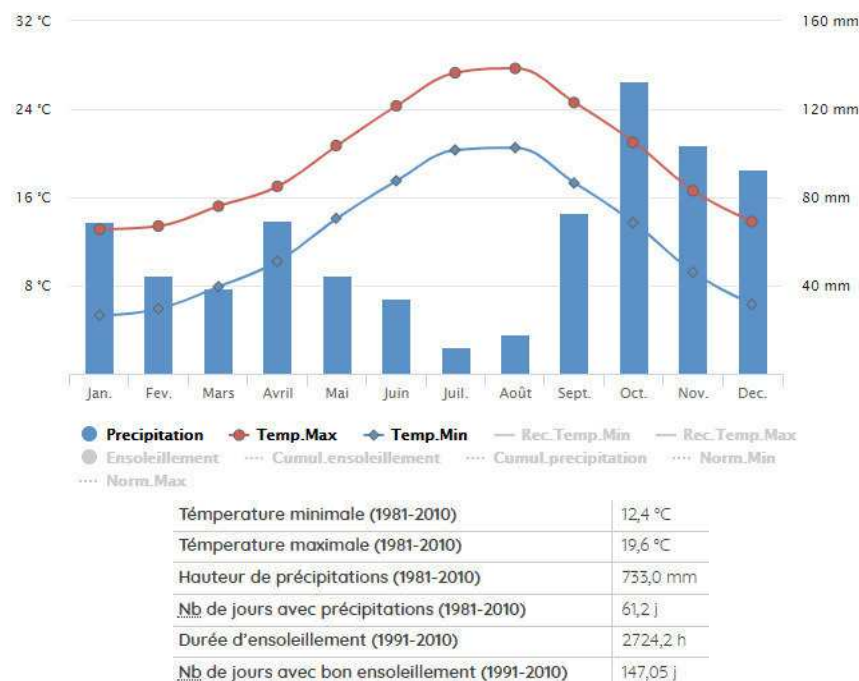


Figure 13 : Données normales annuelles à Nice (source : Météo France)

*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/A*

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/A

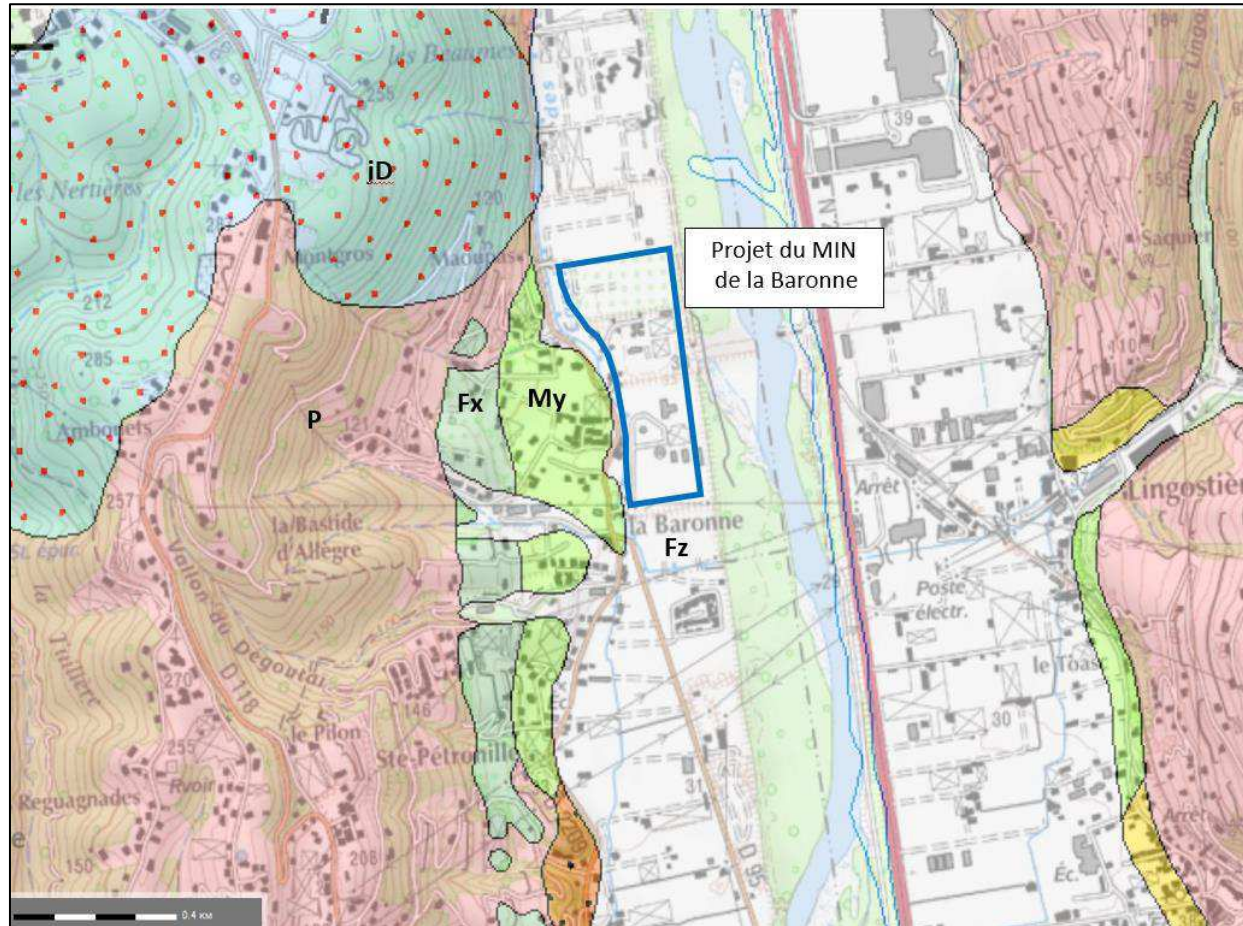


Figure 14 : Localisation du projet sur fond de carte géologique (source : BRGM – carte 1/50 000 vecteur harmonisée)

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/A

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).

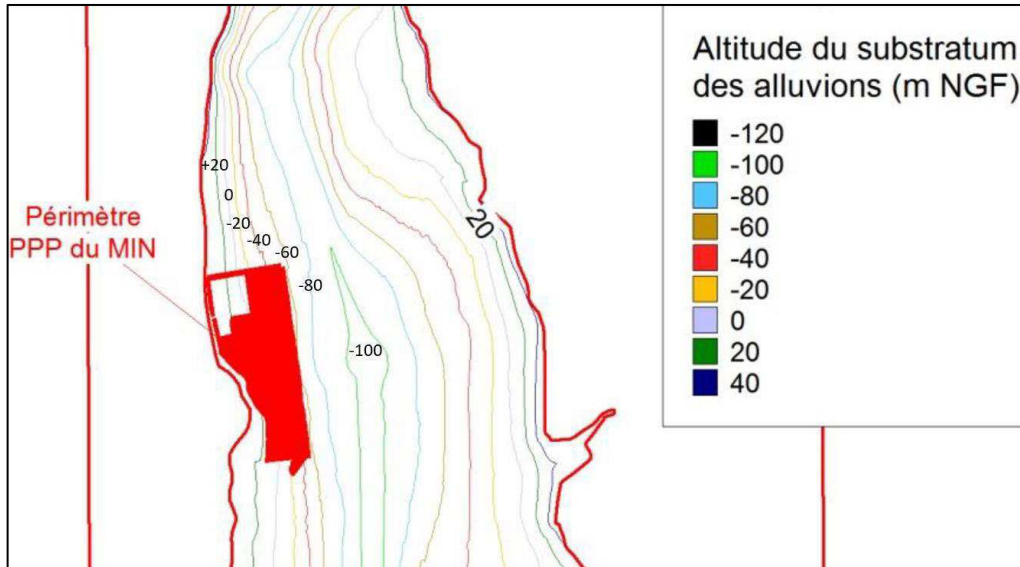


Figure 15 : Altitude du substratum (source BRGM RP-65632-FR d'après étude Memosol de 2008)

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).

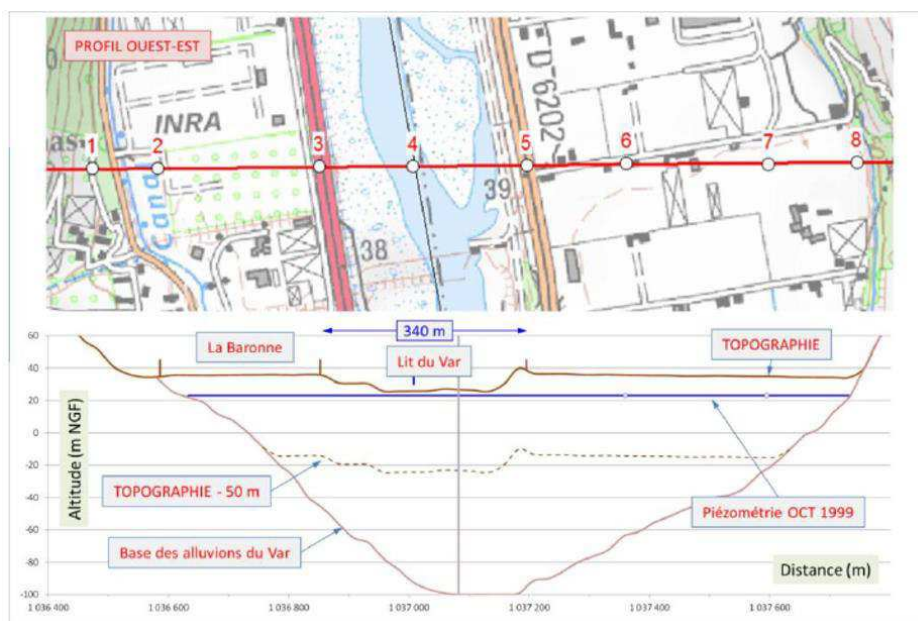


Figure 16 : Coupe transversale ouest-est de la vallée du Var au droit du projet de La Baronne (source : rapport BRGM RP-65632-FR)

*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/A*

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).

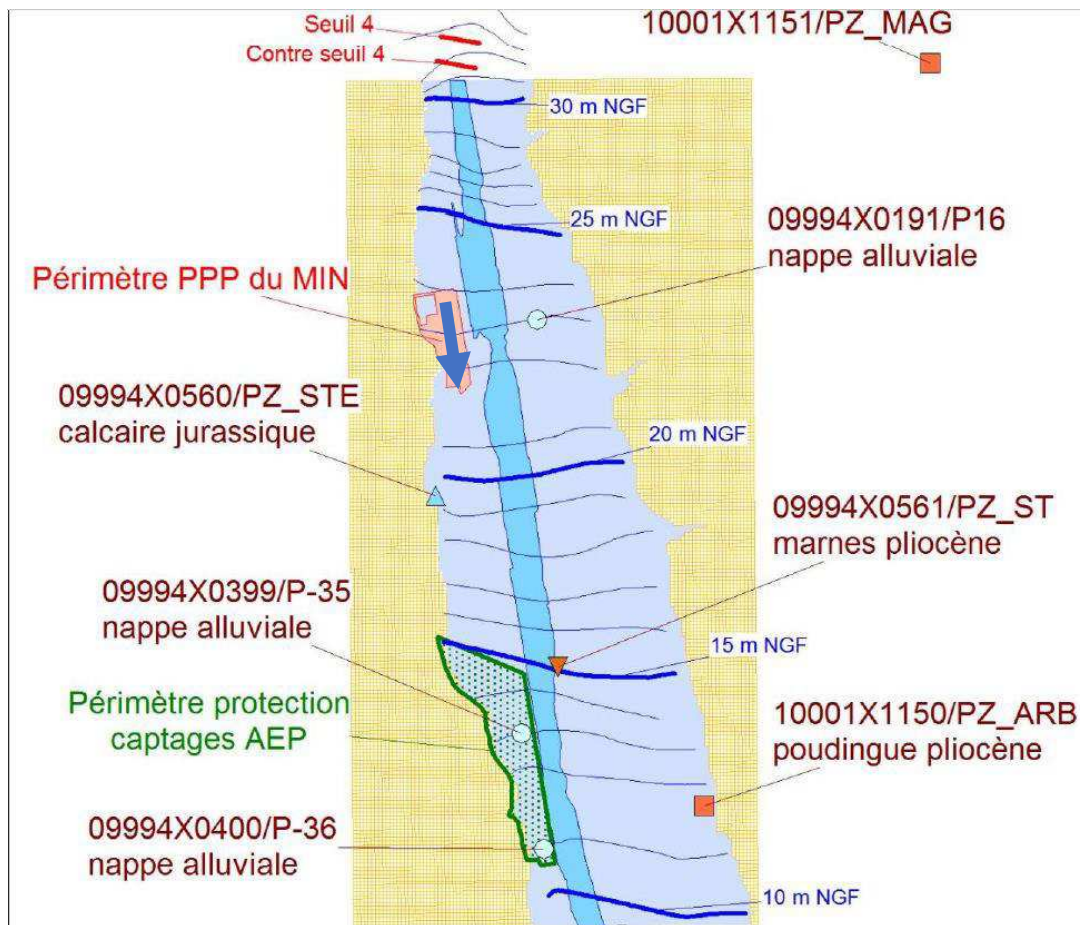


Figure 17 : Carte piézométrique de la nappe alluviale superficielle du Var de 1999 (source : rapport BRGM RP-65632-FR)

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.

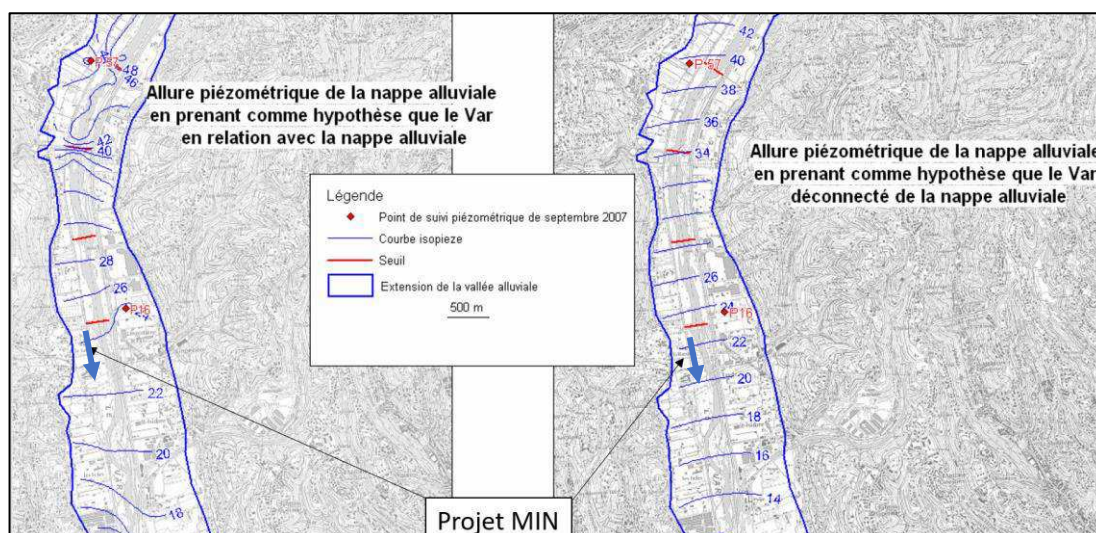


Figure 18 : Carte piézométrique de septembre 2007 (Hydratec 2009)

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/A

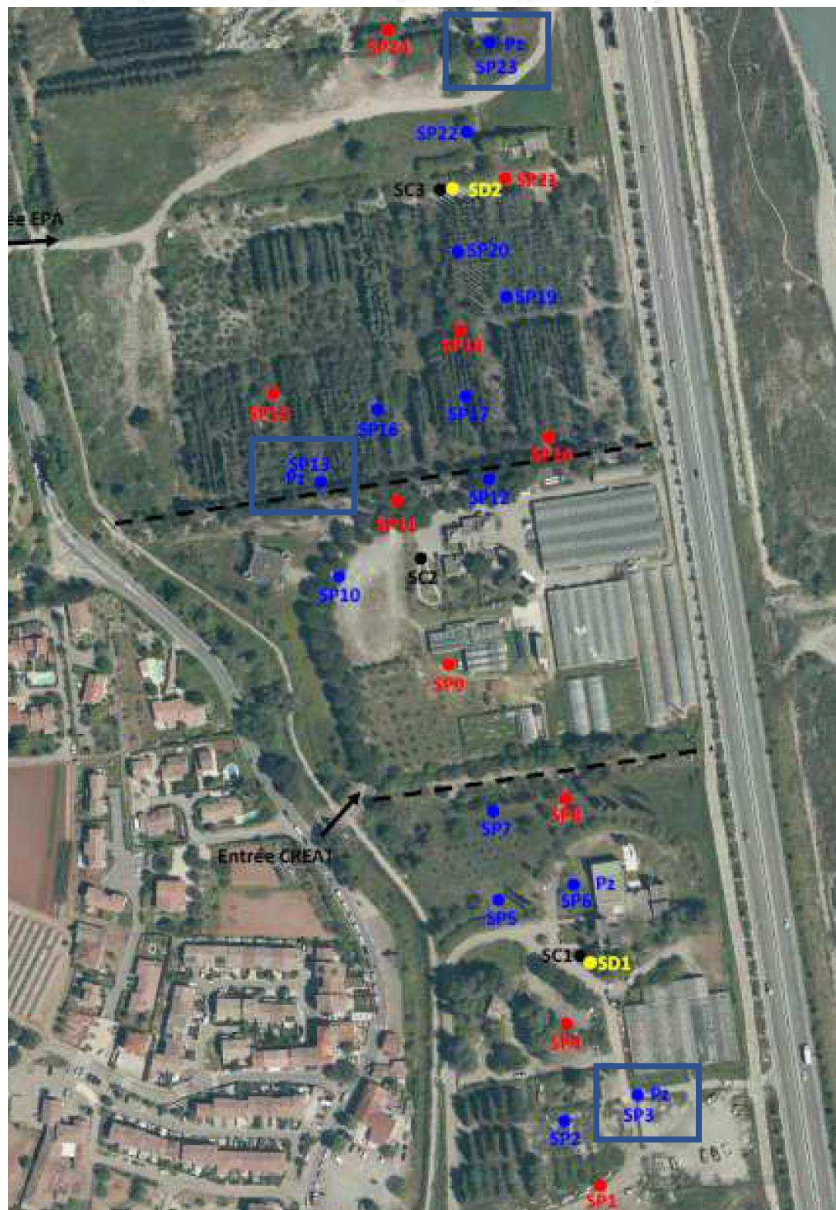
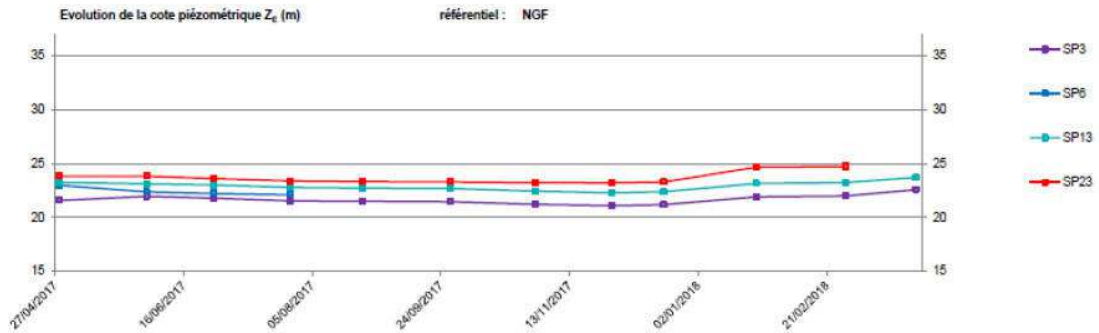


Figure 19 – Suivi piézométrique assuré par Fondasol

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/A

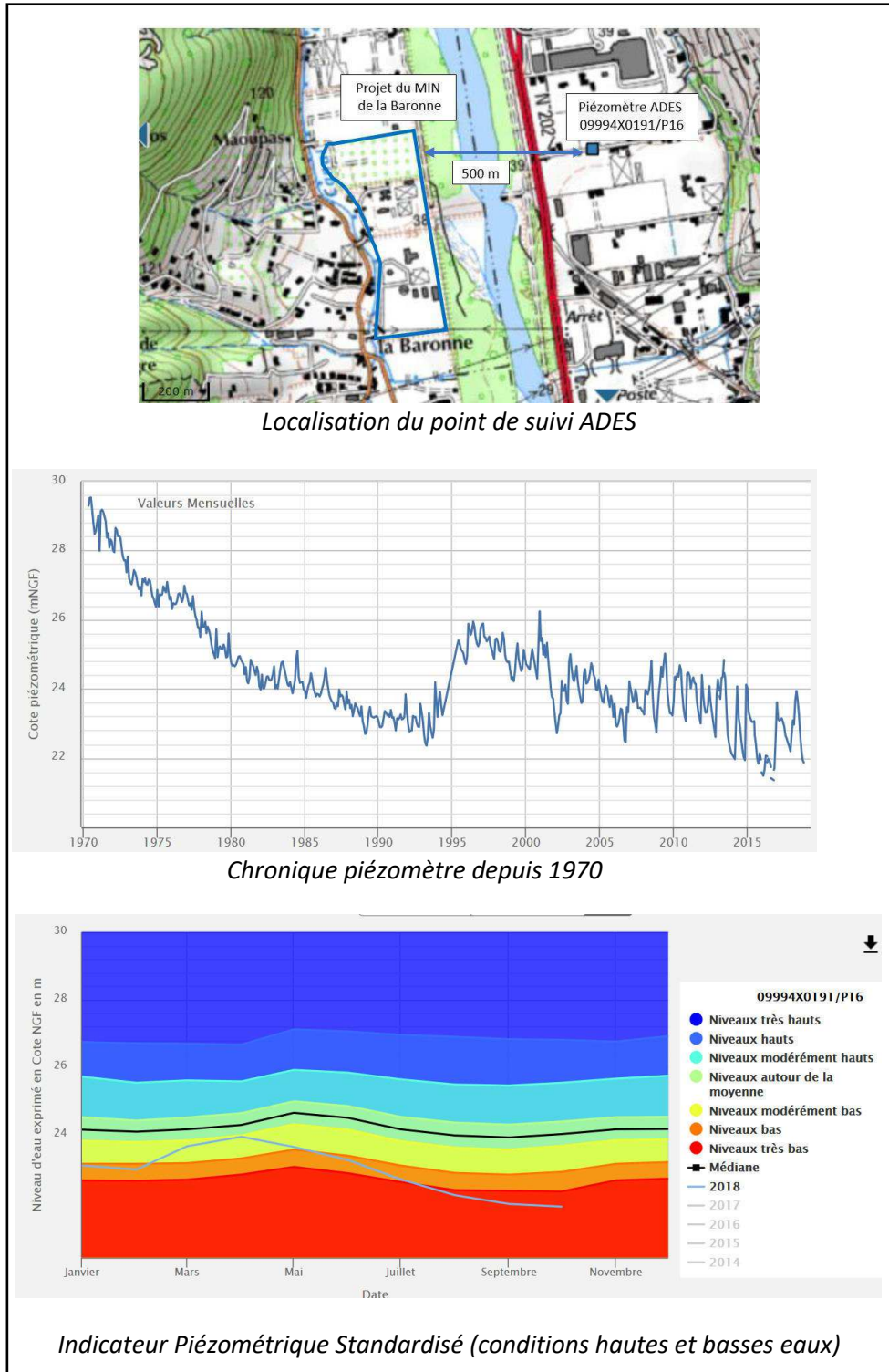


Figure 20 : Point de suivi ADES 09994X0191/P16

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/A*

captant AEP des Pugets (rapport BRGM RP-65632-FR) ont permis de déterminer une transmissivité de 1.10^{-2} m²/s à 1.10^{-3} m²/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 m³/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 m³/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/A*

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 de l'eau

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. 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. La localisation des champs captant AEP de la basse vallée du Var est reportée ci-dessous :

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 21 et sur le Tableau 9. Les données proviennent du rapport Hydratec de 2009¹.

¹ 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

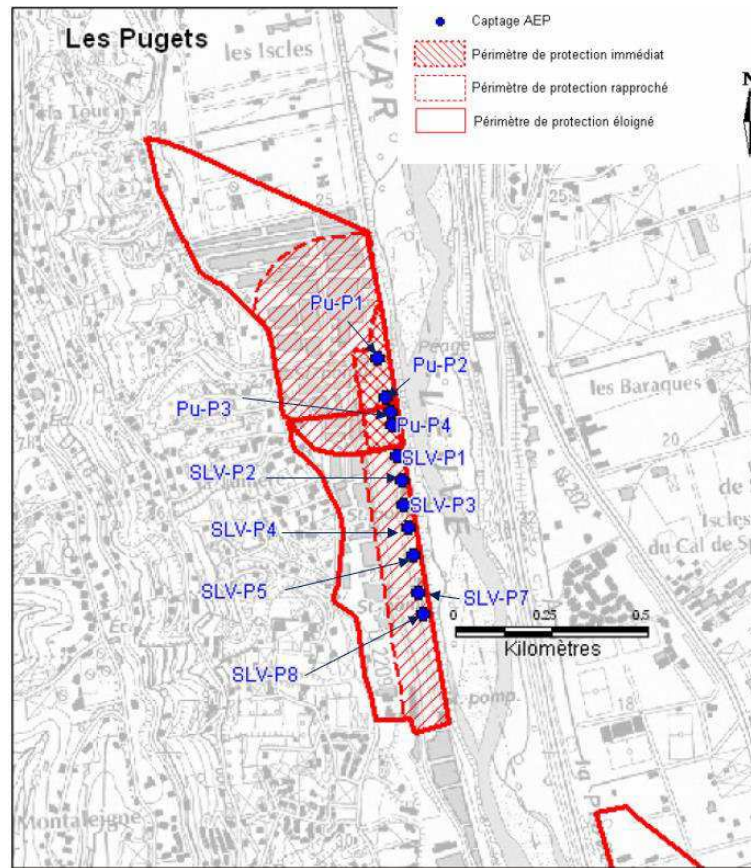


Figure 21 : Localisation des puits et des périmètres de protection du champ captant des Pugets (source : rapport Hydratec de 2008)

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

| | 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 |
|---------|----------|--------|--------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------|---|
| SIL 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 22).

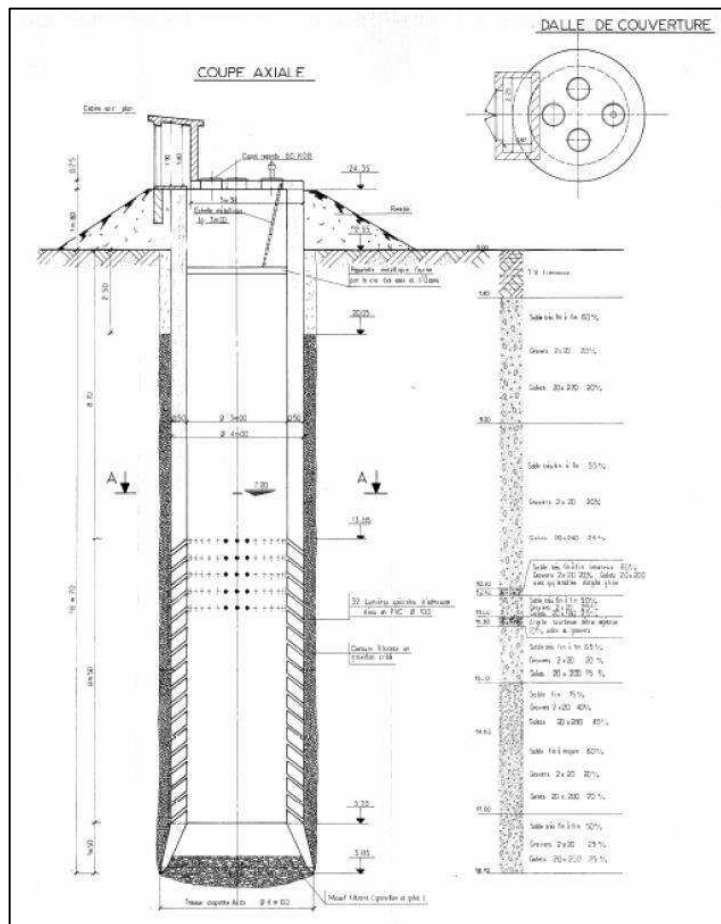


Figure 22 : Coupe du forage Pu-P3 du champ captant des Pugets

Un débit spécifique très important de 500 m³/h/m est donné dans le rapport BRGM. Cela signifie qu'un ouvrage peut fournir un débit de 500 m³/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 m³ (forages REA) et de 90 000 m³ (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 23 ci-après :

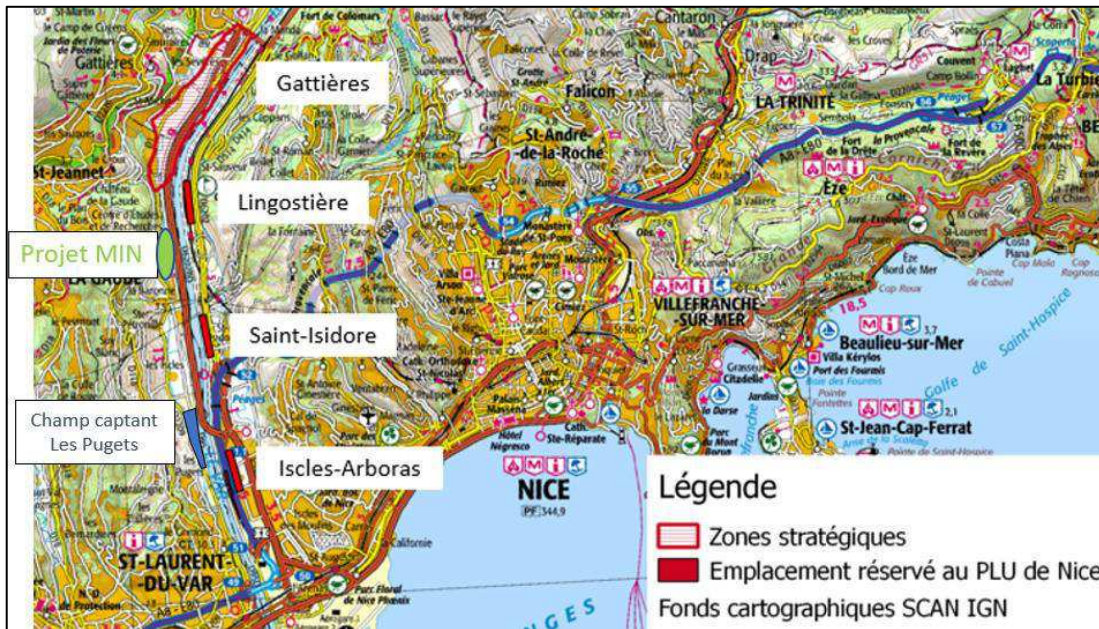


Figure 23 : Localisation du champ captant des Pugets et des zones stratégiques pour l'AEP

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 les plus proches 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 ³ /an) |
|---------------------------|---|-------------|--------------------|---|
| Champ captant des Pugets | Aval | Droite | 1,85 km | 3 626 600 m ³ Volumétrie-mesure |
| Golf country club de Nice | Amont | Gauche | 1,3 km | 9 100 m ³ Fictif-forfait |

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

Par ailleurs, de nombreux forages ont été recensés sur la Banque de Données du Sous-sol (BSS) du BRGM en amont et en aval hydraulique du projet. Toutefois, les données disponibles sont peu exhaustives et ne précisent pas l'usage actuel, la géologie et le débit exploité (productivité des ouvrages inconnue).

Compte tenu du contexte agricole du secteur, il est probable que les nombreux forages recensés correspondent à des ouvrages agricoles.

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.

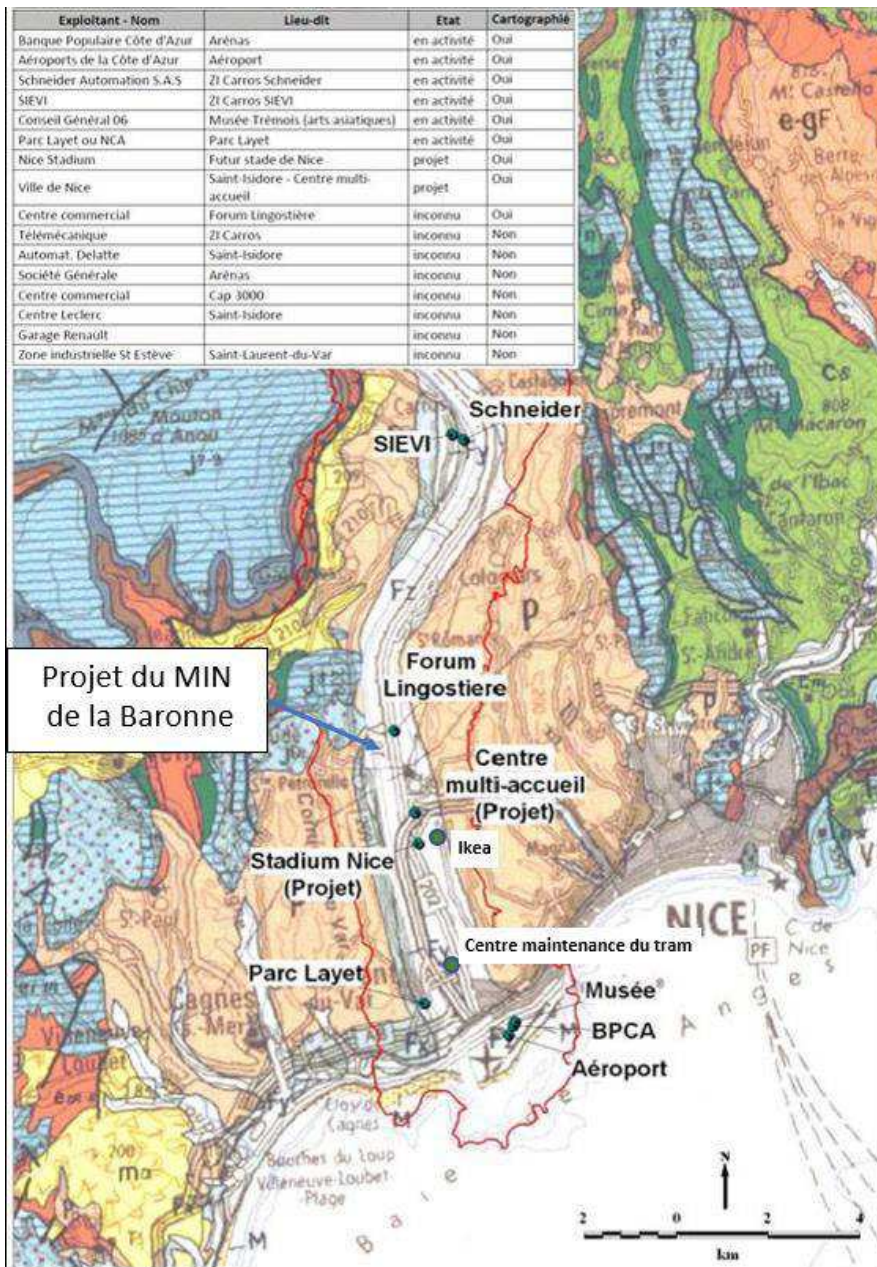
On notera en particulier la présence à proximité du site :

- **Stade Allianz Riviera** : 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 m³/h ;
- **Groupe scolaire St-Isidore (centre multi-accueil)** : un doublet géothermique de 20 m³/h a été réalisé en 2017 et ne serait mis en service que depuis quelques mois (échange oral).

A noter que la centrale géothermique du centre de maintenance du tramway de Nice est utilisée depuis la fin d'année 2018 (besoin du projet de 10 à 35 m³/h) et que les forages géothermiques sur Ikea Nice vont être prochainement réalisés (besoin du projet de 90 à 120 m³/h).

La localisation des usages géothermiques de la basse vallée du Var est présentée en Figure 24 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 24 : 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 m³/s (09/11/1982), un débit maximal instantané de 1450 m³/s (01/10/1976) et un débit de fréquence quinquennale sèche de 15 m³/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 : | | | |
| Mesures pour atteindre les objectifs de bon état | | | |
| 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 11 : 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 25). 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 m³ qui vient également pour confiner les eaux en cas d'incendie ;
- Les zones de rétention des quais (volume de confinement de 430 m³).

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

| | | | | |
|--|--------------|----|--|---------|
| Volume utile de retenue à prévoir : <i>(pour une pluie d'occurrence T=100 ans)</i> | 7 784 | m3 | Débit total de fuite au rejet : | |
| | | | 240 l/s | |
| Volume stockable dans noues Ouest : | 3 500 | m3 | | |
| Volume stockable dans noues Est : | 5 520 | m3 | débit d'infiltration <i>(pour une perméabilité de 8,5 10-5m/s)</i> : | |
| Volume stockable bassin enterré : | 144 | m3 | Noue Ouest : | 307 l/s |
| Volume stockable au fond des quais : | 430 | m3 | Noue infiltrante Est : | 335 l/s |
| Volume total de retenue possible : | 9 594 | m3 | | |

Tableau 12 : 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 m³. 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 m³. Le dernier palier de rétention d'un volume utile de 1000 m³ 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.

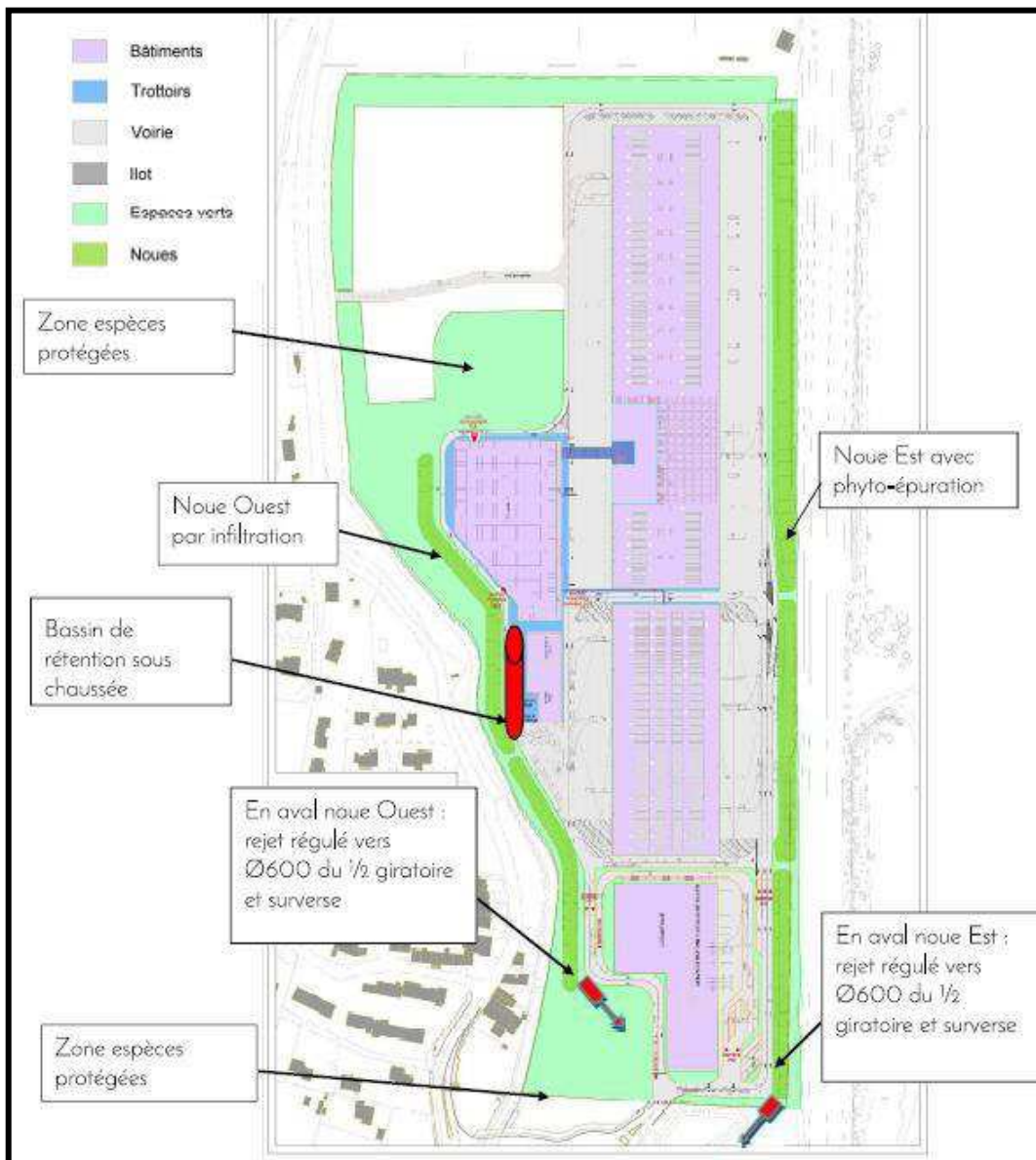


Figure 25 : Principes de retenues et des rejets des eaux pluviales

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 m² pour les forages de prélèvement et de 8 m² 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

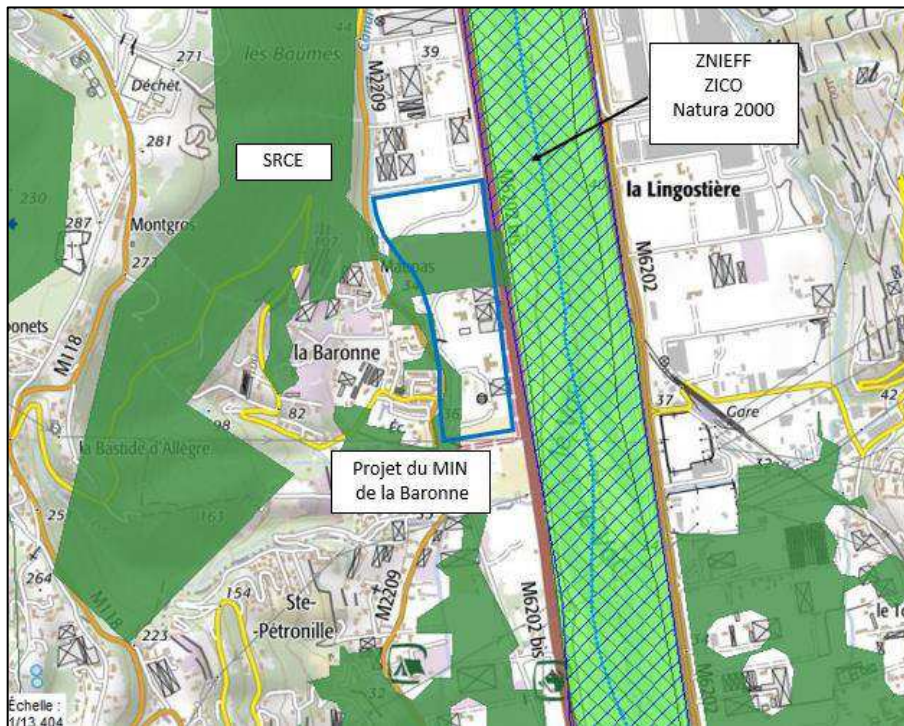


Figure 26 : Localisation des zones de protection naturelles

6.3.13. Archéologie

Le Plan Local d'Urbanisme de la commune de la Gaude, approuvé le 21 juin 2013 et modifié le 19 février 2016, ne mentionne pas de zonage archéologique sur le territoire de la commune.

6.3.14. Qualité de l'air

La qualité de l'air est globalement satisfaisante sur l'agglomération niçoise mais certains indicateurs sont à surveiller (ozone, dioxyde d'azote). Elle est fortement induite par les conditions météorologiques qui peuvent favoriser la dispersion des polluants ou les concentrer sur une zone particulière.

Le projet est situé dans la basse vallée du Var qui concentre les rejets atmosphériques polluants liés aux nombreuses infrastructures de transport très fréquentées et aux industries. Le site est notamment bordé par la route M6202 bis très fréquentée.

6.3.15. Bruit

6.3.15.1. Le relief

Le secteur du projet se présente comme une surface pratiquement plane et aucun relief notable n'est à noter à proximité.

*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 m², 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 m³, soit 109 m³ 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 m³, soit 39 m³ 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 m³ 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 m³ 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

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.

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).

*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*

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 m³/h, 150 m³/h, 225 m³/h et 300 m³/h. Ainsi le débit pompé lors du développement des 6 ouvrages sera de l'ordre de 9000 m³.

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

Les débits prévisionnels sont les suivants : 75 m³/h, 150 m³/h, 225 m³/h et 300 m³/h. Ainsi, le volume pompé de la nappe sera de 4500 m³ pendant l'essai par palier.

- 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 m³/h pendant 2 heures, 150 m³/h pendant 2 heures et 225 m³/h pendant 20 heures. Le volume pompé dans la nappe sera de 10350 m³/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 m³. 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)

*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*

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,
- 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 imposé², à potentiel imposé³, 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.

² 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.)

³ 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*

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,
- 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 (VER⁴). 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.

⁴ 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)

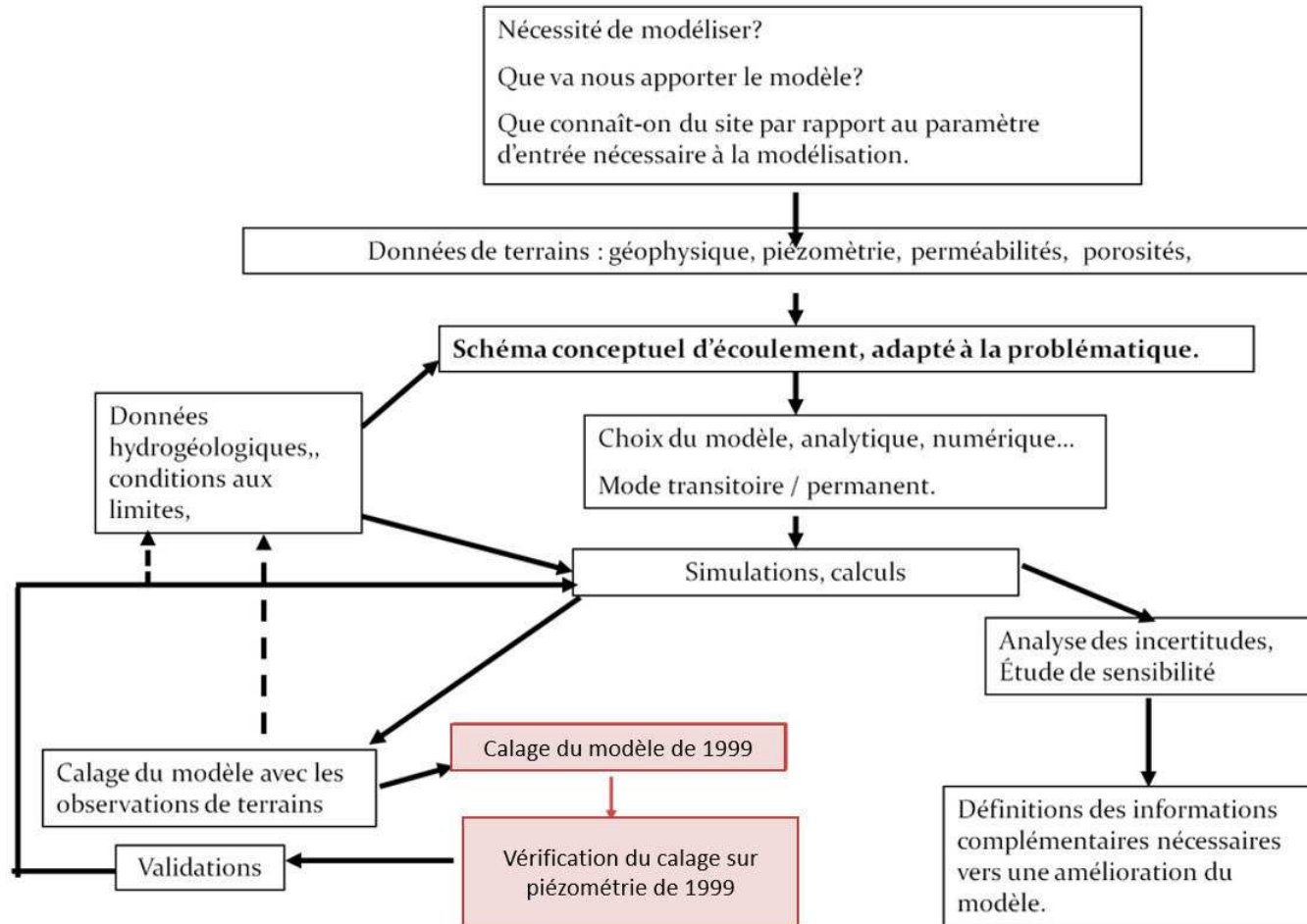


Figure 27 – Méthodologie déployée dans le cadre de la modélisation hydrodynamique et thermique du MIN (adapté d’après S. Denimal)

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 28) 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 29).

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.

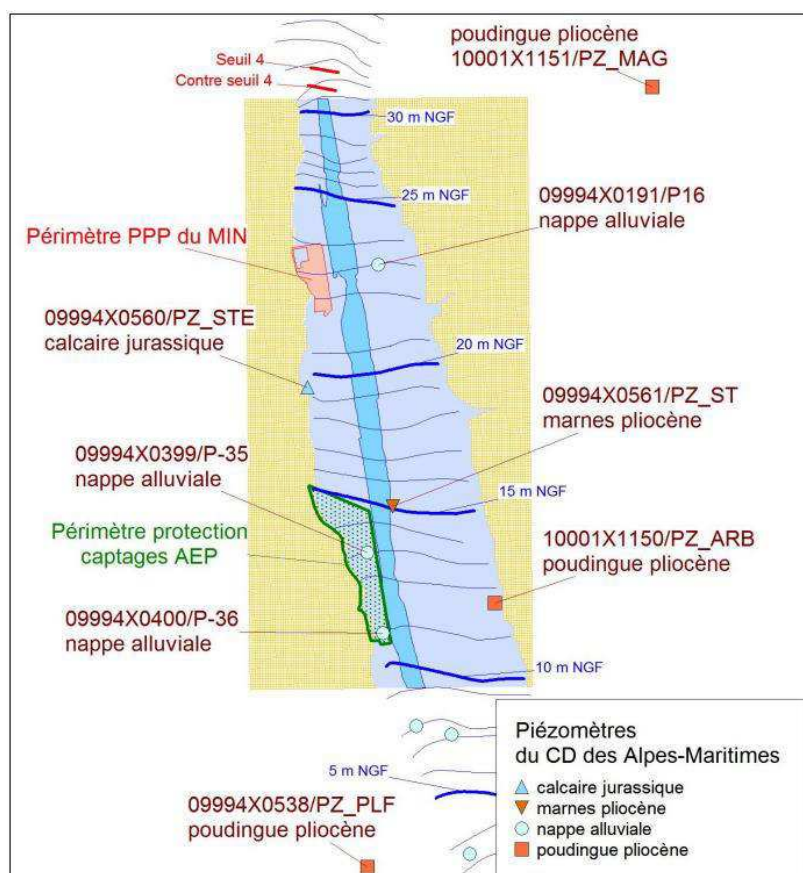


Figure 28 – Carte piézométrique de la nappe alluviale superficielle du Var de 1999 (source : rapport BRGM RP-65632-FR)

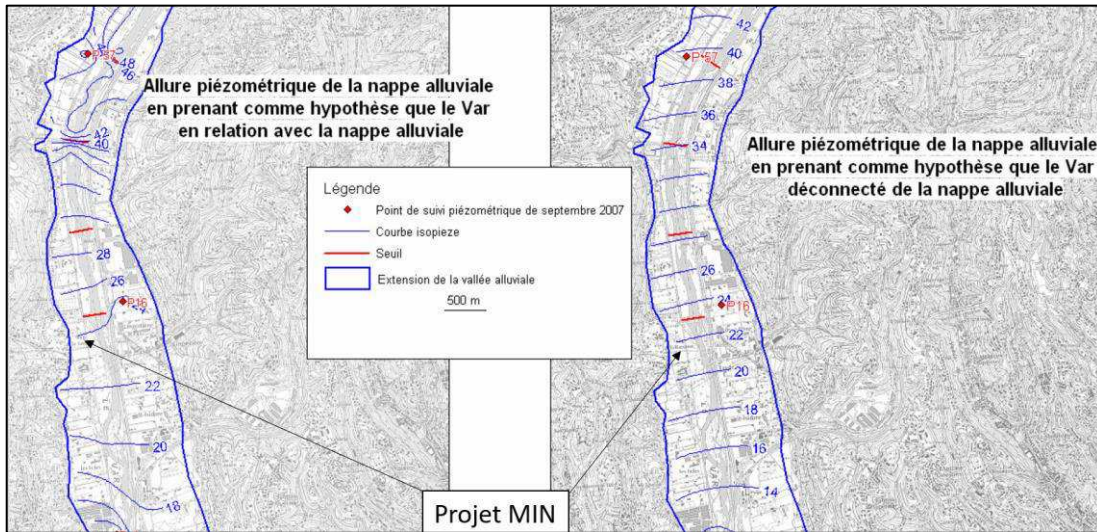


Figure 29 – Cartes piézométriques de septembre 2007 (Hydratec 2009)

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 30 sur une partie de la Vallée du Var, et centrée exclusivement sur le modèle en Figure 31.

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

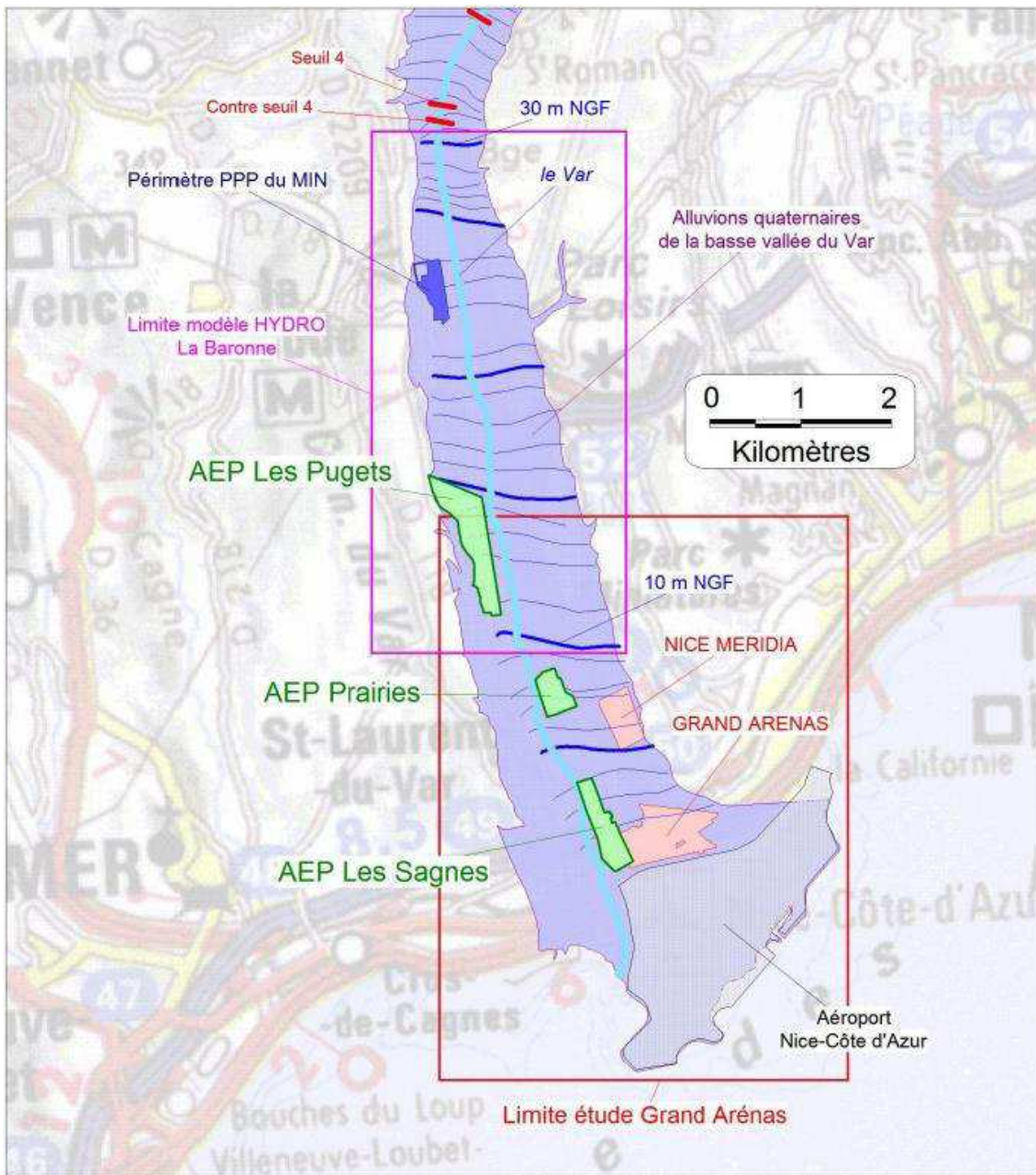


Figure 30 – Vallée du Var et localisation des limites de l'étude hydrogéologique de La Baronne (source : rapport BRGM RP-65632-FR)