

## ***IKEA - Quartier St-Isidore à Nice (06)***

### ***Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques***

***Résumé non technique***

***Septembre 2016***

***Rapport n° 83714/B***

**IKEA Développement SAS**  
425 Rue Henri BARBUSSE  
BP 129  
78375 PLAISIR Cedex



*Présenté par*

**Antea Group**  
**Agence Rhône-Alpes - Méditerranée**



Pôle Eau  
Parc Napollon  
400, avenue du Passe-temps - Bât. C  
13676 Aubagne Cedex  
Tél. : 04.42.08.70.70  
Fax : 04.42.08.70.71

## Sommaire

	<b>Pages</b>
<b>1. Présentation du projet.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Justifications du choix du projet.....</b>	<b>5</b>
2.1. La géothermie sur nappe est écologique.....	5
2.2. La géothermie sur nappe est locale.....	5
2.3. La géothermie sur nappe est renouvelable .....	6
2.4. La géothermie sur nappe est économique .....	6
<b>3. Description des ouvrages.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Etude des impacts du projet .....</b>	<b>12</b>
4.1. Impact hydrodynamique et thermique .....	12
4.2. Impact qualitatif.....	19

### Liste des figures

Figure 1 : Localisation du projet de magasin .....	3
Figure 2 : Localisation prévisionnelle des ouvrages de pompage (P) et de rejet (R) .....	8
Figure 3 : Coupes géologique et technique prévisionnelles des forages de captage .....	10
Figure 4 : Coupes géologique et technique prévisionnelles des forages de rejet .....	11
Figure 5 : Piézométrie moyenne de référence calculée à proximité du projet .....	13
Figure 6 : Piézométrie calculée dans le cas du fonctionnement d'un des doublets au débit maximal d'exploitation (120 m <sup>3</sup> /h).....	14
Figure 7 : Impacts piézométriques dans le cas du fonctionnement d'un des doublets au débit maximal d'exploitation (120 m <sup>3</sup> /h) .....	15
Figure 8 : Extension du panache thermique « froid » à la fin de la période hivernale (mois de mars).....	17
Figure 9 : Extension du panache thermique « chaud » à la fin de la période estivale (mois d'octobre) .....	18

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des besoins énergétiques, des débits d'exploitation et des volumes prélevés estimés .....	4
---	---

### Liste des graphiques

Graphique 1 : Coûts comparatifs des énergies géothermiques (avec aides) et conventionnelles en €/MWh pour les trois secteurs .....	6
--	---

# 1. Présentation du projet

Dans le cadre du projet de construction d'un nouveau magasin au niveau de l'Eco-quartier St-Isidore à Nice (06), IKEA DEVELOPPEMENT SAS envisage de recourir à une exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques.

Le projet est situé au niveau du quartier St-Isidore à Nice, en rive gauche du Var. Les terrains d'emprise sont bordés à l'ouest par le stade Allianz Riviera, au nord par l'autoroute A8 et à l'est par la colline de Fabron supérieur (cf. Figure 1).



Figure 1 : Localisation du projet de magasin

*IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)*  
*Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*  
*Résumé non technique - Rapport n°83714/B*

Le projet consiste en la réalisation de deux doublets de forages (pour le captage et le rejet) dans la nappe alluviale du Var, destinés à alimenter une installation de géothermie pour le rafraîchissement et le chauffage du magasin.

La mise en place de deux doublets distincts, dimensionnés pour répondre au débit de pointe, permettra d'envisager un fonctionnement indépendant et une sécurisation optimale de l'installation. Les ouvrages ne sont pas encore réalisés à ce jour.

Les principales caractéristiques de l'exploitation envisagée des ouvrages sont synthétisées dans le tableau suivant :

<b>Période</b>	<b>Hivernale</b>	<b>Estivale</b>	<b>Année</b>
Durée	5 mois (novembre à mars)	7 mois (avril à octobre)	12 mois
Période	7 jours/7 24 heures/24	6 jours/7 14 heures/24	-
Fonctionnement	Chauffage	Rafrâichissement	Rafrâichissement et chauffage
Besoins énergétiques (kW)	1030	1 000	-
Ecart thermique maximal (°C)	-6	+11	-
Débit maximal (m <sup>3</sup> /h)	120 (quelques heures/an)	90 (< 50 heures/an)	-
Débit moyen sur la période (m <sup>3</sup> /h)	50	45	-
Volume prélevé (m <sup>3</sup> )	≈ 183 000	≈ 132 000	≈ 315 000

**Tableau 1 : Répartition des besoins énergétiques, des débits d'exploitation et des volumes prélevés estimés**

## **2. Justifications du choix du projet**

Les énergies traditionnellement utilisées en France pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire sont le gaz de ville, l'électricité et le fioul.

La solution retenue par IKEA DEVELOPPEMENT SAS pour le chauffage et le rafraîchissement du futur magasin de Nice St-Isidore est la **géothermie sur nappe**. Cette méthode consiste à pomper l'eau d'un aquifère par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs forages pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à la thermofrigopompe afin d'en prélever les calories ou les thermies, avant de la réinjecter dans le même aquifère.

**La géothermie sur nappe présente des avantages spécifiques appréciables, qui sont détaillées dans les paragraphes suivants :**

- **elle est écologique,**
- **elle est locale,**
- **elle est renouvelable,**
- **elle est économique.**

### **2.1. La géothermie sur nappe est écologique**

La géothermie fait appel à des ressources renouvelables : les calories du sous-sol. Son mode d'exploitation n'engendre que peu d'émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>...) ; les seules consommations d'électricité sont liées au fonctionnement des pompes hydrauliques et des pompes à chaleur. Et une fois terminé, un forage géothermique n'est plus visible, il n'y a aucun impact sur le paysage.

Cependant, la pompe à chaleur (PAC) a un impact sur l'environnement. La PAC consomme de l'électricité ou du gaz et contient un fluide frigorigène comme pour les réfrigérateurs ou les climatiseurs. Ce fluide doit être entretenu et recyclé par un professionnel qualifié afin d'éviter un déversement dans l'environnement. D'une manière générale, le risque lié aux fluides frigorigènes (R410a, R407c ou R134a) est faible car le fluide circule en boucle fermé.

Dans le cas présent, il a été privilégié de retenir une thermofrigopompe fonctionnant au R134A.

### **2.2. La géothermie sur nappe est locale**

La géothermie, par nature, est consommée là où elle est produite. Elle a donc l'avantage de n'engendrer aucune perte d'énergie ni de pollution liées à son transport.

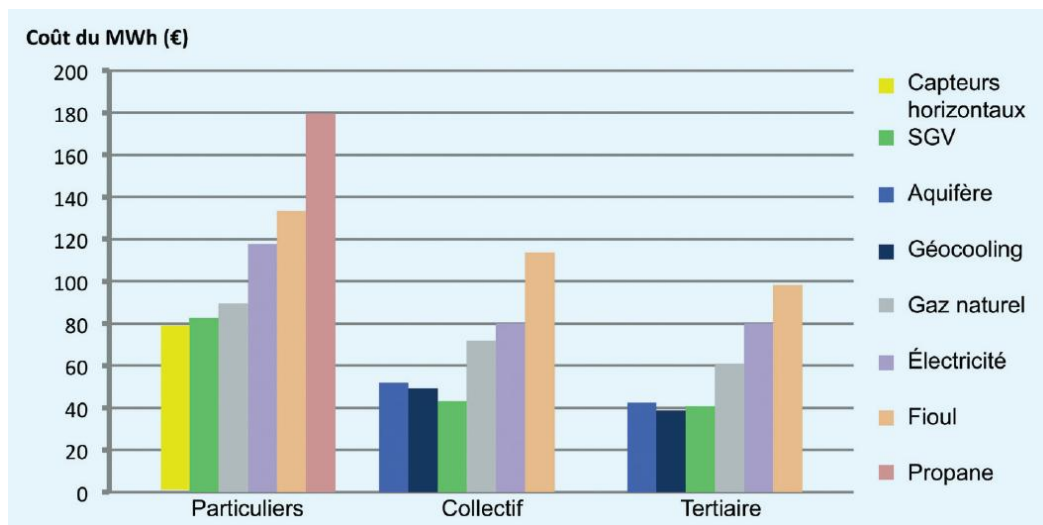
### 2.3. La géothermie sur nappe est renouvelable

La géothermie de se vide pas de son réservoir au fur et à mesure que l'on s'en sert. L'eau présente dans l'aquifère se recharge naturellement par les précipitations et les apports des cours d'eau.

### 2.4. La géothermie sur nappe est économique

Une étude technico-économique entre les différents systèmes a été réalisée en 2014 par l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG). Les principaux résultats sont repris ci-après.

Afin de pouvoir comparer l'intérêt de la géothermie par rapport à ces énergies d'un point de vue strictement financier, le coût du MWh est calculé pour chaque technologie pour une durée de vie de l'installation de 50 ans. Les coûts intègrent les coûts de fonctionnement, de maintenance et d'investissement de chaque technologie.



**Graphique 1 : Coûts comparatifs des énergies géothermiques (avec aides) et conventionnelles en €/MWh pour les trois secteurs**

Pour le secteur tertiaire, les géothermies sur aquifère et sur sondes verticales sont les plus rentables, avec un coût du MWh autour de 44€.

Par rapport à une chaudière à gaz, la rentabilité est atteinte au bout de 9 ans. Si on y ajoute une option rafraîchissement, la rentabilité est obtenue en 7 ans.



*IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)*  
*Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*  
*Résumé non technique - Rapport n°83714/B*

**En plus d'être écologique, locale, renouvelable et économique, la géothermie sur nappe est adaptée au projet du nouveau magasin IKEA.**

**En effet, l'aquifère des alluvions du Var présente en effet de nombreux avantages :**

- **une productivité importante ;**
- **la présence d'un niveau graveleux très aquifère entre 34 et 50 m de profondeur (également recoupés par les forages du stade Allianz Riviera) ;**
- **l'absence de périmètres de protection de captages d'AEP au droit des terrains d'emprise du projet.**

**La solution retenue est ainsi bénéfique à la fois pour l'environnement et pour IKEA.**

### 3. Description des ouvrages

Les forages destinés à l'alimentation des systèmes géothermiques du projet sont respectivement situés en bordure nord-ouest du projet (ouvrages de pompage, espacement 25 m) et en bordure sud-ouest (ouvrages de rejet, espacement 25 m).

Leur implantation prévisionnelle est présentée en Figure 2. L'implantation finale des ouvrages sera déterminée sur site en présence du Maître d'œuvre et du Maître d'Ouvrage.

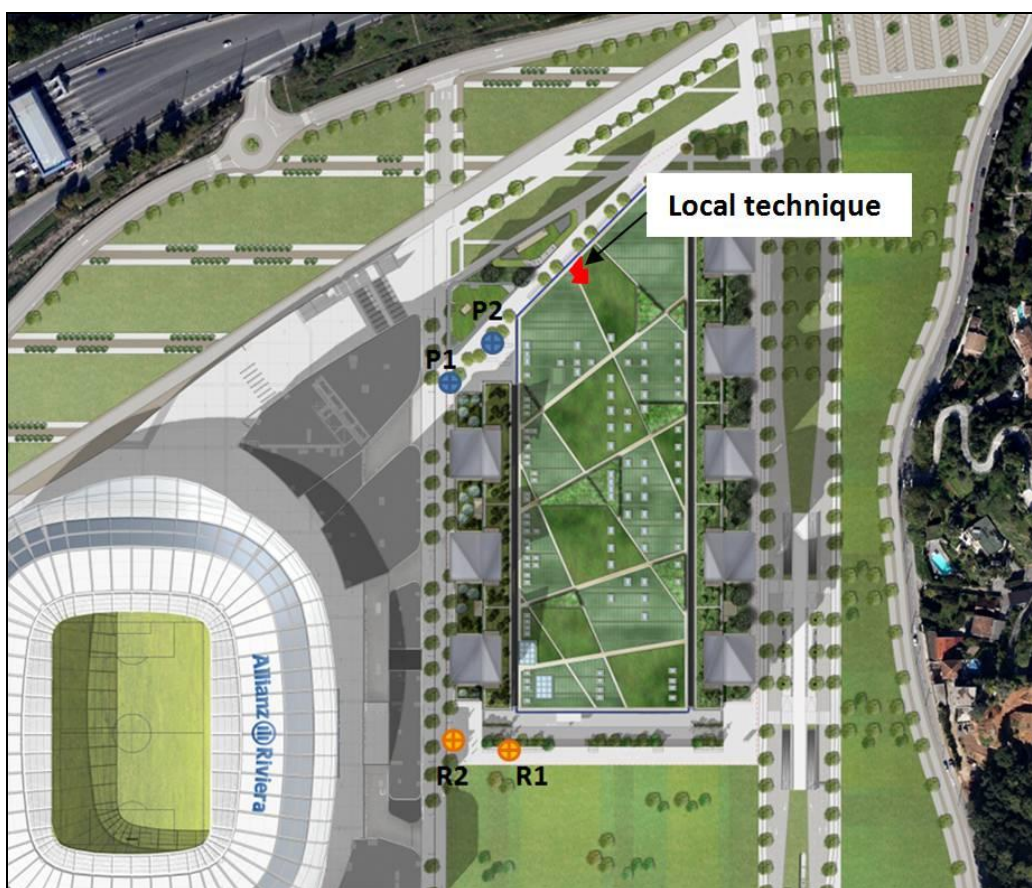


Figure 2 : Localisation prévisionnelle des ouvrages de pompage (P) et de rejet (R)

Les coupes géologiques et techniques prévisionnelles des ouvrages de captage et de rejet sont présentées en figures 3 et 4.



*IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)*  
*Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*  
*Résumé non technique - Rapport n°83714/B*

Afin d'éviter toute infiltration d'eau souillée dans la nappe, les têtes de forages seront protégées dans un regard de visite étanche et verrouillé. De plus, la tête de forage sera protégée par une tête de puits étanche : les forages seront fermés par une bride étanche empêchant les retours d'eaux superficielles dans le puits.

Les travaux de foration et d'équipement seront suivis d'un pompage de développement et d'un essai de productivité (pompage par paliers et pompage de longue durée) destiné à valider les capacités de l'ouvrage. Une analyse chimique et bactériologique des eaux sera réalisée en fin de pompage d'essai en continu.

En phase d'exploitation, chaque ouvrage de captage sera équipé d'une pompe immergée permettant d'assurer les besoins de pointe du projet.

Les travaux seront réalisés selon les normes en vigueur (NF-X10-999) et suivis par un maître d'œuvre spécialisé dans le domaine de l'hydrogéologie.

Dans le cas d'un abandon du forage, un budget estimé à 15 000 €/ouvrage sera à prévoir pour le rebouchage selon la norme NF-X10-999. La partie immergée sera alors comblée de graviers filtre propres, puis au-dessus un bouchon d'argile d'un mètre et une cimentation jusqu'au sol.

Le planning prévisionnel des travaux est le suivant :

- réalisation des travaux de forage : courant 2017 ;
- mise en service de l'installation : fin 2018 / début 2019.

IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

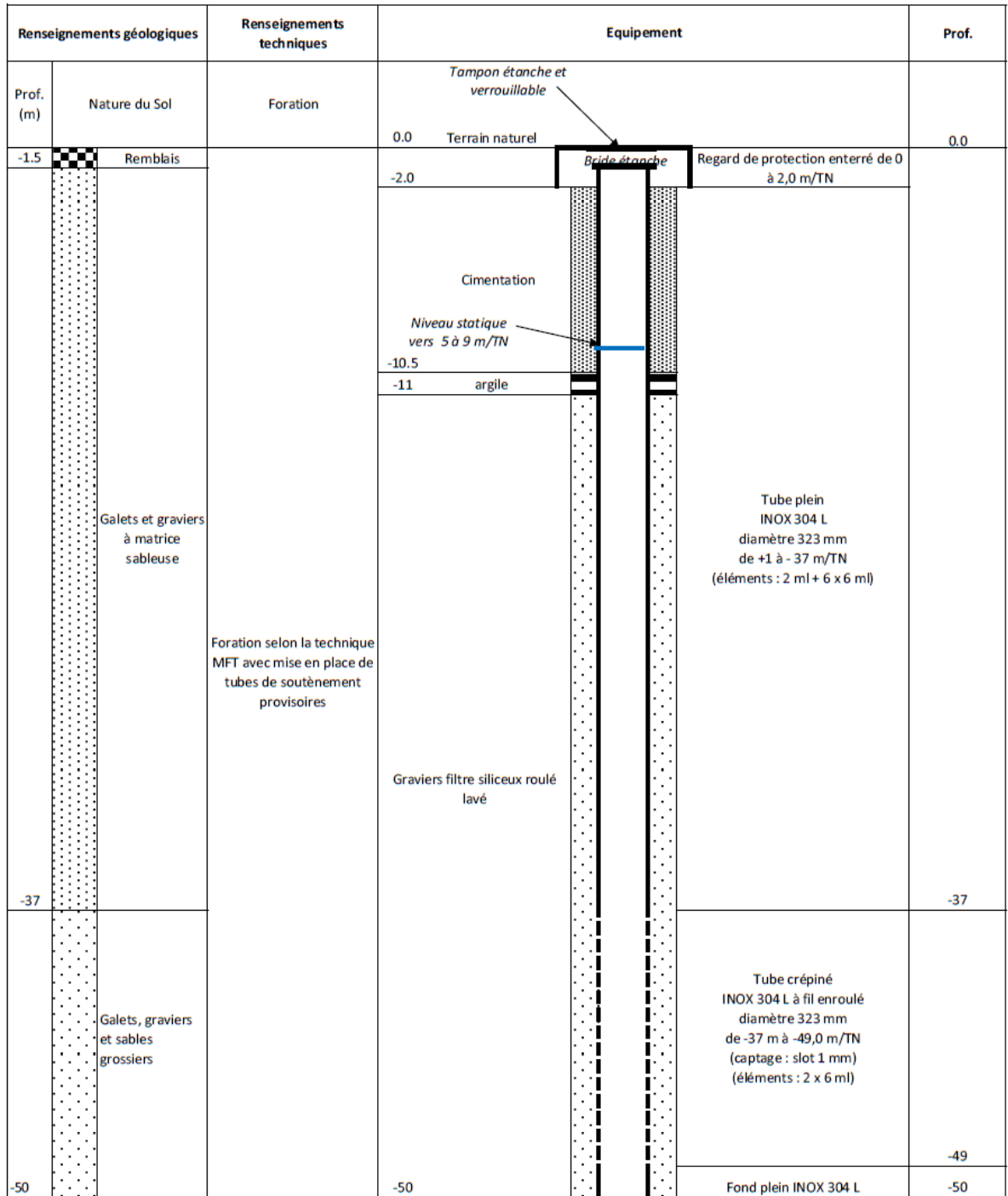


Figure 3 : Coupes géologique et technique prévisionnelles des forages de captage

IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

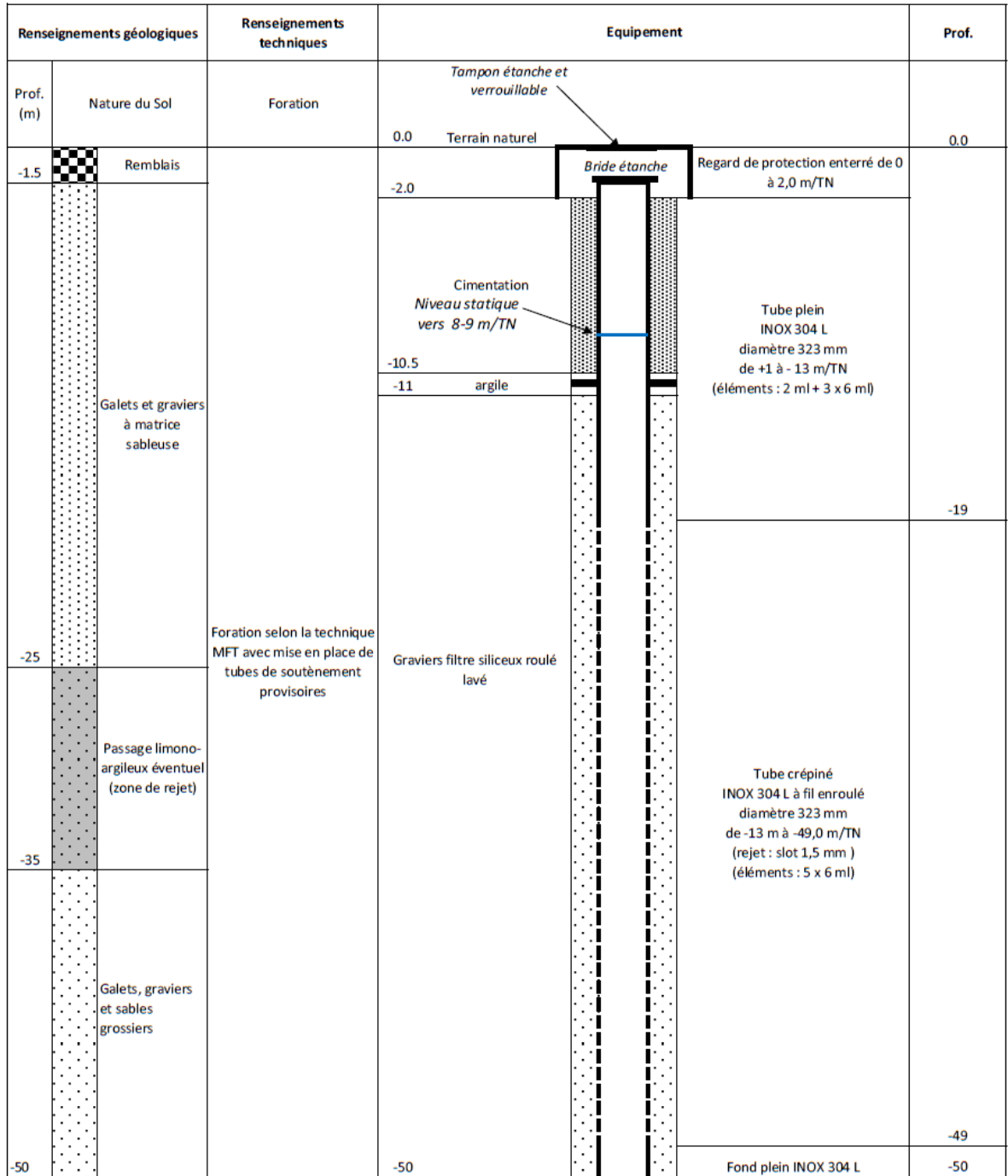


Figure 4 : Coupes géologique et technique prévisionnelles des forages de rejet

## 4. Etude des impacts du projet

L'impact du projet sur le milieu (nappe alluviale de la basse vallée du Var) a été évalué par la mise en œuvre d'une modélisation hydrodynamique et hydrothermique.

Cette modélisation a permis de simuler les effets de l'exploitation des ouvrages géothermiques sur le fonctionnement hydrodynamique et thermique de la nappe au niveau du projet.

### 4.1. Impact hydrodynamique et thermique

#### 4.1.1. Simulation des incidences hydrodynamiques

La simulation permettant d'évaluer les **impacts piézométriques** a été réalisée en régime permanent au débit de pointe de 120 m<sup>3</sup>/h (pompage en continu, impacts maximaux), sur un seul des doublets de forages (au lieu d'un fonctionnement en alternance).

Cette approche très sécuritaire permet d'estimer l'impact piézométrique d'un des doublets au débit maximum d'exploitation et d'évaluer les éventuelles interférences avec d'autres ouvrages (puits du stade notamment).

La carte présentée en Figure 5 illustre l'état hydraulique initial de la nappe souterraine.

La Figure 6 et la Figure 7 illustrent les résultats de cette simulation, basée sur des hypothèses majorantes, qui mettent en évidence :

- un rabattement de l'ordre de 0,5 m maximum au droit de l'ouvrage de captage et moins de 5 cm au-delà de 50 m de distance.
- une remontée locale de la piézométrie de l'ordre de 0,5 m maximum au droit de l'ouvrage de réinjection et moins de 5 cm au-delà de 50 m de distance ;
- l'absence d'impacts sur les ouvrages avoisinants, notamment sur les deux forages géothermiques du stade Allianz Riviera (débit d'exploitation de 40 m<sup>3</sup>/h, avec rejet des eaux pompées dans le réseau EP).

IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

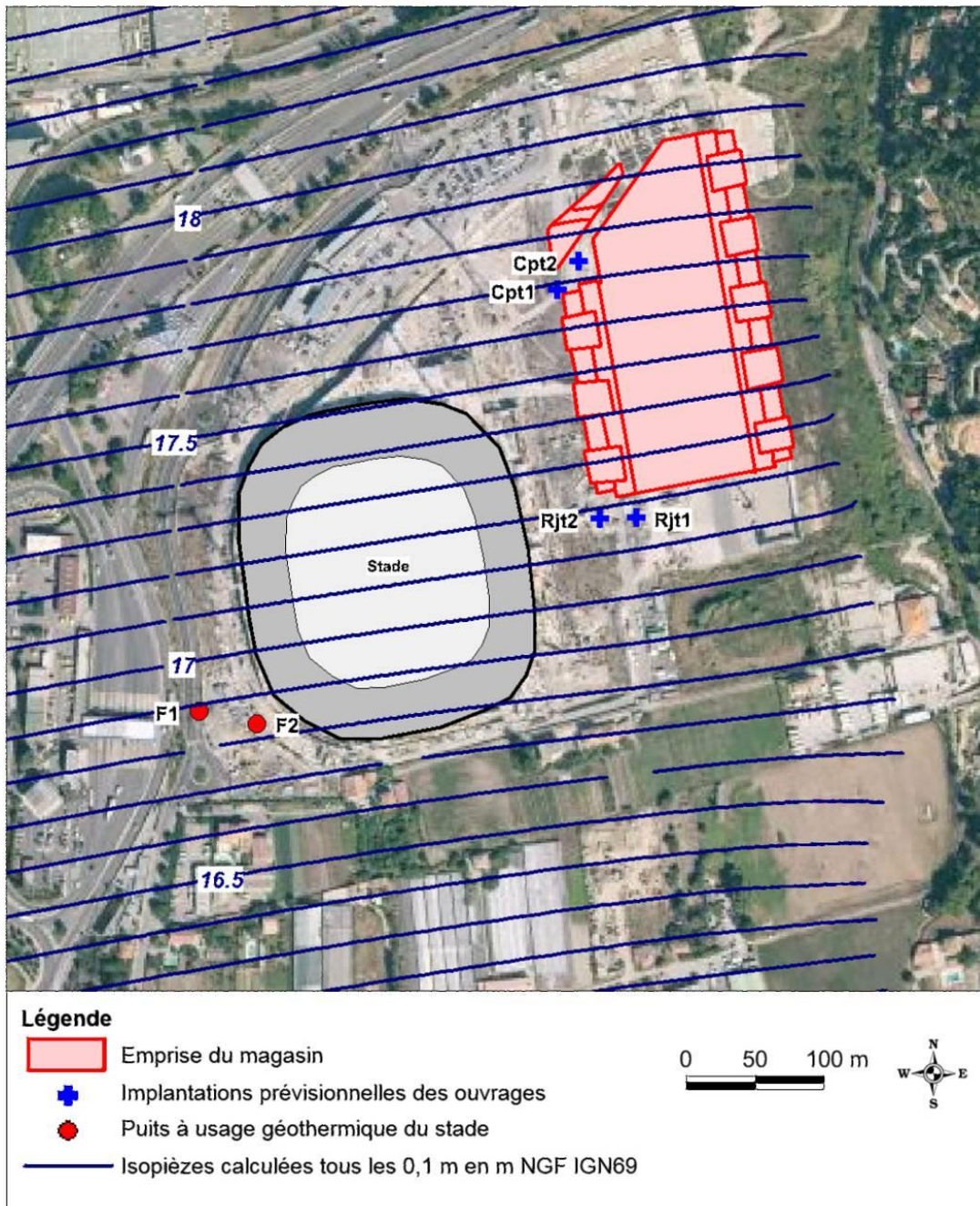


Figure 5 : Piézométrie moyenne de référence calculée à proximité du projet



IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

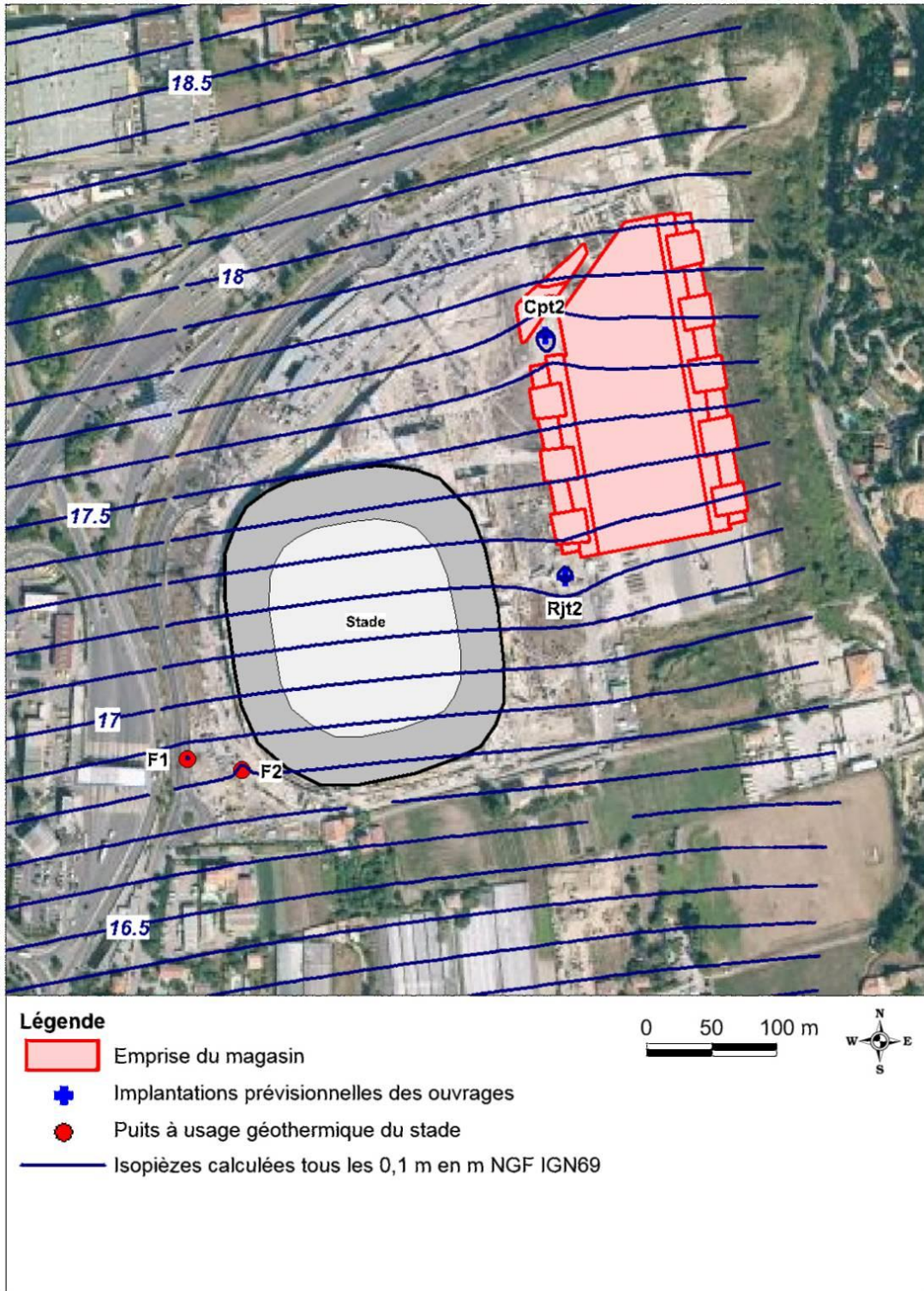


Figure 6 : Piézométrie calculée dans le cas du fonctionnement d'un des doublets au débit maximal d'exploitation (120 m<sup>3</sup>/h)



IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

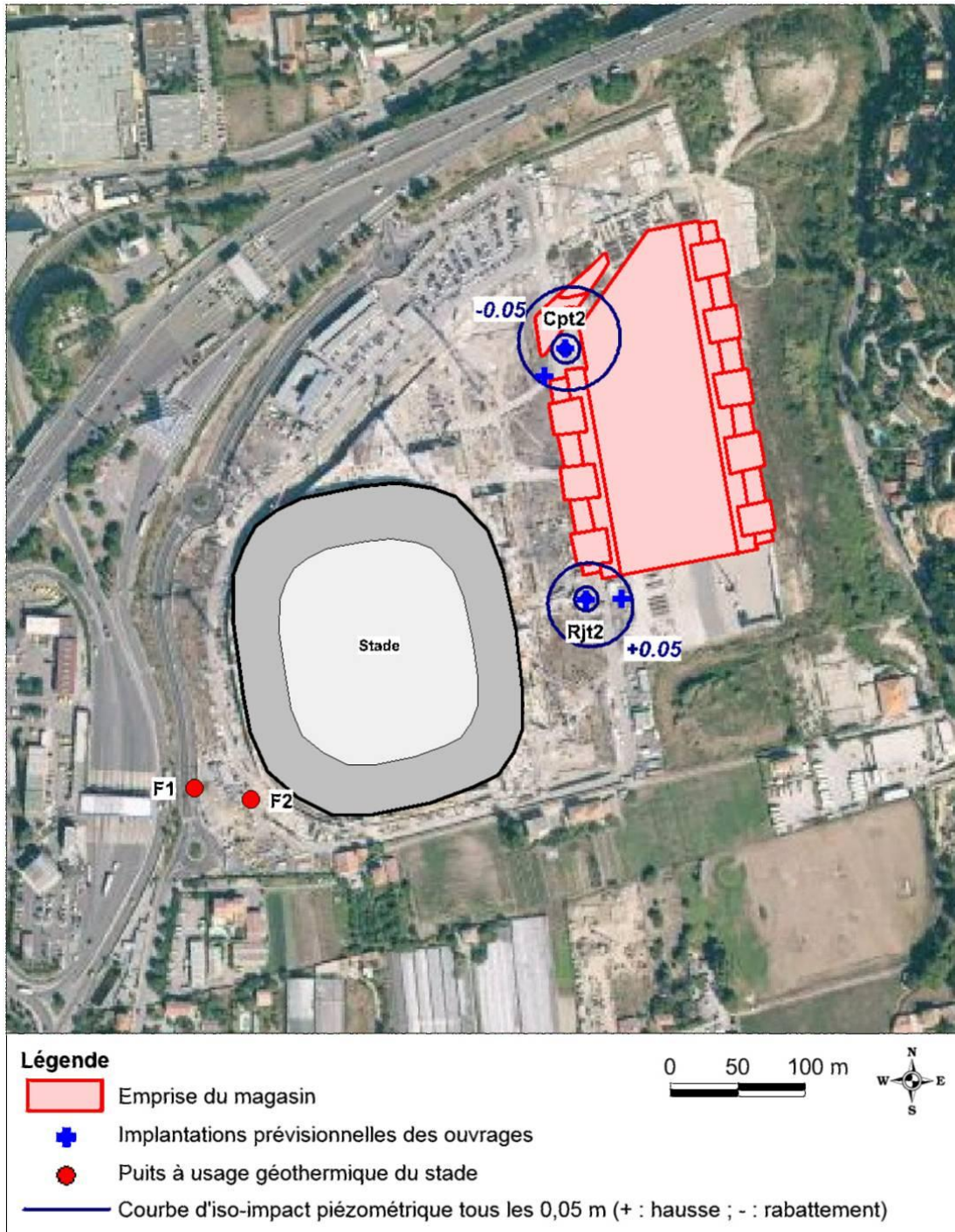


Figure 7 : Impacts piézométriques dans le cas du fonctionnement d'un des doublets au débit maximal d'exploitation (120 m<sup>3</sup>/h)

#### **4.1.2. Simulation des incidences thermiques**

La simulation permettant d'évaluer les **incidences thermiques** a été réalisée en régime transitoire. L'exploitation est modélisée sur cinq cycles de fonctionnement (5 ans de novembre à octobre), en supposant un pompage/rejet en continu aux débits moyens d'exploitation sur chaque période. Les périodes temporaires d'arrêt survenant plus ou moins régulièrement durant la période de fonctionnement, ne sont pas prises en compte (hypothèse sécuritaire).

Les extensions des panaches thermiques « froid » et « chaud » à la fin des cycles de fonctionnement hivernal et estival de l'installation (mars et octobre) sont présentées en Figure 8 et Figure 9.

Ces résultats mettent en évidence :

- un impact thermique maximal théorique au droit des ouvrages de rejet de - 3 °C à la fin de la période hivernale et à + 5 °C maximum à la fin de la période estivale ;
- en aval hydraulique, un impact thermique inférieur à - 0,5 °C au-delà de 150 m en aval des puits de rejet (en fin de période hivernale) et inférieur à + 0,5 °C au delà de 350 m (en fin de période estivale) ;
- l'absence d'impacts sur les forages géothermiques du stade Allianz Riviera.

#### **4.1.3. Synthèse des impacts liés à l'exploitation**

Par conséquent, les incidences hydraulique et thermique du projet au mois de mars correspondant à la fin de l'hiver et au mois d'octobre correspondant à la fin du pic estival sont donc très faibles ou négligeables.

Par ailleurs, le dispositif envisagé n'impactera pas les ouvrages géothermiques du stade Allianz Riviera.

IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

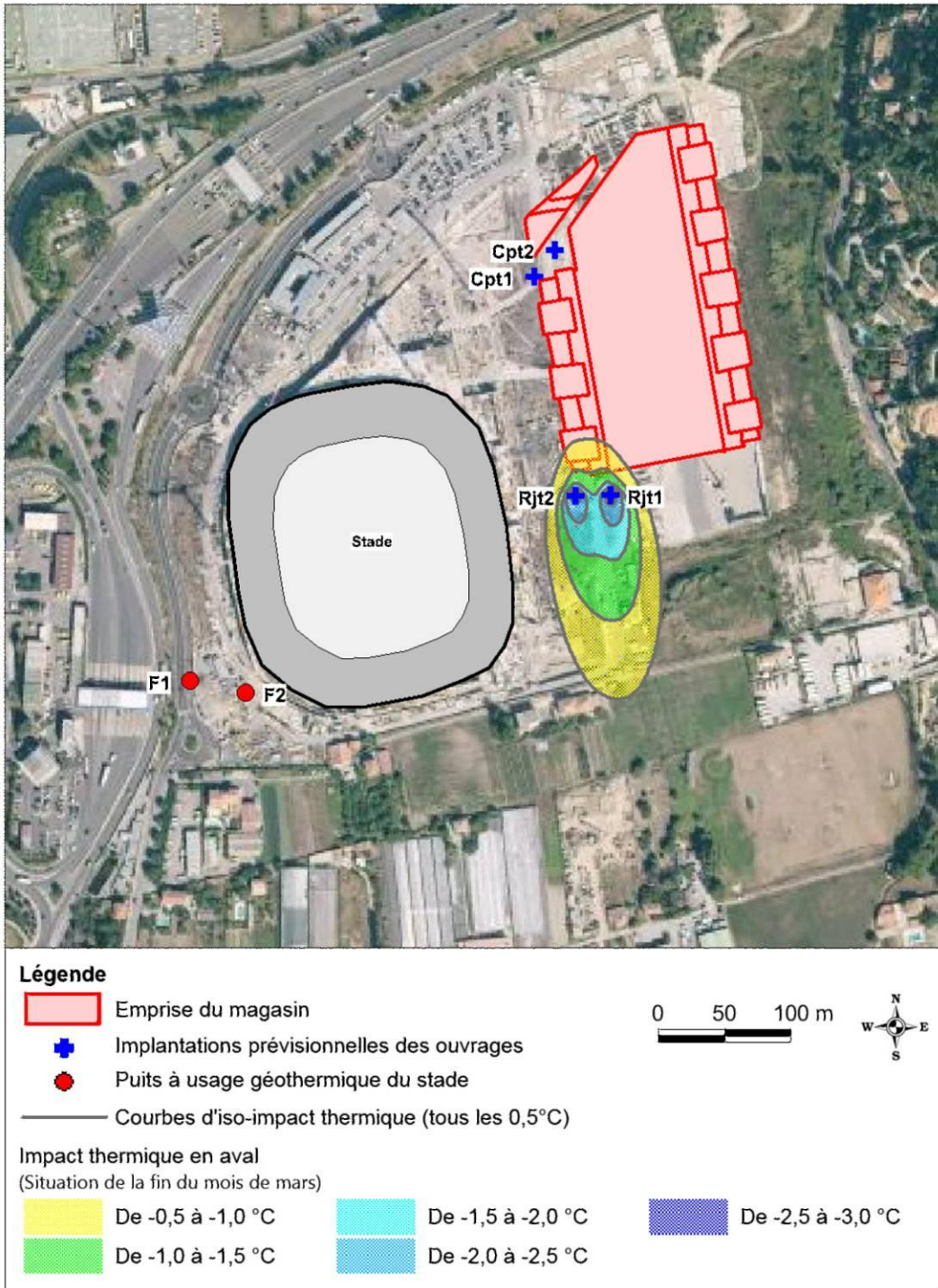


Figure 8 : Extension du panache thermique « froid » à la fin de la période hivernale (mois de mars)



IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)  
 Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques  
 Résumé non technique - Rapport n°83714/B

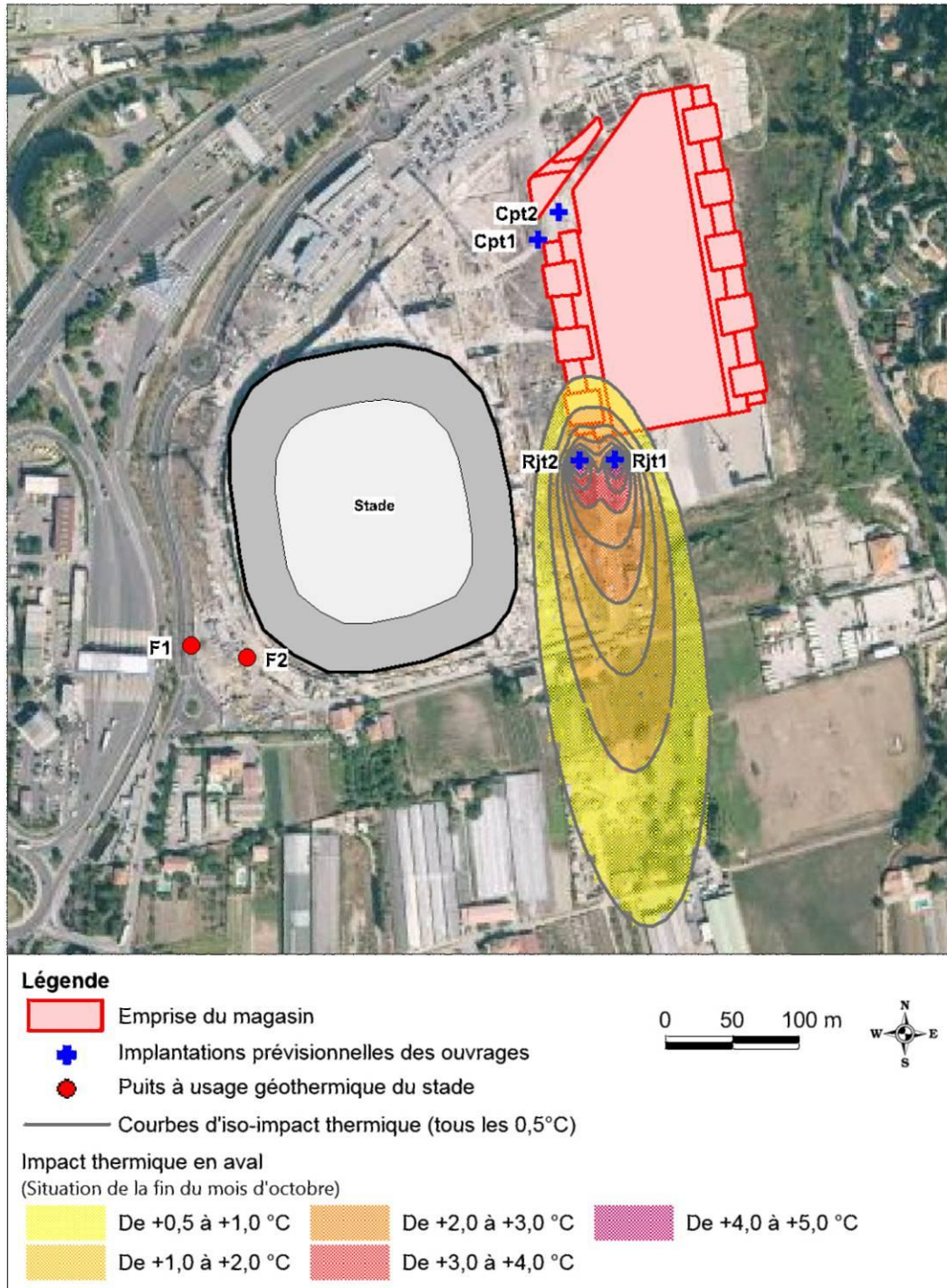


Figure 9 : Extension du panache thermique « chaud » à la fin de la période estivale (mois d'octobre)



## **4.2. Impact qualitatif**

Sur le plan qualitatif, les moyens de protection prévus par le demandeur (cimentations annulaires en tête des ouvrages, étanchéité des têtes de forage, échangeur), permettront d'éviter toute infiltration d'eaux potentiellement contaminées, qui pourraient provenir du ruissellement des eaux météoriques en surface ou d'éventuelles fuites du réseau d'assainissement, dans les forages et donc dans la nappe.

Ces mesures associées au respect des recommandations d'exploitation et à l'entretien courant des installations permettront de préserver la qualité des eaux souterraines.



*IKEA – Quartier St-Isidore à Nice (06)*  
*Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*  
*Résumé non technique - Rapport n°83714/B*

***Observations sur l'utilisation du rapport***

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par ANTEA ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

## **Rapport**

---

Titre : IKEA SAS - Quartier St-Isidore à Nice - Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques - Résumé non technique

Numéro et indice de version : 83714/B

Date d'envoi : Septembre 2016

Nombre de pages : 21

Diffusion (nombre et destinataires) :

- 6 ex papier client + 1 pdf par mail

Nombre d'annexes dans le texte : 0

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

## **Client**

---

Coordonnées complètes: **IKEA Développement SAS**  
425 Rue Henri BARBUSSE  
BP 129  
78375 PLAISIR Cedex

Nom des interlocuteurs : Monsieur Frédéric VERRIER  
frederic.verrier@ikea.com

## **Antea Group**

---

Unité réalisatrice : REAU

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

*Interlocuteur commercial : Nicolas BLANCHOIN*

*Responsable de projet : Nicolas BLANCHOIN*

*Auteur : Anna SCHLEICH*

*Secrétariat : Jeanne DURAND*

## **Qualité**

---

Contrôlé par : Nicolas BLANCHOIN

Date : Septembre 2016

N° du projet : PACP130230

Références et date de la commande : Nice - 22/04/2014

**Mots clés : Dossier autorisation, Code Minier, forages, géothermie.**