

**SIPPEREC**  
 Tour Gamma B  
 193-197 rue de Bercy  
 75582 PARIS CEDEX 12

**Demande d'autorisation de recherche d'un gite géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois**



Août 2012

Réf Projet	Réf du rapport	Réf du client
GED110075	GEA110044	

Indice	Date	Rédacteur	Visa	Vérificateur	Visa	Nb de pages
A	22/08/2012	M. PRIGENT		X. du CHAYLA		216+30

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

## SOMMAIRE

	Pages
RESUME NON TECHNIQUE .....	13
1.....RENSEIGNEMENTS GENERAUX .....	16
1.1 ....DESCRIPTION GENERALE DU PROJET.....	16
1.2 ....RENSEIGNEMENTS SUR LE DEMANDEUR .....	17
1.3 ....JUSTIFICATIONS DES CAPACITES DU DEMANDEUR .....	17
1.3.1 Capacités financières .....	17
1.3.2 Capacités techniques.....	17
1.3.2.1 Le Maître d'Ouvrage	17
1.3.2.2 L'assistant au Maître d'Ouvrage	18
1.4 ....BUDGET DE L'OPERATION .....	20
1.4.1 Coûts techniques d'investissements .....	20
1.4.1.1 Géothermie et centrale de production	20
1.4.1.2 Réseau de chaleur	21
1.4.1.3 Postes de livraison	22
1.4.2 Coûts techniques d'exploitation .....	23
1.4.2.1 Poste P1 : fourniture et combustible	23
1.4.2.2 Poste P2 : conduite et petit entretien	23
1.4.2.3 Poste P3 : gros entretien et renouvellement	24
1.5 ....CONTEXTE REGLEMENTAIRE DU PROJET.....	25
1.5.1 Permis de recherche minier et d'exploitation .....	25
1.5.2 Demande d'ouverture de travaux miniers .....	26
2.....DEMANDE D'AUTORISATION DE RECHERCHE D'UN GITE GEOTHERMIQUE AU DOGGER .....	28
2.1 ....LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET .....	28
2.2 ....CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	30
2.2.1 Contexte géologique .....	30
2.2.1.1 Cadre structural	30
2.2.1.2 Géologie du Tertiaire	30
2.2.1.3 Géologie du Crétacé et du Jurassique supérieur	31
2.2.1.4 Lithologie du Dogger	33
2.2.1.5 Profondeur du toit du Dogger	34
2.2.1.6 Epaisseur productive	34
2.2.2 Coupe géologique prévisionnelle jusqu'au Dogger.....	35
2.2.3 Contexte hydrogéologique.....	36
2.2.3.1 Les aquifères en présence	36
2.2.3.2 Ecoulement et pression hydrostatique du Dogger	36
2.2.3.3 Transmissivité du Dogger	36
2.2.3.4 Emmagasinement et porosité du Dogger	36
2.2.3.5 Température	37
2.2.4 Caractéristiques physico-chimique du fluide .....	37
2.2.4.1 Caractéristiques générales	37
2.2.4.2 Salinité totale	37

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

2.2.4.3	Sulfures	37
2.2.4.4	Bactéries	38
2.2.5	Historique de l'exploitation du Dogger	38
2.3	RESEAU DE CHALEUR GEOTHERMIQUE	40
2.3.1	Schéma énergétique global sur le territoire	40
2.3.1.1	Les abonnés potentiels	40
2.3.1.2	Carte énergétique	51
2.3.1.3	Développement urbain à moyen et long termes	52
2.3.2	Présentations des problématiques technico-énergétiques générales	55
2.3.2.1	Installations de production de chaleur	55
2.3.2.2	Mise en place d'une pompe à chaleur	56
2.3.2.3	Appoint et secours du réseau	58
2.3.2.4	Réseau de chaleur de transport et de distribution	59
2.3.2.5	Livraisons de la chaleur et systèmes d'émissions	64
2.3.3	Définition énergétique du projet envisagé	67
2.3.3.1	Liste des abonnés potentiels	67
2.3.3.2	Puissance souscrite	67
2.3.3.3	Bilan énergétique	68
2.3.4	Conception technique et dimensionnement du projet envisagé	72
2.3.4.1	Définition spécifique des installations de production	72
2.3.4.2	Analyse énergétique de la production	80
2.3.4.3	Définition spécifique du réseau de chaleur distribution	84
2.3.4.4	Définition spécifique des postes de livraison	85
2.4	DESCRIPTION DES LIMITES DES PERIMETRES SOLLICITES	87
2.4.1	Description de l'autorisation de recherche demandée et de sa durée	87
2.4.2	Description du permis d'exploitation envisagé et de sa durée	87
2.5	MODELISATION NUMERIQUE DU RESERVOIR	90
2.5.1	Introduction	90
2.5.2	Description du contexte	90
2.5.3	Modélisation	93
2.5.3.1	Description du modèle	93
2.5.3.2	Maillage	95
2.5.3.3	Valeurs des paramètres	96
2.5.4	Descriptions des simulations effectuées	101
2.5.4.1	Historique du réservoir	101
2.5.4.2	Simulation du doublet de Rosny-sous-Bois dans deux situations	101
2.5.4.3	Simulation de référence	101
2.5.5	Résultats	102
2.5.5.1	Impact hydraulique	102
2.5.5.2	Impact thermique	106
2.5.6	Conclusion de la modélisation	112
2.6	DESCRIPTION DE LA BOUCLE GEOTHERMALE	113
2.6.1	Implantation des forages	113
2.6.2	Description des forages	114
2.6.3	Equipements de la boucle géothermale	114
2.6.3.1	Contraintes liées à l'eau du Dogger	115
2.6.3.2	Constitution de la boucle géothermale	116
2.7	SUIVI ET ENTRETIEN DES FORAGES ET DE LA BOUCLE GEOTHERMALE	122
2.7.1	Suivi de l'exploitation	122
2.7.1.1	Paramètres physiques	122

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

2.7.1.2	Paramètres chimiques de d'eau	122
2.7.1.3	Suivi de l'état des tubages	123
2.7.2	Entretien des forages	123
2.8	CONDITIONS D'ARRET DE L'EXPLOITATION DU DOUBLET	123
2.8.1	Procédure d'abandon	123
2.8.2	Coût des travaux d'abandon	124
3	DEMANDE D'AUTORISATION D'OUVERTURE DE TRAVAUX AU DOGGER	125
3.1	IMPLANTATION DES FORAGES	125
3.2	ORGANISATION DU CHANTIER	126
3.3	MACHINES DE FORAGES UTILISEES	127
3.3.1	Phase avant puits	127
3.3.2	Phase forage rotary	129
3.4	PLATEFORME DE FORAGES	130
3.5	COUPE TECHNIQUE PREVISIONNELLE	131
3.5.1	Avant Puits	132
3.5.2	Phase de forage en diamètre 26" (660 mm)	132
3.5.3	Phase de forage en diamètre 17"1/2 (445 mm)	132
3.5.4	Phase de forage en diamètre 12"1/4 (311 mm)	133
3.5.5	Phase de forage en diamètre 8"1/2 (216 mm)	133
3.6	PROGRAMME DE DIAGRAPHIES DIFFEREES	135
3.7	ESSAI DE PRODUCTION	135
3.8	REMISE EN ETAT DU SITE	136
3.9	DUREE ET ECHELONNEMENT DES TRAVAUX	136
4	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	138
4.1	PRESENTATION DU PROJET	138
4.1.1	Justification du projet	138
4.1.2	Contexte géographique et administratif	138
4.1.3	Contexte climatologique	139
4.1.3.1	Températures et précipitations	139
4.1.3.2	Vent	141
4.1.4	Plan local d'urbanisme et servitudes	142
4.1.4.1	PLU de Rosny-sous-Bois	142
4.1.4.2	Projet d'aménagement et développement durable	144
4.1.4.3	Servitudes au droit du site	145
4.2	ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	147
4.2.1	Localisation et description du site	147
4.2.2	Inventaire des projets proches du site	149
4.2.3	Habitations et installations situées à proximité du site	150
4.2.4	Accessibilité du site	154
4.2.5	Richesses naturelles	155
4.2.5.1	Espaces verts	155
4.2.5.2	Patrimoine arboré	156
4.2.5.3	Biodiversité (ZNIEFF, NATURA 2000, Zone humide)	156
4.2.6	Patrimoine culturel	160

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

4.2.7	Qualité du sol.....	161
4.2.8	Qualité de l'air .....	162
4.2.8.1	Réglementation	162
4.2.8.2	Qualité de l'air dans le département de Seine-Saint-Denis	163
4.2.8.3	Qualité de l'air à Rosny-sous-Bois	168
4.2.9	Qualité de la ressource en eau .....	169
4.2.9.1	Les eaux superficielles	169
4.2.9.2	Les eaux souterraines	169
4.2.10	Bruit et vibration.....	174
4.2.10.1	Les textes réglementaires	174
4.2.10.2	Environnement sonore à Rosny-sous-Bois	174
4.2.10.3	Isophone route	175
4.2.10.4	Isophone réseau ferré	175
4.2.10.5	Trafic aérien	176
4.2.10.6	Le bruit la nuit	176
4.2.10.7	Environnement sonore sur le site	178
4.2.11	Réseau existant .....	179
4.3	....DESCRIPTION DES IMPACTS ET MESURES ENVISAGEES POUR COMPENSER CES IMPACTS .....	181
4.3.1	Impacts sur le contexte socio-économique .....	181
4.3.1.1	En phase de travaux	181
4.3.1.2	En phase d'exploitation	181
4.3.2	Impacts sur les personnes .....	181
4.3.2.1	En phase de travaux	181
4.3.2.2	En phase d'exploitation	182
4.3.3	Impacts sur la circulation.....	182
4.3.3.1	En phase de travaux	182
4.3.3.2	En phase d'exploitation	184
4.3.4	Impacts sur la faune et la flore.....	184
4.3.4.1	En phase de travaux	184
4.3.4.2	En phase d'exploitation	185
4.3.5	Impacts sur le sol .....	185
4.3.5.1	En phase de travaux	185
4.3.5.2	En phase d'exploitation	185
4.3.6	Impacts sur la ressource en eau .....	185
4.3.6.1	En phase de travaux	185
4.3.6.2	En phase d'exploitation	187
4.3.6.3	Compatibilité avec la Loi sur l'Eau et le SDAGE	188
4.3.6.4	SAGE concerné	190
4.3.7	Impacts visuels .....	193
4.3.7.1	En phase de travaux	193
4.3.7.2	En phase d'exploitation	193
4.3.8	Impacts sur la qualité de l'air .....	193
4.3.8.1	En phase de travaux	193
4.3.8.2	En phase d'exploitation	194
4.3.9	Impacts liés au bruit.....	194
4.3.9.1	En phase de travaux	194
4.3.9.2	En phase d'exploitation	199
4.3.10	Impacts sur la protection du patrimoine culturel .....	200
4.3.10.1	En phase de travaux	200
4.3.10.2	En phase d'exploitation	200
4.3.11	Impacts sur l'hygiène, la salubrité et la sécurité publique.....	200
4.3.11.1	En phase de travaux	200

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

4.3.11.2	En phase d'exploitation	201
4.4	....CHIFFRAGE PREVISIONNEL DES MESURES COMPENSATOIRES.....	202
5	....DOCUMENT DE SECURITE ET DE SANTE.....	207
5.1	....DOCUMENT DE SECURITE ET DE SANTE PENDANT LES TRAVAUX .....	207
5.1.1	Protection du personnel de chantier.....	207
5.1.1.1	Information du personnel	207
5.1.1.2	Dispositions en cas d'accident corporel grave	208
5.1.1.3	Protection contre l'hydrogène sulfuré	208
5.1.1.4	Protection contre l'explosion	209
5.1.1.5	Protection contre l'incendie	210
5.1.1.6	Protection contre le bruit	210
5.1.1.7	Protection contre la chute d'objet	211
5.1.1.8	Protection contre la chute de hauteur	211
5.1.1.9	Protection contre les collisions	211
5.1.1.10	Protection contre l'électrocution	211
5.1.1.11	Encadrement des visiteurs	212
5.1.2	Sécurité des riverains.....	212
5.1.2.1	Circulation sur la voie publique et balisage	212
5.1.2.2	Bruits liés aux travaux de forage	212
5.1.2.3	Emanation de gaz	213
5.1.2.4	Risque de chute du mât de forage	213
5.2	....DOCUMENT DE SECURITE PENDANT L'EXPLOITATION DU DOUBLET.....	213
5.2.1	Procédure de mise en sécurité en cas de fuite sur la boucle géothermale	213
5.2.2	Percement d'un tubage d'un forage en cours d'exploitation.....	214

**FIGURES**

Figure 1 : Localisation de la commune de Rosny-sous-Bois .....	28
Figure 2 : Localisation du site de travaux .....	29
Figure 3 : Carte structurale simplifiée du bassin de Paris .....	30
Figure 4 : Carte géologique au droit de la zone d'étude .....	32
Figure 5 : Succession des principales séquences du Dogger calcaire .....	33
Figure 6 : Coupe schématique du bassin de Paris .....	34
Figure 7 : localisation des doublets au Dogger voisins .....	39
Figure 8 : Périmètre de l'ASL Le Moleret .....	42
Figure 9 : Périmètre de l'ASL La Redoute .....	43
Figure 10 : Périmètre de la résidence Les Maillards .....	44
Figure 11 : Périmètre de la Cité Le Pré Gentil .....	45
Figure 12 : Périmètre de la résidence 10 000 rosiers .....	46
Figure 13 : Périmètre du Fort de Rosny-sous-Bois .....	47
Figure 14 : Périmètre du centre commercial DOMUS .....	48
Figure 15 : Périmètre de la cité du Londeau .....	50
Figure 16 : Carte énergétique .....	51
Figure 17 : Localisation des projets urbains en développement .....	54
Figure 18 : Lois d'eau en fonction du type d'émetteur .....	55
Figure 19 : Exemple type de montage en série .....	57
Figure 20 : Exemple de montage en parallèle .....	58
Figure 21 : conception technique d'un réseau .....	59
Figure 22 : Coupe de la tranchée du réseau de chaleur .....	60
Figure 23 : Localisation des futurs travaux du mail Bois-Perrier .....	61
Figure 24 : Localisation de la traversée de l'A86 .....	62
Figure 25 : Localisation de la traversée des voies SNCF .....	63
Figure 26 : Cas de la production de l'ECS par l'opérateur du réseau de chaleur .....	64
Figure 27 : Cas de la production de l'ECS par l'Abonné avec un échangeur dédié .....	65
Figure 28 : Cas de la production de l'ECS via le réseau de chauffage ou avec absence de production centralisée d'ECS .....	65
Figure 29 : Localisation des besoins énergétiques .....	70
Figure 30 : Plan cadastral du site retenu .....	72
Figure 31 : Plan de principe du site en exploitation .....	74
Figure 32 : Schéma de principe de la centrale de production .....	75
Figure 33 : Synoptique du fonctionnement de la centrale de production .....	76
Figure 34 : Principe de fonctionnement du réseau envisagé .....	78
Figure 35 : Loi d'eau du réseau de chaleur .....	79
Figure 36 : Courbe monotone des besoins .....	81
Figure 37 : Production par type d'énergie .....	82
Figure 38 : Courbe monotone du réseau de chaleur .....	83
Figure 39 : Tracé prévisionnel du réseau de chaleur .....	84
Figure 40 : Représentation schématique d'un périmètre d'exploitation d'un doublet .....	88
Figure 41 : Emprises des périmètres de recherche et d'exploitation envisagés .....	89
Figure 42 : Domaine modélisé et emplacement des forages pris en compte dans la modélisation .....	93
Figure 43 : Portion agrandie du maillage .....	95
Figure 44 : Découpage-type autour d'un forage (ici le producteur de Rosny-sous-Bois) .....	96

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 45 : Carte de transmissivité du modèle (Dm) .....	97
Figure 46 : Température initiale du réservoir (espacement entre les isothermes : 2 °C) .....	98
Figure 47 : Variations piézométriques (en mètres d'eau) induites par le doublet de Rosny-sous-Bois fonctionnant au débit maximum (350 m <sup>3</sup> /h).....	102
Figure 48 : Variations piézométriques cumulées (en mètres d'eau) induites par les exploitations voisines fonctionnant au débit maximum .....	104
Figure 49 : Champ d'écoulement des exploitations du secteur (Rosny-sous-Bois inclus) fonctionnant en débits maximaux (débit transitant dans chaque tube de courant : 10 m <sup>3</sup> /h) .....	105
Figure 50 : Etat thermique actuel du réservoir calculé au 1 <sup>er</sup> janvier 2012.....	106
Figure 51 : Champ de température après 30 ans d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois (janvier 2044). Carte générale et zoom sur le secteur de Rosny-sous-Bois.....	107
Figure 52 : Champ de température après 30 ans d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois fonctionnant en situation isolée (janvier 2044). Carte générale et zoom sur le secteur de Rosny-sous-Bois.....	109
Figure 53 : Champ de température en janvier 2044 sans implantation de doublet à Rosny-sous-Bois (simulation de référence). Carte générale et zoom sur le secteur de Rosny-sous-Bois .....	111
Figure 54 : Plan cadastral du site de forage .....	113
Figure 55 : Localisation des sites de forage et de stockage .....	114
Figure 56 : Schéma de fonctionnement de la boucle géothermale.....	115
Figure 57 : Courbes de productivité en fonction de la transmissivité.....	118
Figure 58 : Courbes d'injectivité en fonction de la transmissivité.....	120
Figure 59 : Implantation du chantier de forage sur le site.....	126
Figure 60 : Grue de forage type BENOTO .....	127
Figure 61 : Benne de havage .....	128
Figure 62 : Rig de forage au rotary .....	129
Figure 63 : Tricônes à molettes .....	130
Figure 64 : Schéma de la plateforme de forage.....	131
Figure 65 : Coupe technique et profil de déviation .....	134
Figure 66 : Avancement prévisionnel des travaux .....	137
Figure 67 : Localisation géographique de Rosny-sous-Bois.....	138
Figure 68 : Réseau routier de Rosny-sous-Bois .....	139
Figure 69 : Climat du département de Seine-Saint-Denis (source Météo France).....	140
Figure 70 : Température moyenne annuelle en Ile-de-France (source Météo France-DIRIC).....	140
Figure 71 : Cumuls de précipitations en Ile-de-France (source Météo France-DIRIC).....	141
Figure 72 : Rose des vents de la station du Bourget, période 1991-2000 (source Météo France) .....	142
Figure 73 : Plan de zonage du Nord de Rosny-sous-Bois.....	144
Figure 74 : Schéma du PADD de Rosny-sous-Bois.....	145
Figure 75 : Localisation des sites de forage et de stockage à Rosny-sous-Bois .....	147
Figure 76 : Site de forage .....	148
Figure 77 : Site de stockage .....	149
Figure 78 : Localisation des projets à Rosny-sous-Bois .....	150
Figure 79 : Localisation des installations à proximité des sites de forage et de stockage .....	151
Figure 80 : Photos des installations voisines.....	152
Figure 81 : Habitations à proximité du site de stockage .....	153
Figure 82 : Localisation des ICPE à Rosny-sous-Bois .....	154
Figure 83 : Accès au site .....	155
Figure 84 : Localisation des ZNIEFF à Rosny-sous-Bois et ses environs .....	157

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 85: Nature et biodiversité: Localisation Natura 2000 à Rosny-sous-Bois et ses environs .....	158
Figure 86: Localisation des zones potentiellement humides à Rosny-sous-Bois et ses environs .....	159
Figure 87: Paysages: sites inscrits et classés à Rosny-sous-Bois et ses environs .....	160
Figure 88: plan de Prévention des Risques, retrait-gonflement des argiles .....	162
Figure 89: Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ), fond et proximité au trafic routier, 2010.....	165
Figure 90: Concentration moyenne annuelle en particules PM10, fond et proximité au trafic routier, 2010 .....	166
Figure 91: Concentration moyenne annuelle en benzène, fond et proximité au trafic routier, 2010.....	167
Figure 92: Nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (seuil de 120 g/m <sup>3</sup> sur 8 heures) en Ile-de-France de 2000 à 2010.....	168
Figure 93: Les principaux aquifères du bassin Seine-Normandie.....	170
Figure 94: Localisation des forages d'eau dans un rayon de 2 km autour du site à Rosny-sous-Bois.....	171
Figure 95: Origine de l'eau distribuée sur le département de Seine-Saint-Denis.....	173
Figure 96: Carte de bruit du réseau routier à Rosny-sous-Bois .....	175
Figure 97: Carte de bruit du réseau ferré à Rosny-sous-Bois .....	176
Figure 98: Carte de bruit routier à Rosny-sous-Bois la nuit .....	177
Figure 99: Carte de bruit du réseau ferré à Rosny-sous-Bois la nuit .....	178
Figure 100: Bruit de brui du réseau routier au niveau du site de Rosny-sous-Bois, sur 24 heures .....	179
Figure 101: Réseau d'assainissement de Rosny-sous-Bois et des communes à proximité ....	180
Figure 102: Chemin emprunté par les camions de chantier pour accéder au site .....	183
Figure 103: Etat d'avancement des SAGE en Ile-de-France .....	191
Figure 104: Sage Croult-Enghien-Vieille Mer .....	192
Figure 105: Rose des bruits de l'appareil de Forage.....	197
Figure 106: Rose des bruits d'un appareil de forage appliquée sur le site de Rosny-sous-Bois .....	198
Figure 107: Echelle du bruit.....	199

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### TABLEAUX

Tableau 1 : Nom et adresse du demandeur .....	17
Tableau 2 : Interlocuteurs.....	17
Tableau 3 : Coûts d'investissements relatifs à la géothermie .....	20
Tableau 4 : Coûts d'investissements du dispositif de relèvement de température et d'appoint-secours.....	21
Tableau 5 : Coûts d'investissements du réseau de chaleur .....	22
Tableau 6 : Coûts d'investissements des sous-stations .....	22
Tableau 7 : Coûts d'exploitation P1 .....	23
Tableau 8 : Coûts d'exploitation P2.....	23
Tableau 9 : Coûts d'exploitation P3 .....	24
Tableau 10 : Coupe géologique retenue au droit du site .....	35
Tableau 11 : Liste des abonnés potentiels .....	40
Tableau 12 : Liste des bâtiments communaux de Rosny-sous-Bois .....	49
Tableau 13 : Consommations des bâtiments communaux de Rosny-sous-Bois .....	49
Tableau 14 : Projets urbains en développement.....	52
Tableau 15 : Liste des abonnés potentiels dans le périmètre du projet .....	67
Tableau 16 : Puissances souscrites des abonnés potentiels .....	68
Tableau 17 : Besoins en chaleur des abonnés potentiels.....	69
Tableau 18 : Besoins mensuels en chauffage et ECS issues des modélisations horaires de consommation .....	71
Tableau 19 : Liste des équipements de la centrale de production .....	77
Tableau 20 : Détail des générateurs disposés dans les centrales existantes .....	77
Tableau 21 : Production par type d'énergie .....	82
Tableau 22 : Puissances à installer en sous-station .....	86
Tableau 23 : Coordonnées du périmètre de recherche .....	87
Tableau 24 : Débits et delta de température envisagés .....	87
Tableau 25 : Coordonnées des têtes de puits et des impacts.....	88
Tableau 26 : Coordonnées barycentriques (Lambert 1 Nord) des forages.....	91
Tableau 27 : Coordonnées des nouveaux doublets .....	92
Tableau 28 : Coordonnées du futur doublet de Rosny-sous-Bois.....	92
Tableau 29 : Paramètres prévisionnels d'exploitations retenus pour la simulation du doublet de Paris-Nord-Est (source : BRGM) .....	99
Tableau 30 : Paramètres d'exploitation estimés pour le triplet de la Courneuve Nord (source : DRIEE IDF) .....	100
Tableau 31 : Paramètres d'exploitation prévisionnels du futur doublet de Rosny-sous-Bois .....	100
Tableau 32 : Tableau des variations piézométriques (en bars) induites par le doublet de Rosny-sous-Bois en chaque forage (régime de fonctionnement maximum : 350 m <sup>3</sup> /h).....	103
Tableau 33 : Débits maximum des exploitations voisines pris en compte pour évaluer l'impact hydraulique sur le doublet de Rosny-sous-Bois .....	104
Tableau 34 : Tableau des variations piézométriques cumulées (en bars) induites par les exploitations voisines fonctionnant au débit maximum en chaque forage de Rosny-sous-Bois .....	105
Tableau 35 : Température de production après 30 ans d'exploitation .....	108
Tableau 36 : Température de production après 30 ans d'exploitation de Rosny-sous-Bois en situation isolée.....	110
Tableau 37 : Température de production à Neuilly-sur-Marne après 30 ans d'exploitation mais sans l'implantation du doublet de Rosny-sous-Bois .....	112

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Tableau 38 : Puissance prévisionnelle de la pompe de production.....	117
Tableau 39 : Puissance prévisionnelle de la pompe d'injection.....	119
Tableau 40 : Complétion schématique d'un forage producteur .....	121
Tableau 41 : Liste des servitudes d'utilité publique de Rosny-sous-Bois .....	146
Tableau 42: Inventaire des forages d'eau dans un rayon de 2 km autour du site à Rosny-sous-Bois.....	172
Tableau 43 : Estimation du nombre de camions desservant le site selon les périodes de travaux .....	184

## **ANNEXES**

- Annexe 1 : Capacités financières du SIPPEREC
- Annexe 2 : Rapport d'activité du SIPPEREC
- Annexe 3 : Présentation du bureau d'études sous-sol
- Annexe 4 : Présentation de l'équipe de l'ingénierie du sous-sol
- Annexe 5 : Carte des isohypses du toit du Dogger
- Annexe 6 : Carte de l'épaisseur productive cumulée du Dogger
- Annexe 7 : Carte de la pression du gisement du réservoir du Dogger
- Annexe 8 : Carte de la transmissivité du Dogger
- Annexe 9 : Carte de la température du Dogger
- Annexe 10 : Carte de la salinité totale de l'eau du Dogger
- Annexe 11 : Carte de la teneur en sulfures de l'eau du Dogger
- Annexe 12 : Fiche de données de sécurité du Norust 491

## **DOCUMENTS CONSULTÉS**

1. La carte IGN 1/25 000 de Paris (2314 OT),
2. La notice et la carte géologique du BRGM au 1/25 000 de Paris,
3. Desplan A. (2006) – Identification des ressources géothermiques valorisables : outils d'aides à la décision – journée de la géothermie du 8 juin 2006.
4. Hamm V., Castillo C., Le Brun M., Goyeneche O. (2010) – Mise en œuvre de la gestion de la ressource géothermique du Dogger de la région Ile-de-France dans le cadre du dispositif d'acquisition et de stockage des données - Rapport final de la phase 3. BRGM/RP-58834-FR, 153 p., 34 fig., 5 tabl., 11 ann.
5. Rojas j., Giot D., Le Nindre Y.-M. (1989) – Caractérisation et modélisation du réservoir géothermique du Dogger Bassin Parisien, France, Rapport final. BRGM/R30169.
6. Huai Fu Wei (1990) – Modélisation tridimensionnelle du transfert d'eau, de chaleur et de masse dans l'aquifère géothermique du Dogger dans le bassin de Paris – Thèse de l'Ecole Nationale Supérieur des Mines de Paris.
7. Menjoz A., Fillion E., Lesueur H., Matray J.M., Noyer M.L. (1996) – Comportement des doublets géothermiques exploitant le réservoir du Dogger et analyse du contexte de la percée thermique, Bassin Parisien (France), Rapport final. BRGM/R39035.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

8. Ignatiadis I., Chéramade J.-M., Lafforgue M., Castagné S. (1991) – Evolution des concentrations en sulfures dissous dans les fluides géothermaux du Dogger du bassin parisien. BRGM/R33518/IRG SGN 91.
9. J.F. Vernoux, P. Maget, H. Afzali, R. Blanchin, M. Donsimoni, J. Vairon (1997) – Synthèse hydrogéologique du Crétacé inférieur du bassin de Paris, rapport BRGM DSGR / IDF R39702.
10. Caractérisation et modélisation du réservoir géothermique du Dogger. Bassin parisien. France. Rapport final (Rapport IRG SGN 89, novembre 1989).
11. P.GOBLET, 2010: Programme METIS. Simulation d'écoulement et de transport miscible en milieu poreux et fracturé. Notice de conception au 6/9/10 - *Rapport Mines ParisTech – Centre de Géosciences R100907*.
12. Mise en œuvre de la gestion de la ressource géothermique du Dogger de la région Ile-de-France dans le cadre du dispositif d'acquisition et de stockage des données – Rapport final de la phase 3 (Rapport BRGM/RP-58834-FR).

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### **RESUME NON TECHNIQUE**

Dans le cadre d'une étude départementale lancée par le SIPPEREC (Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour l'Electricité et les Réseaux de Communication) en 2010 pour évaluer les perspectives de développement de la géothermie profonde en Seine-Saint-Denis, la commune de Rosny-sous-bois a décidé de se lancer dans la réalisation d'un réseau de chaleur principalement alimenté par un doublet de forages sur la nappe profonde du Dogger. Pour cela, la commune a transféré au SIPPEREC la compétence de mise en œuvre des actions en vue de la réalisation de ces travaux.

Le présent document constitue le dossier technique relatif à la demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et à la demande d'autorisation d'ouverture de travaux de forage, conformément aux exigences du Code minier et de ses décrets d'application, qui considèrent qu'un gîte géothermique est une mine.

Le principe des forages géothermiques repose sur la création d'un doublet de forages déviés réalisés depuis la même plateforme. L'un des forages est utilisé pour la production de l'eau géothermale et l'autre pour sa réinjection après passage dans les échangeurs thermiques. Lors de leur pénétration dans le réservoir du Dogger, les forages sont, du fait de la déviation, distants d'environ 1500 m afin d'éviter le recyclage thermique entre les deux puits.

Au droit du projet, le Dogger sera exploité à une profondeur de l'ordre d'environ 1700 m. L'eau géothermale, artésienne (jaillissante), sera exploitée à une température d'environ 62°C par pompage dans le puits de production et traversera un échangeur de chaleur, avant d'être réinjectée dans le puits d'injection à une température voisine de 40°C. La pompe immergée sera installée à environ 250 m de profondeur pour obtenir les débits nécessaires à l'alimentation de la centrale géothermique. L'eau pompée sera maintenue à une pression suffisante (supérieure au « point de bulle ») pour éviter la précipitation des sels dissous et le dégazage de l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S). L'eau sera réinjectée sous pression dans le réservoir du Dogger à l'aide d'une pompe de surface.

Les travaux commencent par l'aménagement du site de forage. Les travaux de terrassement (nivellement et creusements) nécessaires à la création de la plateforme de forage impliquent l'emploi d'engins conventionnels de travaux publics. La plate-forme est ensuite empierrée par apport extérieur de matériaux durs, propres et compactés en couches successives. Les zones susceptibles de recevoir des égouttures en cours de forage sont imperméabilisées.

La phase de forage est une opération d'environ 3 mois, fonctionnant en trois postes de 8 heures, 7 j/7. Les travaux seront réalisés par un appareil de forage (ou derrick) de capacité adaptée à l'ouvrage à réaliser.

Ses principaux éléments incluent :

- un mât de forage ;
- un treuil de forage et son câble pour la manutention du train de tiges et des cuvelages ;
- une table de rotation pour entraîner les tiges de forage en surface et provoquant la rotation de l'outil en fond de puits ;
- les pompes de forage pour la circulation du fluide de forage depuis la surface jusqu'au fond du puits ;

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- un ensemble moteurs thermiques/génératrice, fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'appareil ;
- un ensemble de bassins pour la fabrication du fluide de forage et pour séparer en surface les déblais de forage (solides) des fluides avant réinjection de ces derniers dans le puits.
- un ensemble d'obturateurs de puits : équipements de sécurité anti-éruption fixés sur la tête de puits pour isoler le puits de la surface, et ce quelque soit l'opération en cours.

Le principe de réalisation d'un forage géothermique au Dogger est le suivant :

On installe tout d'abord le mat de forage, une tour métallique qui sert de support aux tiges de forage. Ces longues tiges métalliques, mesurant environ 9 mètres, sont solidement reliées bout à bout entre elles (train de tiges). L'outil de forage (le trépan) fixé au bout de la première tige, tourne et pénètre la roche tout en la broyant en petits morceaux (les déblais).

Pendant que l'on creuse le puits, on y fait circuler en permanence un fluide de forage ayant des propriétés de suspension des solides. C'est un élément indispensable, qui a plusieurs fonctions : le refroidissement de l'outil et la remontée des déblais. Il consolide également les parois du puits et équilibre la pression qui s'exerce sur les parois du puits. Ainsi, le fluide de forage contribue grandement à la réussite de l'opération. Sa composition est soigneusement élaborée par un spécialiste, ingénieur des fluides, qui contrôle constamment sa densité, sa stabilité et sa composition. Ce fluide est injecté depuis la surface dans les tiges de forage et pénètre dans le puits au fond du trou au niveau du trépan grâce à des événements aménagés sur l'outil de forage. Ce fluide remonte ensuite depuis le fond jusqu'en surface par l'espace annulaire (espace existant entre les tiges de forage et les parois du trou) en entraînant avec lui les déblais de roche broyée. En surface, ce fluide de forage passe par un circuit de traitement approprié destiné à le débarrasser des particules de roche solides avant sa réinjection dans le puits. Les déblais de forage sont temporairement stockés dans des bacs de rétention avant d'être transportés sur un site de traitement et d'élimination dûment agréé.

Pendant l'exécution du forage, pour éviter l'effondrement du trou et surtout rendre possible l'approfondissement du forage dans des conditions parfaites de sécurité, on descend régulièrement des cuvelages en acier à différentes profondeurs. Ceux-ci sont ensuite cimentés aux parois du trou afin de stabiliser celles-ci, et d'isoler les unes des autres les différentes zones perméables rencontrées lors du forage. La qualité de cimentation des cuvelages en acier est obligatoirement et réglementairement contrôlée par des enregistrements successifs (appelés diagraphies) puis approuvée par la DRIEE avant chaque phase d'approfondissement du forage.

Il est primordial de mesurer l'impact environnemental des opérations prévues afin de pouvoir prendre toutes les mesures qui s'imposent.

L'étude d'impact repose sur trois volets:

- la présentation de l'état initial du site,
- l'inventaire des impacts probables générés sur le site autant en phase de travaux qu'en phase d'exploitation,
- la description des mesures envisagées pour compenser les impacts.

Le site choisi pour la réalisation des forages se situe au Nord-Ouest de Rosny-sous-Bois dans la ZAC Saussaie-Beauclair, zone industrielle dédiée aux activités économiques et

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

commerciales. La superficie du site de forage étant de 3 800 m<sup>2</sup>, un site de stockage annexe d'environ 1500 m<sup>2</sup> sera prévu à proximité du site de forage.

L'étude d'impact montre qu'il y aura peu d'impacts notables lors de la réalisation ou de l'exploitation des forages, étant donnée la situation du site. Les principaux impacts, pour lesquels des mesures seront prises, concernent:

- le ressource en eau,
- le sol,
- les nuisances sonores,
- l'aspect visuel du site,
- la circulation routière.

Les nuisances sonores seront limitées par le respect des normes en vigueur et par l'exécution des phases les plus bruyantes pendant la journée. La principale gêne sonore sera liée, de jour comme de nuit, aux chocs des tiges métalliques et au bip de recul des engins de chantier. A titre de comparaison, la nuisance sonore d'un tel chantier correspond au bruit d'une salle de classe et le bruit ambiant résultant de la circulation routière sur l'autoroute A86 notamment couvrira totalement le bruit du chantier.

Ainsi des mesures seront prises pour permettre de limiter les impacts, et se définissent entre autre, par la mise en place:

- d'une clôture de 2,50 m de haut pour limiter l'impact visuel du site et interdire l'accès au public,
- d'une signalisation routière pour ne pas entraver la circulation routière à proximité du chantier,
- d'une plateforme étanche aux eaux de ruissellement et de caniveaux pour collecter les eaux de pluie et l'eau géothermale vers une fosse de rétention étanche avec déshuileur,
- d'un double de tubage pour éviter toute contamination des aquifères superficiels stratégiques (Albien et Néocomien) par l'eau géothermale,
- d'un système d'injection d'un produit inhibiteur dans le forage de production pour limiter la corrosion des tubages et donc le risque de perforation pouvant entraîner la contamination des aquifères superficiels ou profonds,
- des contrôles périodiques de l'état des forages et des mesures de remise en état en cas de perforations des cuvelages.

## **1 RENSEIGNEMENTS GENERAUX**

### **1.1 Description générale du projet**

Dans le cadre d'une étude départementale lancée par le SIPPEREC (Syndicat Intercommunal de la Périphérie de Paris pour l'Electricité et les Réseaux de Communication) en 2010 pour évaluer les perspectives de développement de la géothermie profonde en Seine Saint Denis, la commune de Rosny-sous-bois a décidé de se lancer dans la réalisation d'un réseau de chaleur principalement alimenté par un doublet de forages sur la nappe profonde du Dogger. Pour cela, la commune a transféré au SIPPEREC la compétence de mise en œuvre des actions en vue de la réalisation de ces travaux.

La demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique à basse température au Dogger et la demande d'autorisation d'ouverture de travaux de recherche d'un gîte géothermique concerne la réalisation d'un doublet de forages permettant le prélèvement et la réinjection d'eau dans l'aquifère profond du Dogger.

Le présent dossier intègre donc les éléments permettant de répondre aux exigences du Code Minier et des décrets n°78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et l'exploitation de géothermie et n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la Police des Mines. Il doit permettre d'obtenir auprès de l'administration compétente :

- L'autorisation de recherche d'un gîte géothermique à basse température au Dogger sur un périmètre couvrant tout ou partie des communes de Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec, Montreuil Bondy, Villemomble et Romainville,
- L'autorisation d'ouverture de travaux de recherche permettant de réaliser le doublet de forages.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### **1.2 Renseignements sur le demandeur**

La commune de Rosny-sous-Bois a transféré au SIPPEREC la compétence de mise en œuvre des actions en vue de la réalisation d'un réseau de chaleur géothermique alimenté principalement par un doublet de forages au Dogger.

**Tableau 1 : Nom et adresse du demandeur**

Nom du demandeur	Adresse du demandeur
SIPPEREC	Tour Gamma B 193-197 rue de Bercy 75582 PARIS CEDEX 12

**Tableau 2 : Interlocuteurs**

Interlocuteurs
M. CORNEN (Ingénieur Energies Renouvelables) 01 44 74 85 68 ecornen@sipperec.fr

### **1.3 Justifications des capacités du demandeur**

#### *1.3.1 Capacités financières*

L'**annexe 1** consigne le détail des capacités financières du SIPPEREC sur les trois derniers exercices comptables.

#### *1.3.2 Capacités techniques*

##### *1.3.2.1 Le Maître d'Ouvrage*

Depuis 2007, le SIPPEREC propose aux collectivités une compétence concernant le développement des énergies renouvelables. A fin décembre 2010, 45 collectivités adhéraient à cette compétence qui s'est développée autour du photovoltaïque et de la géothermie.

Le comité syndical du SIPPEREC a décidé de développer son pôle énergies renouvelables vers la géothermie.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le SIPPEREC et l'AGEMO (Association des Maîtres d'Ouvrage en Géothermie) se sont donc rapprochés pour mettre en commun leurs compétences au service du développement de la géothermie en première couronne parisienne.

L'**annexe 2** consigne le compte rendu annuel d'activité du SIPPEREC pour 2010 et l'Arrêté portant modification de la nature juridique du SIPPEREC pour intégrer la compétence « développement des énergie renouvelables ».

### 1.3.2.2 L'assistant au Maître d'Ouvrage

La volonté du SIPPEREC de réaliser un réseau de chaleur géothermique sur la commune de Rosny-sous-bois l'a conduit à mandaté un assistant à maîtrise d'ouvrage. Le groupement de bureau d'études retenu pour cette mission est constitué de la façon suivante :

- CFERM, BET spécialiste des installations de surface et des réseaux de chaleur,
- GEOTHER, G2H et ARMINES, BET et laboratoire spécialisés en ingénierie du sous-sol.

CFERM est un bureau d'études techniques dont l'activité centrale est l'énergie, thermique ou électrique, dans tous les domaines industriel et du bâtiment (logement, tertiaire, enseignement).

Créé en 1973 à la veille du premier choc pétrolier, CFERM s'est tout de suite préoccupé d'économies d'énergie et de charges, qu'il s'agisse de la conception d'installations économes en énergie, de diagnostics d'installations existantes ou de la mise en place de contrats d'exploitation.

Aujourd'hui, l'activité est structurée autour de deux pôles :

- **l'Ingénierie de la Conception,**  
en charge de la maîtrise d'œuvre de l'ensemble des équipements techniques dans tous les projets industriel et de bâtiment,
- **l'Ingénierie de l'Exploitation-Maintenance,**  
en charge de la mise en place de contrats d'exploitation et de fonctionnement, et à leur contrôle d'exécution.

Les enjeux énergétiques majeurs auxquels la société est désormais confrontée, tant sur le plan économique qu'écologique, demandent aux professionnels de repenser leurs méthodes, d'inventer de nouveaux métiers, d'assurer une plus grande transversalité des compétences. Les réponses à ces problématiques se trouvent en mobilisant des ressources nouvelles ouvertes sur l'innovation et prêtes à proposer des solutions. C'est dans cette démarche que CFERM se développe depuis maintenant plus de 10 ans en adoptant comme stratégie *le développement de compétences en conception industrielle spécifique à l'énergie urbaine et en exploitation énergétique des systèmes mis en place*. Cette double approche permet tout d'abord de s'assurer d'une maîtrise complète des équipements existants et d'une appréhension globale des projets énergétiques sur leur durée de vie.

CFERM est totalement indépendant de toute entreprise ou groupe financier.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

L'**annexe 3** rassemble des informations concernant les moyens et les références de la société CFERM.

Concernant l'ingénierie du sous-sol, l'équipe d'assistants au Maître d'Ouvrage est composée de spécialistes de la Géothermie et plus particulièrement de spécialistes de la Géothermie Profonde qui ont l'habitude de travailler ensemble sur de tels projets : Pour la partie sous-sol, l'étude est réalisée par GEOTHER assisté par deux experts de G2H Conseil, tous deux ayant une longue expérience de la géothermie profonde au Dogger.

Enfin, la modélisation numérique est menée par le Centre de Géosciences de Mines ParisTech (ARMINES), expert dans la modélisation des réservoirs géothermiques, et du Dogger plus précisément depuis plus de 30 ans. Dans la continuité de cette expérience, le Centre de Géosciences contribue aux recherches visant à pérenniser et à développer la filière géothermique (stockage de chaleur issue de l'activité industrielle, programme GEOSTOCAL).

L'expérience, le nombre et la diversité des membres de cette équipe garantissent la mise en œuvre d'une forte compétence pour répondre aux objectifs de l'étude.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 1.4 Budget de l'opération

#### 1.4.1 Coûts techniques d'investissements

##### 1.4.1.1 Géothermie et centrale de production

Les tableaux suivants détaillent les investissements relatifs à la géothermie et ses équipements de surface :

**Tableau 3 : Coûts d'investissements relatifs à la géothermie**

<b>COÛTS D'INVESTISSEMENTS – DOUBLET AU DOGGER (k€.HT)</b>	
<b>TRAVAUX – PUIITS PRODUCTEUR</b>	<b>4 765</b>
Génie civil, cave	
Amenée-repli appareil et ripage	
Forage en régie (énergie comprise)	
Boues de forage	
Outils de forage	
Déviations avec personnel	
Diagraphies différées	
Tubages et vissage	
Cimentation et accessoires	
Stimulation-développement	
Instrumentations	
Essais de puits	
Prélèvement, analyses	
Évacuation et traitements des rejets	
Tête de puits	
Suivi géologique	
Supervision sur site	
Remise en état du site	
<b>TRAVAUX – PUIITS INJECTEUR</b>	<b>3 345</b>
Génie civil, cave	
Amenée-repli appareil et ripage	
Forage en régie (énergie comprise)	
Boues de forage	
Outils de forage	
Déviations avec personnel	
Diagraphies différées	
Tubages et vissage	
Cimentation et accessoires	
Stimulation-développement	
Instrumentations	
Essais de puits	
Prélèvement, analyses	
Évacuation et traitements des rejets	
Tête de puits	
Suivi géologique	
Supervision sur site	
Remise en état du site	
<b>DIVERS</b>	<b>1 750</b>
Maîtrise d'œuvre, ingénierie, suivi de projets	280
Assurance TRC	770
Aléas	700

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

<b>EQUIPEMENTS – BOUCLE GEOTHERMALE</b>	<b>1 153</b>
Pompe électrique immergée (275 m <sup>3</sup> /h avec 300m de HMT) – Installation et mise en route comprise	
Colonne d'exhaure revêtue de 250m avec bride de suspension	
Transformateur élévateur 500 KVA	
Tube piézométrique inox de 250 m	
Ligne d'injection inhibiteur et accessoires de 2000m	
Pompe d'injection y compris socle et mise en service	
Variateurs de fréquence pompes de production et d'injection y compris installation et mise en service	
Régulation cos phi	
Échangeur à plaque en titane (10 MWt)	
Installation des équipements électriques	
Réseau géothermal primaire	
Filtration avec vannes et by-pass y compris la pose	
Instrumentation de la boucle géothermale (baromètres, thermomètres, doigts de gants, pressostats, thermostats, débitmètres comptage) y compris la pose	
<b>DIVERS</b>	<b>160</b>
Maîtrise d'oeuvre, ingénierie, suivi de projets	80
Assurance TRC	40
Aléas	40

Le montant des investissements nécessaires à la réalisation du doublet géothermique et de la boucle est de :	<b>11 173 k€</b>
--	------------------

Le tableau suivant détaille les coûts spécifiques à la centrale de production de chaleur (chaudières gaz, PAC) ainsi que les départs du réseau de chaleur :

**Tableau 4 : Coûts d'investissements du dispositif de relèvement de température et d'appoint-secours**

<b>COÛTS D'INVESTISSEMENTS – CENTRALE GAZ / PAC (k€.HT)</b>	
<b>GENIE CIVIL ET TERRASSEMENT</b>	<b>350</b>
Installation de chantier & sondages	
Génie civil	
<b>PRODUCTION GAZ</b>	<b>350</b>
Adaptations centrale ASL Le Moleret	
Adaptations centrale ASL La Redoute	
Adaptations centrale Centre Nautique	
Adaptations centrales Fort de Rosny	
Adaptations centrales Le Londeau	
<b>PRODUCTION POMPE-A-CHALEUR</b>	<b>2 000</b>
Fourniture et pose des pompe-à-chaleur	
Boucle hydraulique	
<b>EQUIPEMENTS DIVERS</b>	<b>300</b>
Électricité	
GTC, régulation, automatisme, etc.	
Pompes et départs réseaux	
<b>DIVERS</b>	<b>179</b>
Maîtrise d'oeuvre, études, etc.	119
Assurance, divers	60

Le montant des investissements nécessaires à la réalisation de la centrale PAC-géothermique et d'appoint-secours est de :	<b>3 179 k€</b>
---	-----------------

### 1.4.1.2 Réseau de chaleur

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le coût du réseau de chaleur, spécifié dans les rapports projets, est estimé à partir de plans présentant la disposition générale des différents obstacles et contraintes. À ce stade des études, il n'a pas été réalisé une mesure des longueurs de tranchée réalisée par des géomètres. Le tableau suivant détaille les coûts relatifs à la réalisation du réseau de chaleur de la centrale géothermique jusqu'aux postes de livraisons :

**Tableau 5 : Coûts d'investissements du réseau de chaleur**

<b>COÛTS D'INVESTISSEMENTS - RESEAU DE CHALEUR (k€.HT)</b>	
<b>GENIE CIVIL ET TERRASSEMENT</b>	<b>7 388</b>
Installation de chantier & sondages	
Protection de signalisation sécurité	
Ouverture et fermeture de tranchée	
Pénétration bâtiment	
Chambre de purge	
Chambre de vidange	
Point fixe	
Fourniture et mise en place de regard tous les 50m et à chaque changement de direction	
Travaux spécifiques au passage de l'A86	
Travaux spécifiques au passage de l'A3	
Travaux spécifiques au passage des voies ferrées	
<b>TUYAUTERIES ACIER PRE-ISOLES</b>	<b>2 975</b>
Fourniture et pose des tuyauteries et connexion (coudes, etc.)	
Essais de pression	
<b>DIVERS</b>	<b>620</b>
Maîtrise d'œuvre, études, etc.	413
Assurance, divers	207

Remarque : il est considéré qu'aucune difficulté complémentaire n'est à prévoir pour le franchissement de l'A86 et de l'A3 sous les auto-pont respectifs.

Le montant des investissements nécessaires à la réalisation du réseau de chaleur est de : **10 983 k€**

### 1.4.1.3 Postes de livraison

Le tableau suivant détaille les coûts relatifs à la création de chacune des sous-stations prévues dans le cadre du projet :

**Tableau 6 : Coûts d'investissements des sous-stations**

<b>COÛTS D'INVESTISSEMENTS - POSTES DE LIVRAISON (k€.HT)</b>	
<b>EQUIPEMENTS SOUS-STATION</b>	<b>2 853</b>
Équipement de 16 sous-stations	
<b>DIVERS</b>	<b>171</b>
Maîtrise d'œuvre, études, etc.	114
Assurance, divers	57

Le montant des investissements nécessaires à la réalisation des postes de livraison est de : **3 024 k€**

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 1.4.2 Coûts techniques d'exploitation

Les éléments suivants détaillent l'ensemble des coûts d'exploitation relatifs à la conduite de cette opération de réseau de chaleur géothermique.

#### 1.4.2.1 Poste P1 : fourniture et combustible

Le tableau suivant présente les coûts correspondant à la fourniture de gaz des chaudières en appoint-secours et d'électricité des pompes géothermiques et du système de pompe-à-chaleur.

**Tableau 7 : Coûts d'exploitation P1**

<b>POSTE P1</b>	
<b>GEOOTHERMIE</b>	<b>150</b>
Consommation de pompage	
<b>CENTRALE GAZ &amp; PAC</b>	<b>1 431</b>
Coût fourniture de gaz (en entrée de chaufferie)	
Coût fourniture d'électricité	

Le montant du P1 nécessaire à l'exploitation du réseau de chaleur est de : 1 581 k€

#### 1.4.2.2 Poste P2 : conduite et petit entretien

Le tableau suivant présente les coûts correspondant à la conduite quotidienne des installations (frais de personnel, contrôles réglementaires, etc.).

**Tableau 8 : Coûts d'exploitation P2**

<b>POSTE P2</b>	
<b>SPECIFIQUE GEOOTHERMIE</b>	<b>120</b>
Suivi et petit entretien de la boucle	
Contrat anti-éruption	
Inhibiteurs de corrosion:dépôts	
Diagraphies différées	
Assurances	
Police SAF Environnement	
Divers	
<b>CENTRALE, RESEAU &amp; SOUS-STATION</b>	<b>405</b>
Petites fournitures (consommables, électricité, etc.)	
Conduite	
Frais de personnel	
Frais généraux	
Taxes (CET, etc.)	
Contrôles réglementaires	
Entretien spécifique	

Le montant du P2 nécessaire à l'exploitation du réseau de chaleur est de : 525 k€

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 1.4.2.3 Poste P3 : gros entretien et renouvellement

Le tableau suivant présente les coûts correspondant aux opérations de maintenance lourde impliquant des opérations destructives et constructives, appelés couramment opérations de gros entretien et renouvellement (GER).

**Tableau 9 : Coûts d'exploitation P3**

<b>POSTE P3</b>	
<b>SPECIFIQUE GEOTHERMIE</b>	<b>187</b>
Acidification puits injection	
Acidification puits production	
Workover puits producteur	
Workover puits injecteur	
Rechemisages	
Pompe immergée	
Pompe de surface	
Variateur production et injection	
Transformateur	
Échangeur	
Tête de puits et vannes	
Dispositif de traitement inhibiteurs	
Conduite, télégestion	
Colonne d'exhaure	
<b>CENTRALE, RESEAU &amp; SOUS-STATION</b>	<b>330</b>
Chaudières gaz et équipements diverses	
Pompe-à-chaleur	
Réseau	
Postes de livraison	

Le montant du P3 nécessaire à l'exploitation du réseau de chaleur est de : 517 k€

## **1.5 Contexte réglementaire du projet**

La recherche d'un gîte géothermique à basse température au Dogger, les travaux de forage et son exploitation sont réglementés par les textes suivants :

- le Code minier (un gîte géothermique est considéré comme une mine) et ses décrets d'application suivants,
- le décret n°78-498 du 28 mars 1978 (version consolidée au 01/03/2011) et l'article L112-1 du Code minier qui précisent les conditions administratives d'obtention des titres de recherche et d'exploitation,
- le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 (version consolidée du 01/01/2012) relatif à l'ouverture des travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains,
- le Règlement Général des Industries Extractives (RGIE) : ce décret introduit le titre « Recherche par forage, exploitation de fluides par puits et traitement de ces fluides ».

### *1.5.1 Permis de recherche minier et d'exploitation*

Etant donnée la nature de la demande, l'article L112-1 du Code minier s'applique pour la demande de permis de recherche et d'exploitation. Dans le cas présent, en raison de température de l'eau dans le gisement inférieure à 150 °C, le gîte géothermique constitué de l'aquifère du Dogger est considéré comme un gîte géothermique à basse température (article L112-2 du Code minier).

D'après l'article L124-4 du Code minier : « Nul ne peut entreprendre un forage en vue de la recherche de gîtes géothermiques à basse énergie sans une autorisation de recherche accordée par l'autorité administrative ».

D'après l'article L134-5 du Code minier : « le titulaire d'une autorisation de recherche peut seul obtenir, pendant la durée de cette autorisation, un permis d'exploitation qui englobe les emplacements des forages autorisés ou qui est situé en tout ou en partie à l'intérieur du périmètre de ladite autorisation.

De plus, si ses travaux ont fourni la preuve qu'un gîte est exploitable et s'il en fait la demande avant l'expiration de l'autorisation, le titulaire a droit à l'octroi d'un permis d'exploitation ».

De plus, d'après l'article L 134-6 du Code minier : « Le permis d'exploitation confère un droit exclusif d'exploitation dans un volume déterminé, dit volume d'exploitation défini par un périmètre et deux profondeurs. L'arrêté institutif peut limiter le débit calorifique qui sera prélevé ».

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

D'après l'article L134-8 du Code minier : « La durée initiale de validité du permis d'exploitation ne peut excéder trente ans ». Il peut être prolongé par périodes ne pouvant chacune excéder quinze ans.

L'arrêté portant autorisation de recherches ou permis d'exploitation, ou un arrêté ultérieur pris après enquête publique, peut fixer un périmètre de protection à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés tous travaux souterrains susceptibles de porter préjudice à l'exploitation géothermique.

Le décret n°78-498 du 28 mars 1978 (version consolidée au 01/03/2011) décrit les points à aborder dans le cadre d'une demande d'autorisation de recherches ou de permis d'exploitation. Ce décret indique que toute demande doit être accompagnée d'une étude d'impact définie à l'article 2 du décret du 12 octobre 1977 et par les articles R.122-1 à R.122-16 du Code de l'Environnement.

**Dans le cadre du présent projet et conformément à la réglementation en vigueur, le titre de recherche est sollicité pour la durée maximale de 3 ans.**

**Les travaux de forage seront réalisés, après réception de l'autorisation préfectorale d'ouverture des travaux, dans un délai maximum de 3 ans et en tout état de cause dans le cadre du permis de recherche.**

En cas de non réalisation des travaux au cours de cette période, le permis de recherche peut être renouvelé, dans la mesure où la justification de non réalisation du forage est argumentée et recevable.

A l'issue des travaux de forage, en cas de succès des forages, une demande de permis d'exploitation pour une durée de trente ans sera formulée. Cette demande tiendra compte des caractéristiques de la ressource mobilisée (température, débit) et des caractéristiques exactes du réseau géothermique (puissance calorifique et de prévisions de consommation sur le réseau).

### *1.5.2 Demande d'ouverture de travaux miniers*

Le décret n°2006-649 du 2 juin 2006 (version consolidée du 01/01/2012) soumet les travaux de recherche d'un gîte géothermique mentionnés à l'article L112-2 du Code minier à autorisation.

Ce décret mentionne les points à aborder dans le cadre du dépôt d'une telle demande d'autorisation. Cette demande doit notamment comporter un mémoire exposant les caractéristiques principales des travaux prévus ainsi que les méthodes d'exploration.

De plus, ce document doit être accompagné d'un document de sécurité et de santé dans lequel sont déterminés les risques auxquels le personnel est susceptible d'être exposé.

Enfin, cette demande doit intégrer un document indiquant les incidences des travaux sur la ressource en eau et, le cas échéant, les mesures compensatoires envisagées ainsi que la compatibilité du projet avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) mentionné à l'article L.212-1 du code de l'Environnement.

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Toute demande d'autorisation vaut également demande d'autorisation au titre du Code de l'Environnement (loi sur eau). Il n'y a pas double procédure. L'Article R214-1 du Code de l'Environnement prévoit des dispositions particulières concernant les rubriques :

- 5.1.1.0. Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant :
  - 1° Supérieure ou égale à 80 m<sup>3</sup>/h (A) ;
  - 2° Supérieure à 8 m<sup>3</sup>/h, mais inférieure à 80 m<sup>3</sup>/h (D)
  
- 5.1.2.0. Travaux de recherche et d'exploitation de gîtes géothermiques (A).

## **2 DEMANDE D'AUTORISATION DE RECHERCHE D'UN GITE GEOtherMIQUE AU DOGGER**

### **2.1 Localisation géographique du projet**

La commune de Rosny-sous-Bois est située au sud du département de la Seine-Saint-Denis à environ 5 km à l'est de Paris. Les communes voisines sont :

- A l'ouest : Montreuil,
- Au nord : Noisy-le-Sec, Bondy, Villemomble,
- Au sud : Fontenay-sous-Bois,
- A l'est : Neuilly-Plaisance.

La figure suivante présente la commune de Rosny-sous-Bois par rapport aux communes voisines.

**Figure 1 : Localisation de la commune de Rosny-sous-Bois**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Topographiquement, la commune de Rosny-sous-Bois s'étend sur le fond et les flancs d'une vallée qui sépare deux plateaux constituant les points hauts de la commune culminant vers + 120 m NGF (plateau de Romainville à l'ouest et plateau d'Avron à l'est). Entre ces deux plateaux, on trouve un thalweg orienté nord-sud, dont l'altitude moyenne avoisine +70 m NGF.

Le site choisi pour accueillir les têtes de puits des forages et la centrale géothermique est situé au nord de la commune de Rosny-sous-Bois à proximité de l'Autoroute A86 et du centre commercial Domus à une altitude d'environ +70 m NGF.

**Figure 2 : Localisation du site de travaux**



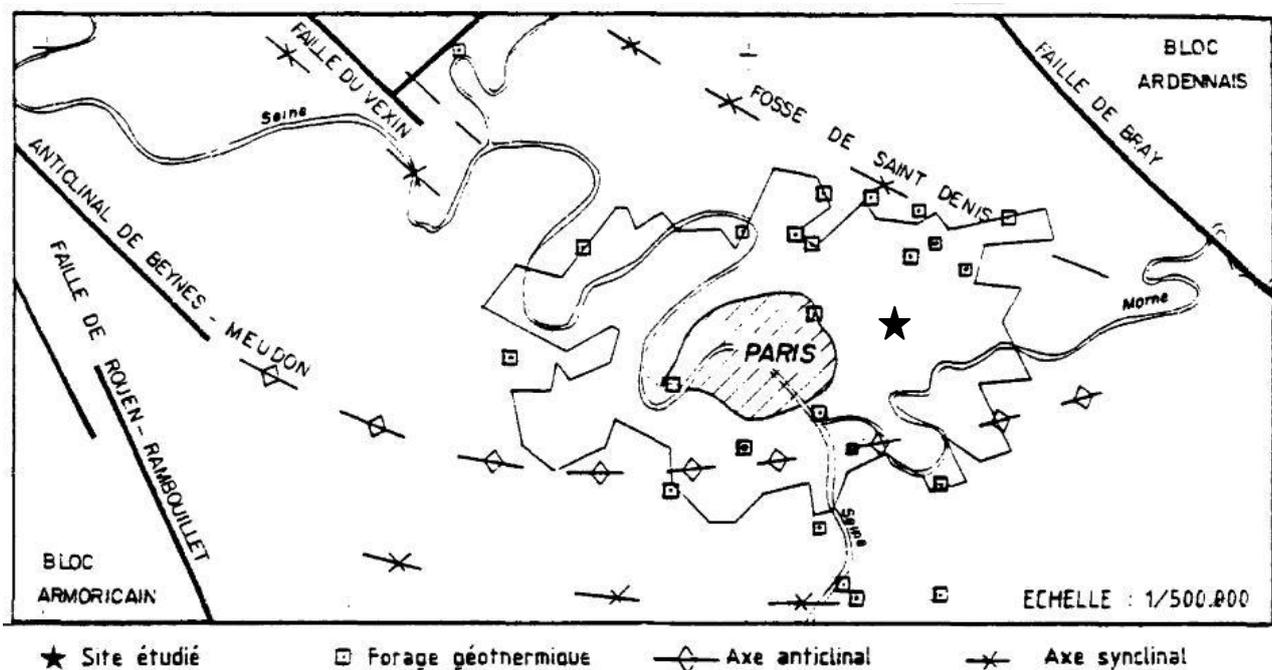
## 2.2 Contexte géologique et hydrogéologique

### 2.2.1 *Contexte géologique*

#### 2.2.1.1 *Cadre structural*

La région parisienne est affectée de quelques déformations et discontinuités structurales. La commune de Rosny-sous-Bois est située entre l'axe de l'anticlinal de Beyne-Meudon au sud et l'axe du synclinal de la fosse de Saint-Denis.

**Figure 3 : Carte structurale simplifiée du bassin de Paris**



#### 2.2.1.2 *Géologie du Tertiaire*

La carte géologique de Paris au 1/25 000 et les coupes des ouvrages BSS du secteur ont permis d'établir la succession des terrains tertiaires suivante :

- Le calcaire de Brie (g1b) : alternance de calcaire parfois silicifié et de marne beige.
- L'argile verte de Romainville (g1a) : argile verte plastique avec des nodules calcareux.
- Les marnes supragypseuses (e7c) : marnes bleues d'Argenteuil et marno-calcaire blanc de Pantin.
- Les masses et marnes du gypse (e7b – e7a) : alternance de masses de gypse avec des bancs de marnes
- Les sables de Monceau (e6b2) : sables verts plus ou moins gréseux.
- Le calcaire de Saint-Ouen (e6b1) : marno-calcaire beige.
- Les sables de Beauchamp (e6a) : sables fins à très fins, vert, et plus ou moins argileux avec présence de grés.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- Les marnes et Caillasses (e5c) : alternance de marnes blanches et de calcaires en banc, présence de gypse.
- Le calcaire grossier (e5a-b) : calcaire beige à grisâtre reposant sur des calcaires glauconieux parfois très durs et compacts, parfois tendres et sableux.
- Yprésien (e3-4) : sables de Cuise et du Soissonais (sables fins à grossier et glauconieux), fausses glaises (argile brune), sables d'Auteuil (sables pouvant être grossiers) et argile plastique bariolée.
- Le calcaire et Marnes de Meudon (e1) : faciès très varié allant du calcaire en rognons aux marnes argileuses.

### 2.2.1.3 Géologie du Crétacé et du Jurassique supérieur

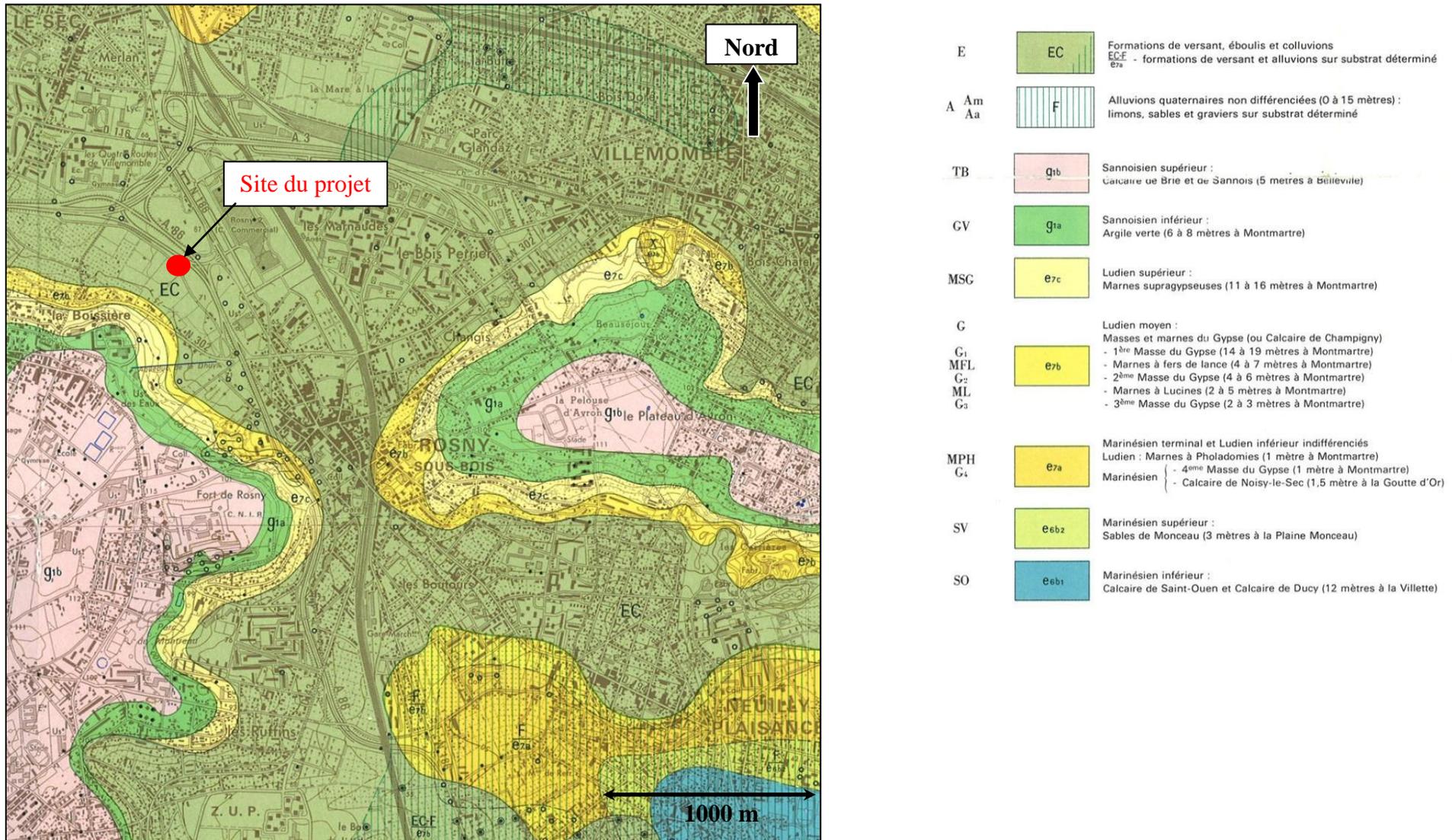
D'après les quelques forages profonds répertoriés à la BSS, la succession lithologique du Crétacé et du Jurassique supérieur est la suivante :

- Sénonien : craie blanche à silex,
- Turonien : craie bleu-gris sableuse,
- Cénomaniens : grès calcaire glauconieux, argile à la base,
- Gault : argile calcaire gris à noire,
- Albien-Aptien : sables verts fin, intercalation de grès et d'argiles glauconieuses,
- Barrenien – Néocomien : alternance de grès, d'argiles grises, d'argiles bariolées et sables moyens à grossiers,
- Purbeckien – Portlandien : succession de marnes blanches, de calcaire pseudo-oolithique gris à beige et de calcaires dolomitiques,
- Kimmeridgien : alternance de marnes noires indurées, de marnes grises plastiques et de marnes brunes légèrement sableuses, calcaire grise à la base
- Séquanien : calcaires graveleux blanc à beige et calcaires oolithiques gris,
- Rauracien : calcaires oolithiques blanc à beige,
- Argovien : alternance d'argiles calcaires noire et de marnes grises,
- Oxfordien : calcaires gréseux gris et marnes grises,

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 4 : Carte géologique au droit de la zone d'étude



D'après la carte géologique de Paris au 1/25000

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.2.1.4 Lithologie du Dogger

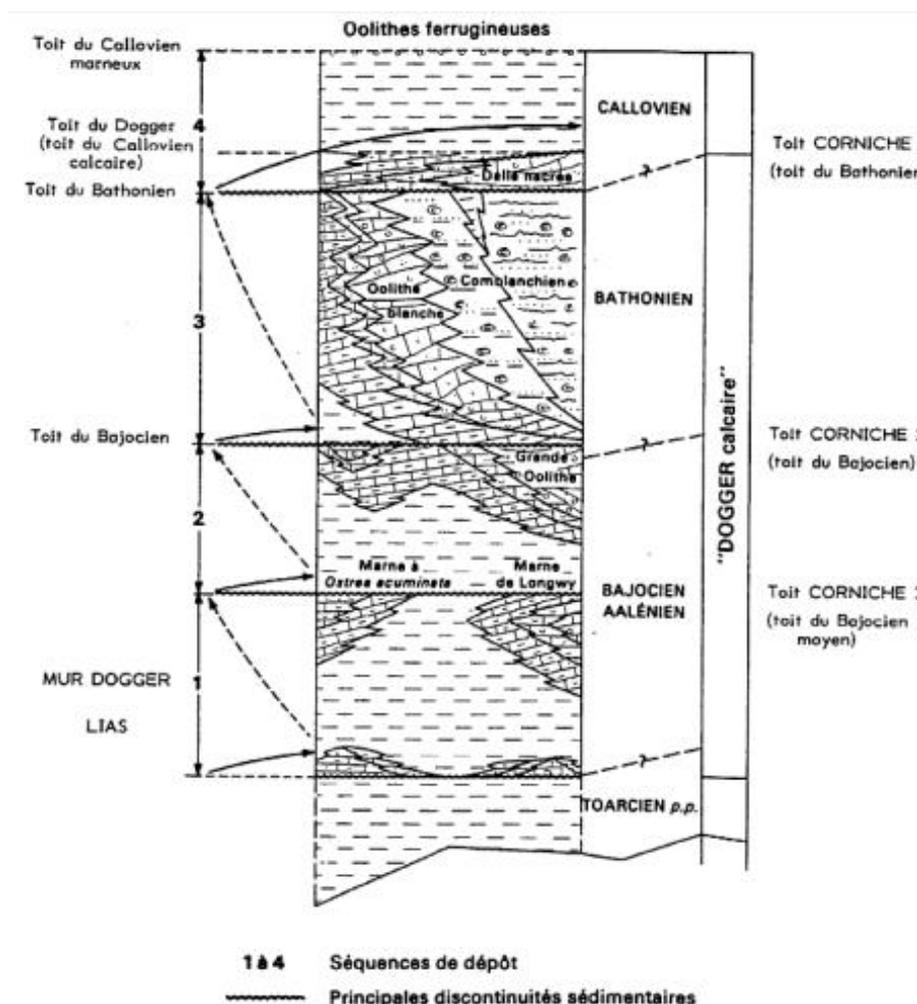
La série du Dogger débute par l'étage callovien constitué d'argiles calcaires noires indurées avec une intercalation de marnes grisâtres.

Le réservoir du Dogger a proprement parlé est représenté par le Bathonien. Le sommet de cet étage est marqué par la présence du faciès dit de la « Dalle nacrée ».

Dans la majorité des cas de forages au Dogger du département de la Seine-Saint-Denis, le Bathonien se subdivise en trois faciès. On retrouve ainsi du plus récent au plus ancien, et donc de haut en bas :

- L'ensemble comblanchien : il s'agit d'un ensemble calcaire micritique et graveleux,
- L'ensemble oolithique : il s'agit d'un calcaire oolithique,
- L'ensemble des alternances : il s'agit d'une succession de calcaires micrograveleux biogène et de calcaires oolithiques.

Figure 5 : Succession des principales séquences du Dogger calcaire



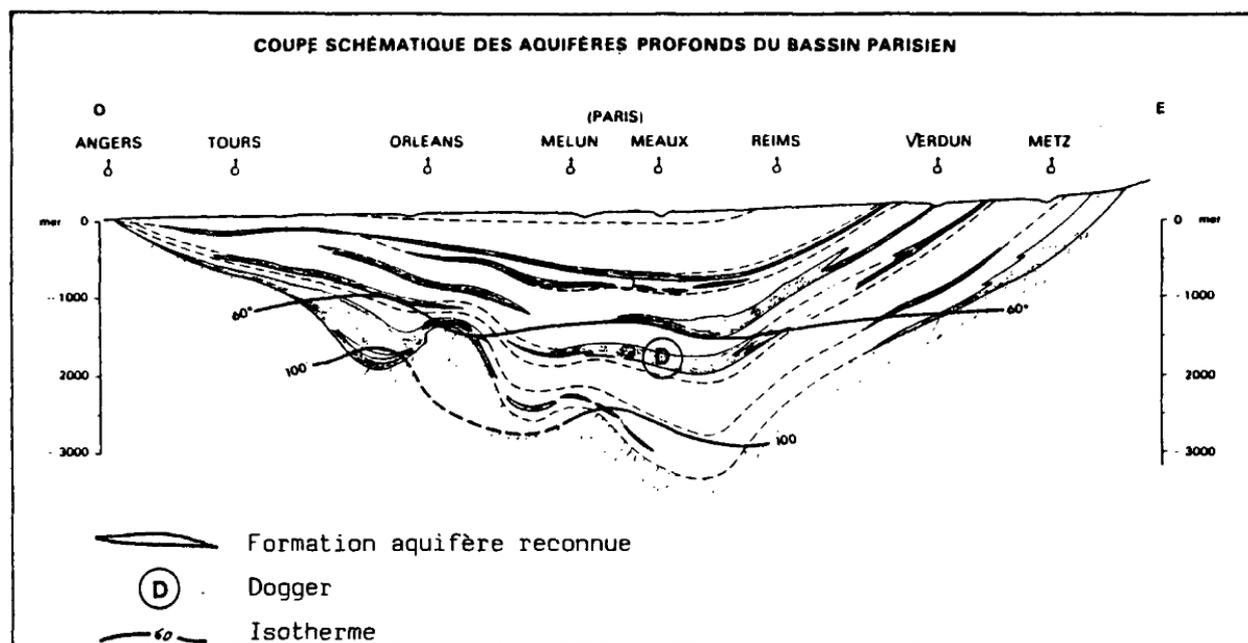
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.2.1.5 Profondeur du toit du Dogger

D'un point de vue structural, la zone où le Dogger est le plus profond au niveau du bassin de Paris est située au droit de la zone de Meaux - Coulommiers. Lorsque l'on se déplace vers l'Est ou l'Ouest, les niveaux remontent sur les flancs du bassin.

**Figure 6 : Coupe schématique du bassin de Paris**



A l'aide de la carte de l'altitude du toit du Dogger réalisée par le BRGM (3), l'**annexe 5** indique la cote du toit de ce réservoir au droit de la commune de Rosny-sous-Bois.

D'après cette carte, la commune de Rosny-sous-Bois se situe bien entre l'axe anticlinal de Beyne-Meudon au sud et l'axe synclinal de la fosse de Saint-Denis à une cote moyenne d'environ -1600 m NGF. Dans le détail, la partie nord-est de la commune, plus proche de l'axe synclinal présente un toit du Dogger plus profond jusqu'à une cote d'environ -1625 m NGF. La partie sud-ouest plus proche de l'axe anticlinal présente quant à elle un toit du Dogger légèrement plus haut que la moyenne jusqu'à une cote d'environ -1575 m NGF.

### 2.2.1.6 Epaisseur productive

Dans le Bassin Parisien, l'ensemble du Dogger a une épaisseur totale d'environ 200 m. Néanmoins, l'épaisseur productrice du réservoir se concentre dans le Bathonien et est bien plus réduite.

La carte de l'épaisseur productive cumulée présentée en **annexe 6** a été établie à partir du document (4) du BRGM. Contrairement à la carte du toit du réservoir qui présente des tendances régionales marquées, l'épaisseur cumulée des niveaux producteurs est très variable même sur de courtes distances (entre les forages d'un même doublet notamment, par exemple 17 m pour Bondy 1 et 9 m pour Bondy 2). Ainsi, cette hétérogénéité du réservoir rend

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

l'interpolation entre les forages peu fiable et la valeur au droit de Rosny-sous-Bois, dont les doublets les plus proches sont à au moins 4 km, est à prendre avec précaution. D'après cette carte, l'épaisseur cumulée des niveaux producteurs au droit de la commune serait comprise entre 16 et 18 mètres néanmoins étant donnée l'hétérogénéité de ce paramètre la fourchette des valeurs doit être élargie entre 10 et 20 m.

De plus, il apparaît que le Bathonien présente un grand nombre de niveaux producteurs (6 à 12) d'épaisseur et de débit variables et séparés par des niveaux non producteurs (éponges). Des trois faciès différenciés du Bathonien, il apparaît que l'ensemble oolithique est toujours le plus producteur (souvent entre 50 et 70% de la production totale).

### 2.2.2 Coupe géologique prévisionnelle jusqu'au Dogger

Le site prévu pour l'implantation du doublet de forage se situe à une cote d'environ +70 m NGF.

Les coupes géologiques des forages répertoriés à la BSS et sur les cartes des **annexes 5 et 6** permettent de proposer une coupe géologique prévisionnelle jusqu'au Dogger.

**Tableau 10 : Coupe géologique retenue au droit du site**

Cote approximative (m NGF)	Formation géologique	Age
+70 à +52	Masses et Marnes du gypse	Ludien
+52 à +50	Sables de Monceau	Marinésien
+50 à +40	Calcaire de Saint-Ouen	
+40 à +30	Sables de Beauchamp	Auversien
+30 à +10	Marnes et Caillasses	Lutétien
+10 à -10	Calcaire grossier	
-10 à -62	Sable du Soissonais et argile plastiques	Yprésien
-62 à -80	Marno-calcaire de Meudon	Montien
-80 à -425	Craie blanche à silex	Sénonien
-425 à -550	Craie gris bleu argileuse	Turonien
-550 à -630	Craie grise argileuse	Cénomaniens
-630 à -685	Marnes de Brienne et Argile de Gault	Albien supérieur
-685 à -760	Sables et argiles de l'Albien	Albien inférieur
-760 à -890	Argile sableuse	Aptien et Barrémien supérieur
-890 à -950	Alternance de sables et d'argiles	Néocomien
-950 à -1600	Marnes et calcaires	Purbeckien à Oxfordien
-1600 à -1750	Calcaire oolithiques et micrograveleux	Dogger

Précision des cotes : +/- 5 m jusqu'au toit de la craie et +/- 10 m jusqu'au Néocomien et +/- 25 m jusqu'au Dogger.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.2.3 Contexte hydrogéologique

#### 2.2.3.1 Les aquifères en présence

La succession géologique décrite ci-dessous permet de distinguer plusieurs aquifères au droit du site du projet :

- Le calcaire de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp contiennent une nappe faiblement productive (nappe de l'Eocène supérieur).
- Les calcaires du Lutétien et les sables de l'Yprésien contiennent la principale nappe superficielle de la zone d'étude avec des débits d'exploitation supérieurs à 100 m<sup>3</sup>/h dans la fosse de Saint-Denis (nappe de l'Eocène moyen et inférieur). Cette nappe notamment est exploitée pour la production d'eau potable dans le non du département de Seine-Saint-Denis.
- La craie du Sénonien, peu productive sous recouvrement tertiaire, ce qui est le cas au droit de la zone d'étude.
- La nappe des sables de l'Albien et du Néocomien considérée comme une nappe d'importance stratégique qu'il convient de protéger tant au niveau quantitatif que qualitatif.

#### 2.2.3.2 Ecoulement et pression hydrostatique du Dogger

D'après l'étude BRGM (5), la carte de la pression du gisement du réservoir du Dogger a pu être présentée en **annexe 7**. D'après cette carte, l'écoulement de la nappe du Dogger est globalement est-ouest en direction de Paris par laquelle passe un axe de drainage nord-sud. Le gradient de la nappe au niveau de Rosny-sous-Bois est faible et de l'ordre de 0,2‰. Au droit de la commune de Rosny-sous-Bois, la cote de cette nappe artésienne serait d'environ +140 m NGF.

#### 2.2.3.3 Transmissivité du Dogger

Au même titre que pour l'épaisseur productrice cumulée, la transmissivité du réservoir du Dogger ne présente pas de tendance régionale marquée. Cette valeur représentative de la productivité de l'aquifère présente de fortes variations sur des distances relativement courtes. Ces variations rapides sont illustrées par la carte de l'**annexe 8** réalisée à partir du rapport BRGM (4). Ainsi, étant donné l'éloignement important de la commune de Rosny-sous-Bois avec les doublets les plus proches, la valeur de transmissivité, d'environ 45 D.m (ou  $4,3 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s) donnée par cette carte, est sujette à caution. Ainsi, la fourchette de valeurs pour se paramètre sera élargie de 30 à 50 D.m.

#### 2.2.3.4 Emmagasinement et porosité du Dogger

Le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère du Dogger est un paramètre peu mesuré. D'après le rapport (6) de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, la valeur  $1 \cdot 10^{-6}$  peut être retenue comme coefficient d'emmagasinement.

La porosité totale de l'aquifère ne présente pas de tendance marquée à l'échelle régionale et les différentes sources consultées s'accordent pour une valeur moyenne comprise entre 15 et

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

16% (5). De plus, au niveau des doublets les plus proches de Rosny-sous-Bois (Bondy, Clichy-sous-Bois et la Villette) la porosité moyenne est de 15%.

### 2.2.3.5 Température

D'après l'étude BRGM (4), la carte de la température de l'eau du réservoir du Dogger a pu être présentée en **annexe 9**. D'après cette carte, la température de l'eau du Dogger est comprise entre 61 et 64°C au droit de Rosny-sous-Bois. Au contraire de la transmissivité et de l'épaisseur productrice, la température de l'eau suit une nette tendance régionale en relation avec la profondeur du réservoir. Ainsi, la température vérifie la relation en fonction du flux géothermique moyen du bassin de Paris ( $10^{\circ}\text{C} + 0,033 (^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times \text{profondeur (m)}$ ) et est donc un paramètre assez fiable.

### 2.2.4 Caractéristiques physico-chimique du fluide

#### 2.2.4.1 Caractéristiques générales

L'eau du Dogger se caractérise par une minéralisation totale élevée où les ions majeurs dominants sont  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ . Pour le doublet de Bondy, le plus proche de Rosny-sous-Bois, la teneur en  $\text{Na}^+$  est voisine de 5,4 g/l et celle en  $\text{Cl}^-$  est voisine de 9,5 g/l. De plus, pour le même doublet la concentration en sulfate est proche de 600 mg/l.

Le fluide est diphasique, avec une proportion de gaz/liquide qui varie généralement entre 3 et 15%. Les principaux gaz rencontrés sont l'azote (Bondy : 40%), le méthane (33%), l'éthane, l'hydrogène sulfuré (2,2%), le dioxyde de carbone (20%), l'argon, l'hélium et l'hydrogène.

Le fluide a un pH légèrement acide généralement compris entre 6,1 et 6,6.

En Seine-Saint-Denis, les teneurs en sulfures sont élevées, la concentration en bore est constante et l'hélium dissous est plus abondant.

#### 2.2.4.2 Salinité totale

D'après l'étude BRGM (5), la carte de la salinité totale de l'eau du réservoir du Dogger a pu être présentée en **annexe 10**. Au contraire de la transmissivité et de l'épaisseur productrice, la salinité totale de l'eau suit une nette tendance régionale rendant l'interpolation entre les points plus fiable. D'après cette carte, la salinité totale de l'eau du Dogger est voisine de 20 g/l au droit de Rosny-sous-Bois.

#### 2.2.4.3 Sulfures

D'après la carte de l'**annexe 11** tirée du rapport BRGM (8), la teneur en sulfures évolue assez régulièrement selon un axe NO-SE à l'exception d'une augmentation très locale dans la région de Sevrans-Bondy.

D'après cette carte, la concentration en sulfures au droit de la commune de Rosny-sous-Bois est comprise entre 20 et 30 mg/l. La teneur en sulfures évolue peu dans le temps ou en

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

fonction du débit pompé. Cette teneur en sulfures assez forte augmente le risque de colmatage des forages.

### 2.2.4.4 Bactéries

D'après la littérature existante, il apparaît que des microflores peuvent se développer relativement aisément dans les eaux du Dogger où elles trouvent des conditions physico-chimiques (notamment de température) et nutritives favorables.

C'est le cas des bactéries sulfato-réductrice dont le développement engendre des phénomènes de corrosion dans les forages.

### 2.2.5 Historique de l'exploitation du Dogger

Les exploitations au Dogger existantes à proximité du projet sont les suivantes :

- le doublet de Clichy-sous-Bois à 6300 m au nord-est,
- le doublet de la porte d'Aubervilliers à 6600 m au nord-ouest,
- le doublet du Blanc-Mesnil à 7300 m au nord,
- le doublet et le triplet de la Courneuve à 7500 m au nord-ouest,
- le doublet d'Ivry-sur-Seine à 8100 m au sud-ouest
- le doublet de Chelles à 9400 m à l'est,
- le doublet de Tremblay-les-Gonnesse à 9800 m au nord-est,
- le doublet et futur triplet de Champigny-sur-Marne à 11000 m sud-est,

Les doublets au Dogger à l'arrêt existants à proximité du projet sont les suivants :

- le doublet de la porte de la Villette à Paris à 5700 m au nord-ouest,
- le doublet de Bondy à 3900 m au nord,
- le doublet de Sevrans à 5600 m au nord-est,
- les deux doublets d'Alnay-sous-Bois à 8200 m au nord

De plus, un nouveau doublet au Dogger verra le jour en 2013 sur la commune de Neuilly-sur-Marne à environ 4600 m au sud-est du projet.

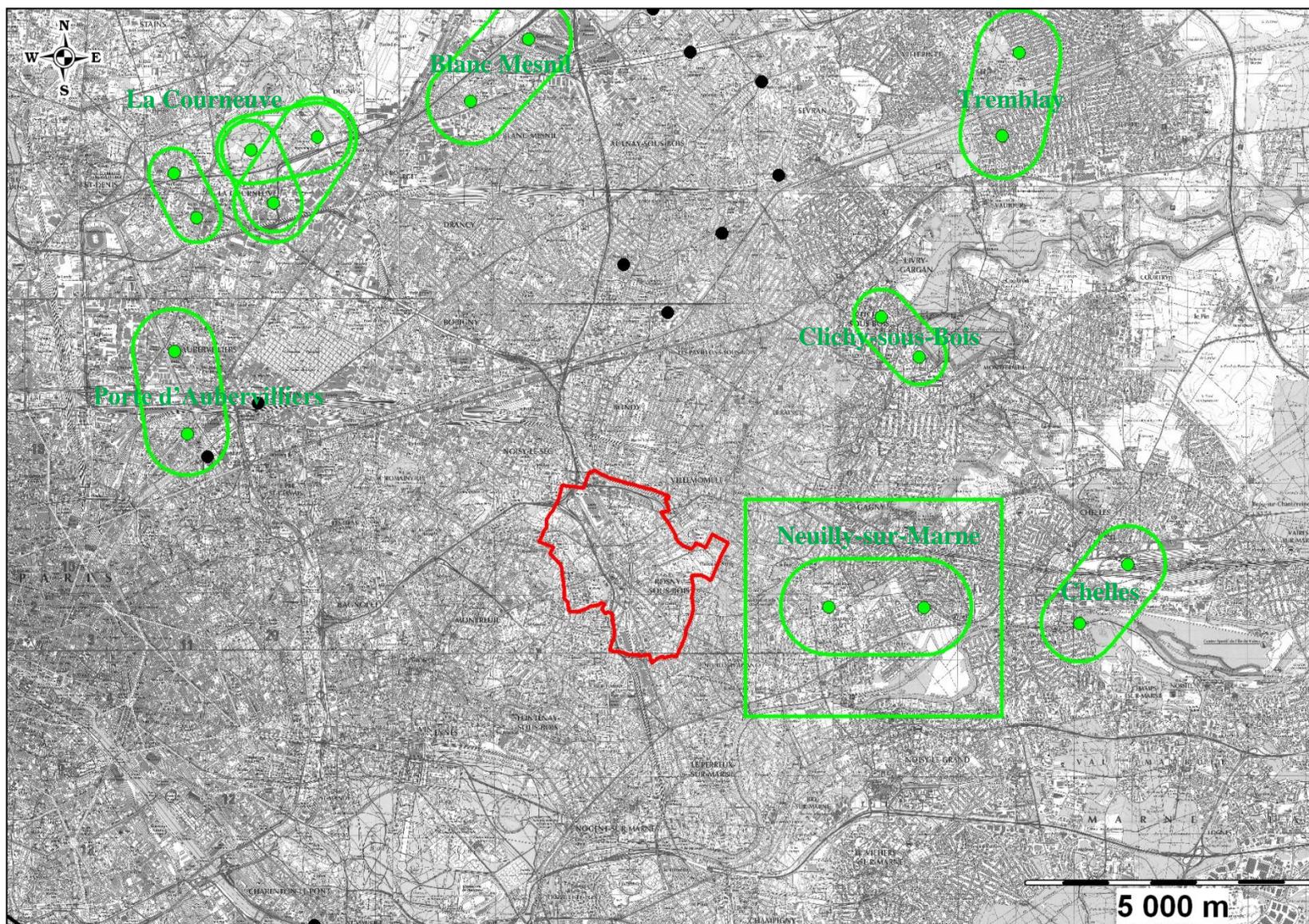
L'éloignement des exploitations en cours ou des projets au Dogger permet de considérer que le futur doublet de Rosny-sous-Bois n'aura pas d'interférences sur ces exploitations.

Les impacts des doublets et périmètres d'exploitation et/ou de recherche sont localisés sur la figure suivante.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 7 : localisation des doublets au Dogger voisins



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.3 Réseau de chaleur géothermique

#### 2.3.1 Schéma énergétique global sur le territoire

##### 2.3.1.1 Les abonnés potentiels

Le tableau suivant présente la liste des abonnés potentiels du réseau de chaleur par quartier, en indiquant pour chacun s'il dispose de chauffage collectif, d'eau chaude sanitaire (ECS) collective, les besoins moyens de chauffage et d'ECS, la puissance appelée par -7°C ainsi que le type d'émetteur de chauffage principal.

**Tableau 11 : Liste des abonnés potentiels**

LISTE DES ABONNES					
NOM	CHAUFFAGE COLLECTIF	ECS COLLECTIVE	BESOINS ANNUELS CHAUFFAGE (MWh)	BESOINS ANNUELS ECS (MWh)	TYPE D'EMETTEURS
<b>LE BOIS PERRIER</b>					
ASL Le Moleret	OUI	NON	14 700	-	Plancher chauffant
G.S. des Marnaudes	OUI	NON	2 400	-	Radiateurs, aérothermes
<b>LA BOISSIERE</b>					
ASL La Redoute	OUI	OUI	11 400	3 700	Radiateurs
Résidence « Les Maillards »	OUI	OUI	4 700	1 700	Radiateurs
G.S. de la Boissière	OUI	OUI	680	70	Radiateurs
Maternelle Niepce	OUI	OUI	130	15	Radiateurs
Maternelle Raspail	OUI	OUI	210	20	Radiateurs
Primaire Raspail	OUI	NON	350	0	Radiateurs
Complexe Boissière	OUI	OUI	360	35	Radiateurs
Fort de Rosny	OUI	OUI	8 100	1 100	Radiateurs
Centre commercial DOMUS	OUI	NON	850	-	PAC, CTA
<b>LE CENTRE</b>					
Primaire du Centre	OUI	OUI	610	60	Radiateurs
Maternelle Kergomard	OUI	OUI	340	30	Radiateurs
Centre nautique	OUI	OUI	2 500	240	Radiateurs, CTA, plafond chauffant
Hôtel de Ville	OUI	NON	820	-	Ventilo-convecteurs, CTA
<b>LE PRE-GENTIL</b>					
Cité « Le Pré-Gentil »	OUI	NON	6 000	-	Plancher chauffant
Résidence « 10 000 rosiers »	OUI	OUI	4 200	1 500	Radiateurs
G.S. Pré-Gentil	OUI	NON	1 250	-	Radiateurs, CTA, aérothermes
Maternelle Pré-Gentil	OUI	NON	100	-	Radiateurs
Centre technique municipal	OUI	OUI	390	40	Radiateurs, aérothermes
Crèche Anne Frank	OUI	OUI	170	16	Radiateurs
Gymnase Lavoisier	OUI	OUI	160	15	Radiateurs, aérothermes
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>60 420</b>	<b>8 541</b>	-

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Les besoins totaux annuels de l'ensemble des abonnés représentent un total de 69 GWh en approche globale sur la commune de Rosny-sous-Bois.

En complément, il est prévu dans le projet l'extension du réseau de chaleur sur la commune de Noisy-le-Sec avec notamment le raccordement de la cité du Londeau représentant près de 10,5 GWh de chauffage et 4,4 GWh d'ECS.

Le potentiel total est donc de l'ordre de 84 GWh identifié sur la commune de Rosny-sous-Bois et les extensions possibles en bordure de la Ville dans les communes voisines.

Les abonnés principaux du réseau sont présentés dans les paragraphes suivants.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

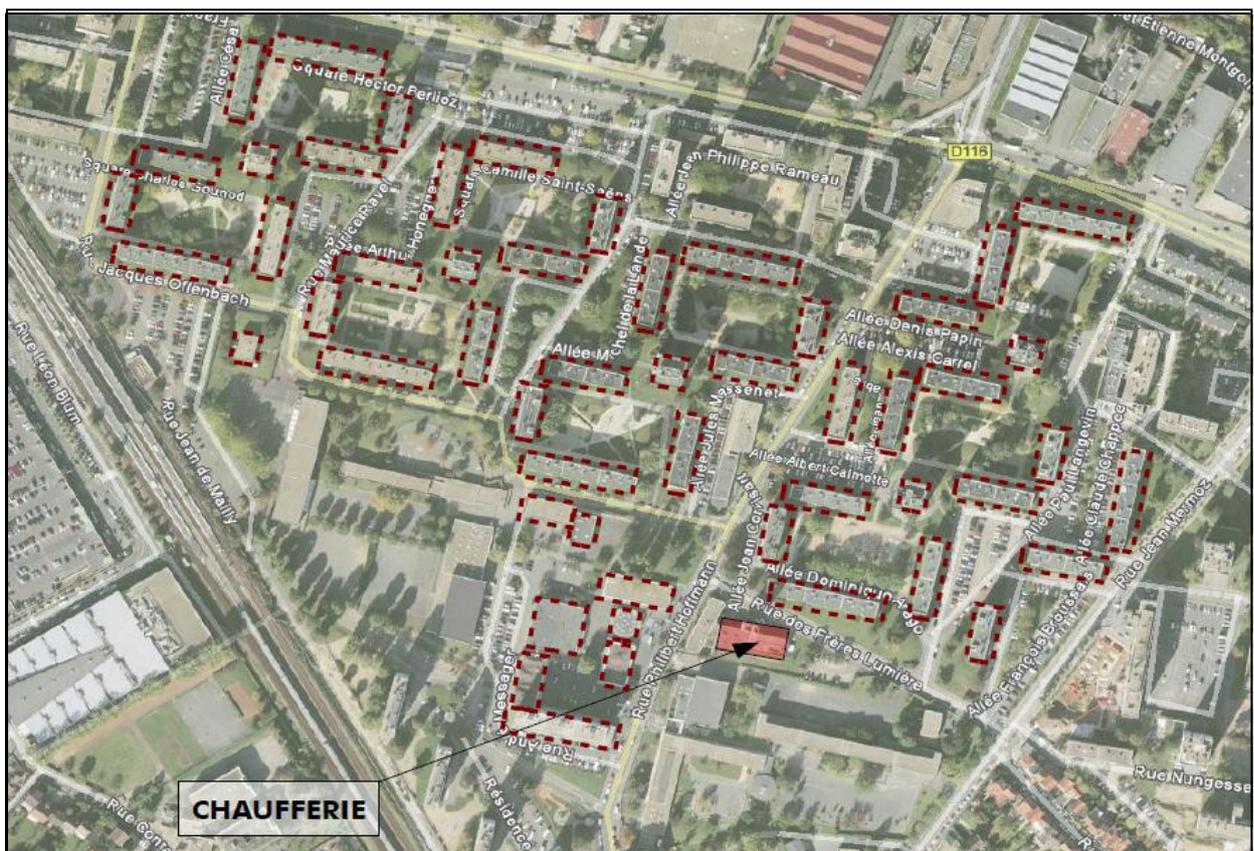
### Asl Le Moleret

Située sur le quartier du Bois Perrier, le réseau de l'ASL Le Moleret représente un total de 46 sous-stations desservies via une chaufferie centrale située rue des frères Lumières (cf. schéma ci-dessous). Les bâtiments sont équipés de planchers chauffants et la production d'ECS est individuelle. La chaufferie dispose de trois chaudières gaz (deux de 3,5 MW et une de 5,9 MW) installées en 1996, les besoins annuels du réseau sont de 14,7 GWh.

La chaufferie dispose de trois départs réseaux :  
deux départs réseaux à débit fixe, avec absence de vannes 3 voies en sous-station,  
un départ alimentant à une température constante de 80°C un petit réseau desservant uniquement un centre commercial équipé de radiateurs et de vannes 3 voies.

Le contrat passé entre l'ASL Le Moleret, géré par le syndic FONCIA ICV, et l'exploitant COFELY, est de type P1/P2/P3. Il est en cours de renégociation pour une durée de 5 ou 8 ans.

**Figure 8 : Périmètre de l'ASL Le Moleret**



## SIPPEREC

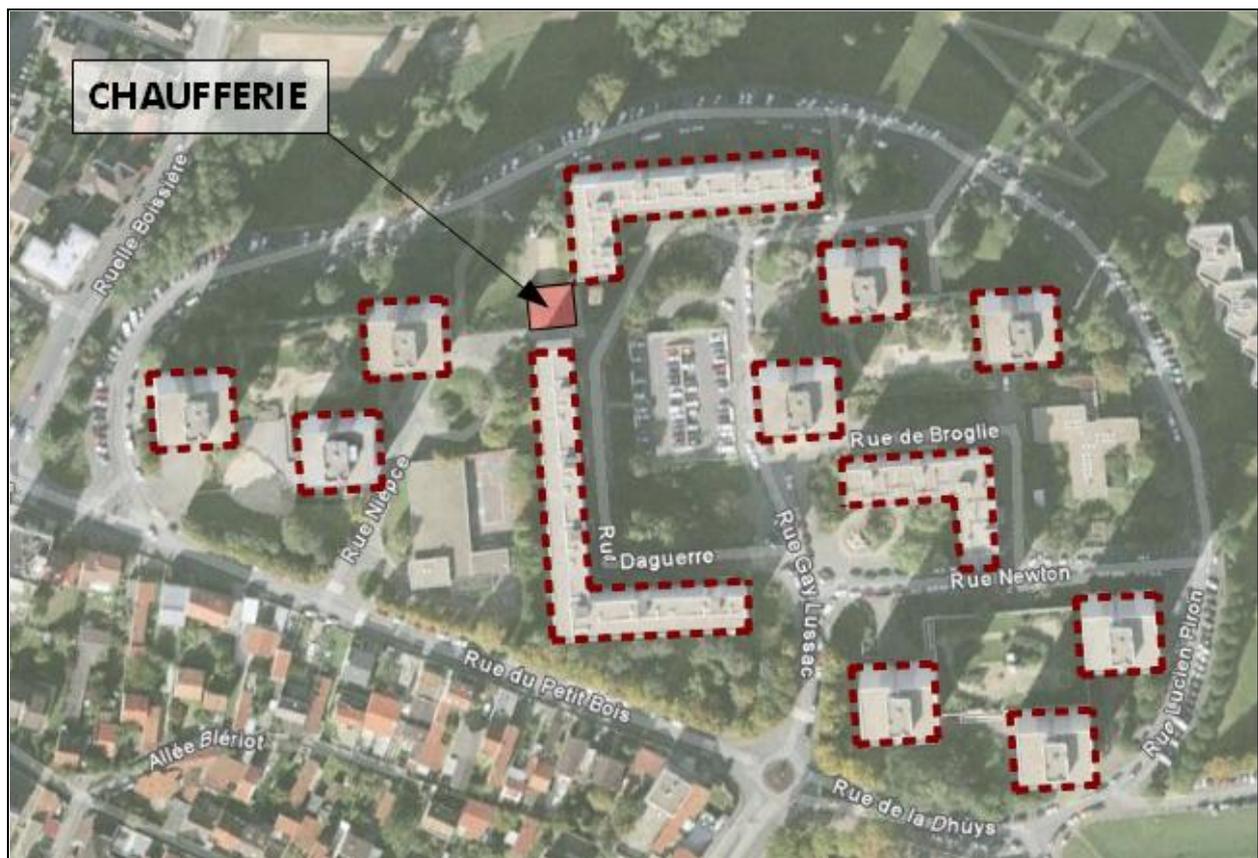
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### ASL La Redoute

Le réseau de l'ASL La Redoute, qui fait partie du quartier de la Boissière, regroupe 12 sous-stations pour un total de 946 logements alimentés en chauffage et en ECS via une chaufferie centrale située rue Lucien Pinon (cf. schéma ci-dessous). Les bâtiments disposent de radiateurs ; les sous-stations sont équipées de vannes 3 voies pour le chauffage et d'échangeurs à plaques pour la production d'ECS. La chaufferie est équipée de quatre chaudières gaz (trois de 3,2 MW dont une installée en 2002 et deux datant de 2004 ainsi qu'une de 2 MW destinée à la production d'ECS et datant de 1991. La chaufferie dispose d'un seul départ réseau. Les besoins annuels sont de 11,4 GWh pour le chauffage et de 3,7 GWh pour l'ECS.

Le contrat passé entre l'ASL La Redoute, géré par le syndic ORALIA LESCOILLIER, et l'exploitant COFELY, est du type P2/P3 (le P3 ne concerne que les chaufferies et les canalisations enterrées) et a été renouvelé en 2011 pour une durée de 8 ans. La fourniture du gaz se fait sur le marché dérégulé (contrat signé en juillet 2011 sur 3 ans avec un tarif fixe inférieur de 20 % au tarif TEL).

**Figure 9 : Périmètre de l'ASL La Redoute**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

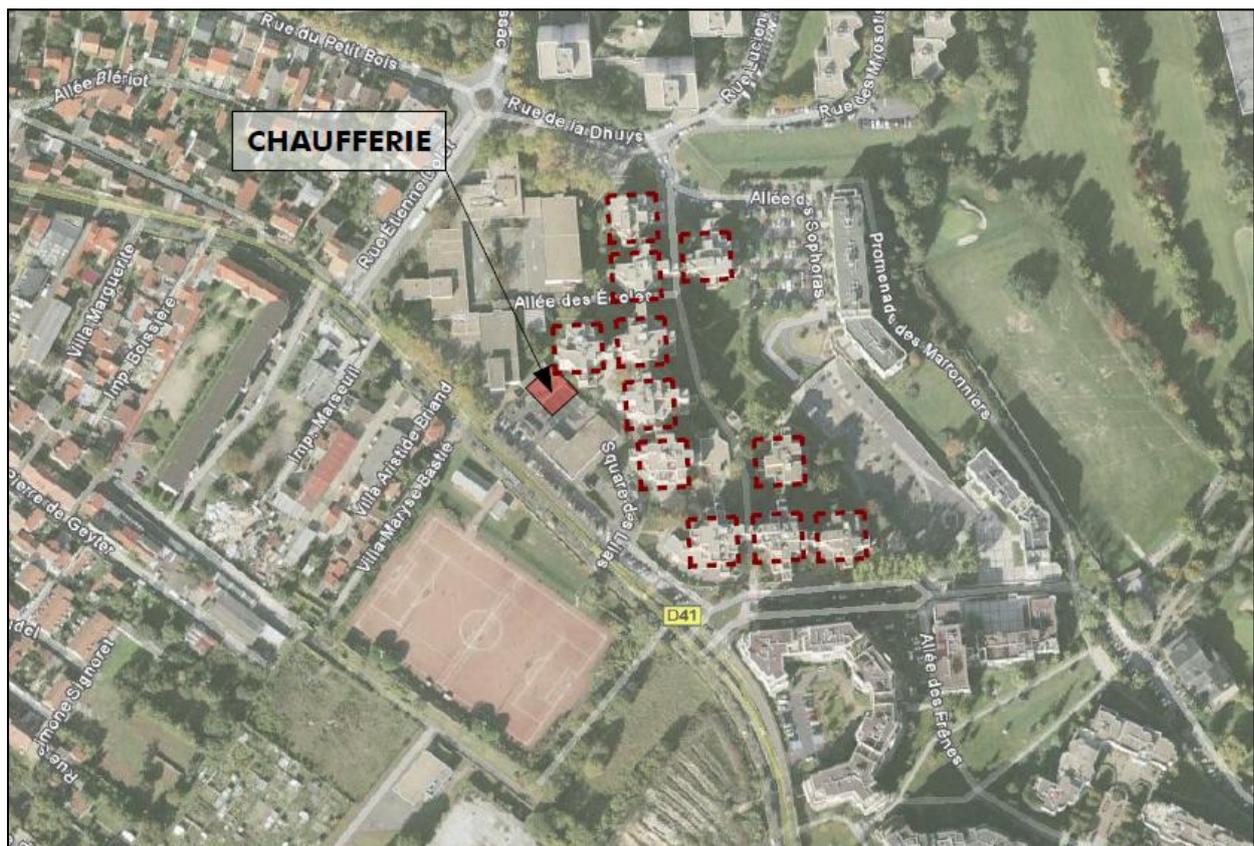
### Résidence Les Maillards

La résidence Les Maillards fait également partie du quartier de La Boissière et se compose de 440 logements répartis sur 11 bâtiments ainsi que de bureaux à usage commercial. Les bâtiments sont desservis en chauffage et en ECS via une chaufferie centrale située 108, boulevard de La Boissière (cf. schéma ci-dessous). Les émetteurs de chaleur sont des radiateurs.

La chaufferie est équipée de trois chaudières gaz d'une puissance unitaire de 1,4 MW, deux installées en 2001 et une en 1996. Elle dispose d'un départ non régulé à destination d'une sous-station desservant quatre bâtiments en chauffage et en ECS, ainsi que de trois départs régulés équipés de vannes 3 voies (un pour la production d'ECS et deux pour le chauffage). La production d'ECS est instantanée à l'aide d'échangeurs à plaques. Les besoins annuels sont de 4,7 GWh pour le chauffage et de 1,7 GWh pour l'ECS.

Le contrat passé entre FONCIA ICV, gestionnaire du syndicat des copropriétaires de la résidence Les Maillards, et l'exploitant IDEX, est de type P1/P2/P3.

**Figure 10 : Périmètre de la résidence Les Maillards**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Cité Le Pré Gentil

La Cité Le Pré Gentil fait partie du quartier du Pré Gentil et comporte 790 logements desservis en chauffage via quatre sous-stations reliées à une chaufferie centrale située 6, rue de Mulhouse (cf. schéma ci-dessous). Les émetteurs de chaleur sont des planchers chauffants ; la production d'ECS est individuelle.

La chaufferie est équipée de quatre chaudières gaz datant de 1992, deux de 2 MW et deux de 1,9 MW pour un total de 7,8 MW installés. Les besoins annuels de chauffage sont de 6 GWh.

Le contrat passé entre le bailleur, OPH 93, et l'exploitant, IDEX, signé en 2010, est de type P2. L'achat de gaz se fait au tarif TEL.

**Figure 11 : Périmètre de la Cité Le Pré Gentil**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Résidence 10 000 rosiers

La résidence 10 000 rosiers, dans le quartier du Pré Gentil, regroupe 578 logements alimentés en chauffage et en ECS par trois sous stations reliées à une chaufferie centrale située 5, rue des Polyanthas (cf. schéma ci-dessous). Les émetteurs de chaleur sont des radiateurs.

La chaufferie est équipée de trois chaudières gaz dont une de 1,4 MW et une de 2,2 MW datant de 2001, et une de 2,3 MW. Les sous-stations sont équipées de vannes 3 voies pour la régulation du chauffage ; la production d'ECS est assurée à partir d'un échangeur à plaques couplé à un ballon tampon. Les besoins annuels sont de 4,2 GWh pour le chauffage et de 1,5 GWh pour l'ECS.

Le contrat passé entre le gestionnaire du syndicat des copropriétaires de la résidence 10 000 rosiers, LAMY, et l'exploitant, COFELY, est de type P2. L'achat de gaz se fait au tarif B2S. Ce contrat prend fin en 2012.

**Figure 12 : Périmètre de la résidence 10 000 rosiers**



## SIPPEREC

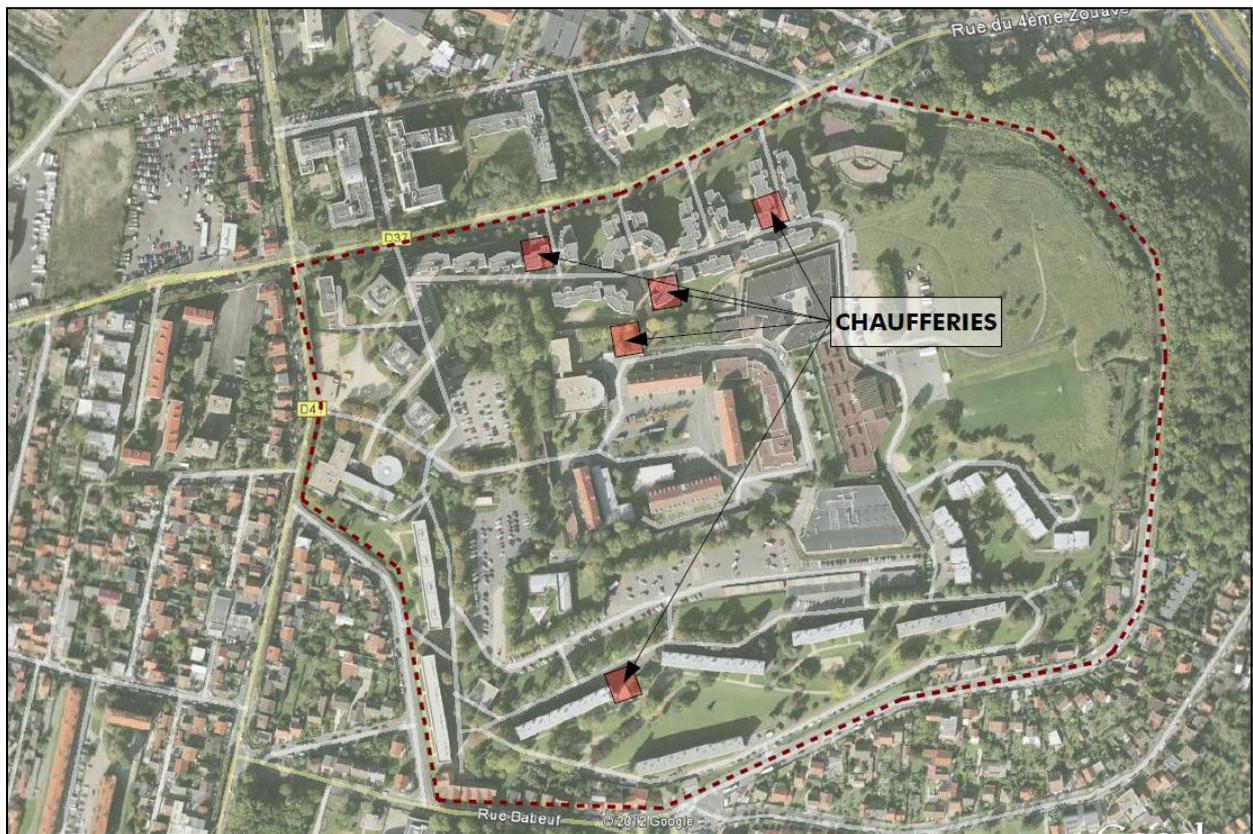
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Fort de Rosny-sous-Bois

Le Fort de Rosny-sous-bois est composé de plusieurs types de bâtiments : logements, services techniques, administratifs, recherche, étude, ateliers... la plupart de ces bâtiments sont alimentés en chauffage et en ECS (ou en chauffage uniquement) par 5 chaufferies centrales au gaz indiquées sur le schéma ci-dessous, qui desservent un total de 47 sous-stations. Les émetteurs de chaleur sont des radiateurs, sauf pour un bâtiment qui dispose de ventilo-convecteurs.

Les puissances installées dans les 5 chaufferies sont, par ordre décroissant, de 5,8 MW, 3,5 MW, 0,4 MW, 0,4 MW et 0,3 MW pour un total de 10,4 MW. Les besoins annuels ont été estimés à 9,5 GWh pour le chauffage et 3 GWh pour l'ECS.

**Figure 13 : Périmètre du Fort de Rosny-sous-Bois**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Centre commercial DOMUS

Le centre commercial DOMUS dispose de deux circuits de chauffage :

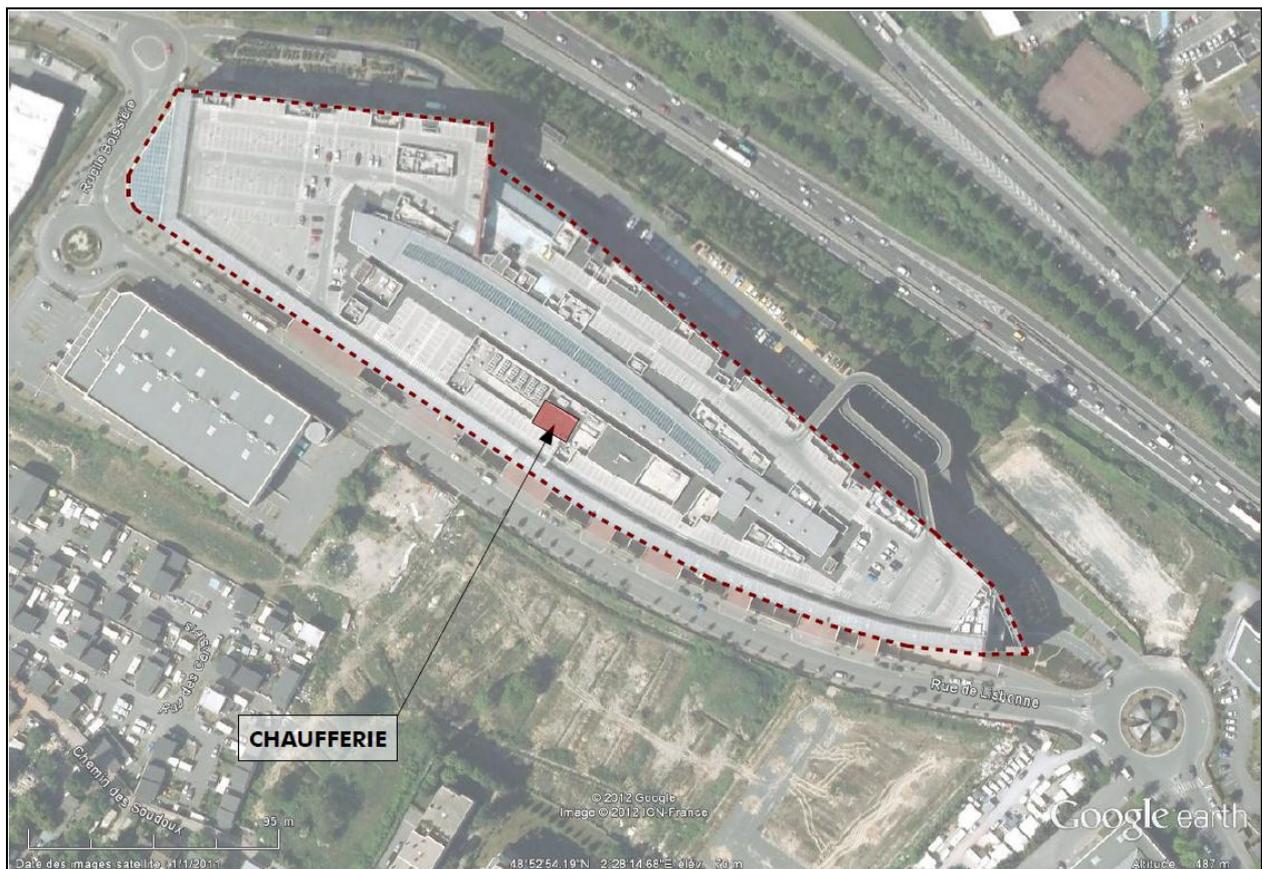
- un circuit d'eau chaude alimentant des PAC individuelles pour chaque magasin, relié à des dry-coolers en terrasse ;
- un circuit d'eau chaude alimentant le mail (i.e. les parties communes) via des rooftops.

L'appoint des pompes à chaleur est assuré par deux chaudières gaz de puissance unitaire 710 kW, pour des températures inférieures à 10°C. Deux échangeurs d'une puissance unitaire de 2750 kW permettent d'assurer le rafraîchissement de la boucle en été via 6 dry-coolers. Trois pompes de débit unitaire 320 m<sup>3</sup>/h assurent la circulation de la boucle de dry-coolers ; trois autres de débit similaire assurant la circulation sur le circuit alimentant les PAC. L'appoint pour le chauffage représente environ 850 MWh par an ; il pourrait être assuré par le réseau de chaleur.

La circulation du circuit alimentant le mail est assurée par une pompe de débit 42 m<sup>3</sup>/h assurant la circulation. Chaque magasin est équipé d'une PAC individuelle et d'une vanne TA (de réglage du débit).

Le contrat passé entre l'exploitant, ALTYS, et le propriétaire du centre commercial (Accessite), de type P2, a été signé fin décembre 2011 pour une durée de 3 ans.

**Figure 14 : Périmètre du centre commercial DOMUS**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Bâtiments communaux

Les bâtiments communaux sur la Ville de Rosny-sous-Bois sont précisés dans le tableau suivant :

**Tableau 12 : Liste des bâtiments communaux de Rosny-sous-Bois**

NOM	Adresse du bâtiment	Chauffage collectif	ECS collective	Puissance appelée par -7 °C kW	Type d'émetteurs
G.S. des Marnaudes	50, rue Philibert Hoffmann	OUI	NON	980	Radiateurs, aérothermes
G.S. de la Boissière	93, rue de la Dhuis	OUI	OUI	280	Radiateurs
Maternelle Niepce	rue Niepce	OUI	OUI	60	Radiateurs
Maternelle Raspail	rue Camelinat	OUI	OUI	90	Radiateurs
Primaire Raspail	rue Raspail	OUI	NON	140	Radiateurs
Complexe Boissière	317, boulevard de la Boissière	OUI	OUI	105	Radiateurs
Primaire du Centre	8, rue Marie Bèremieux	OUI	OUI	250	Radiateurs
Maternelle Kergomard	allée fernand Forest	OUI	OUI	140	Radiateurs
Centre nautique	mail Jean-Pierre Timbaud	OUI	OUI	1 050	Radiateurs, CTA, plafond chauffant
Hôtel de Ville	20, rue Claude Pernes	OUI	NON	330	Ventilo-convecteurs, CTA
G.S. Pré-Gentil	8-10, rue Henri Mondor	OUI	NON	510	Radiateurs, CTA, aérothermes
Maternelle Pré-Gentil	8-10, rue Henri Mondor	OUI	NON	40	Radiateurs
Centre technique municipal	32, rue du rhin	OUI	OUI	160	Radiateurs, aérothermes
Crèche Anne Frank	32, rue Saint Odile	OUI	OUI	70	Radiateurs
Gymnase Lavoisier	rue Missak Manoukian	OUI	OUI	70	Radiateurs, aérothermes
<b>TOTAL</b>		-	-	<b>4 275</b>	-

Le tableau suivant précise les niveaux de consommations pour chaque bâtiment.

**Tableau 13 : Consommations des bâtiments communaux de Rosny-sous-Bois**

NOM	Besoins annuels de chauffage MWh	Besoins annuels d'ECS MWh
G.S. des Marnaudes	2 400	-
G.S. de la Boissière	680	70
Maternelle Niepce	130	15
Maternelle Raspail	210	20
Primaire Raspail	350	0
Complexe Boissière	360	35
Primaire du Centre	610	60
Maternelle Kergomard	340	30
Centre nautique	2 500	240
Hôtel de Ville	820	-
G.S. Pré-Gentil	1 250	-
Maternelle Pré-Gentil	100	-
Centre technique municipal	390	40
Crèche Anne Frank	170	16
Gymnase Lavoisier	160	15
<b>TOTAL</b>	<b>10 470</b>	<b>541</b>

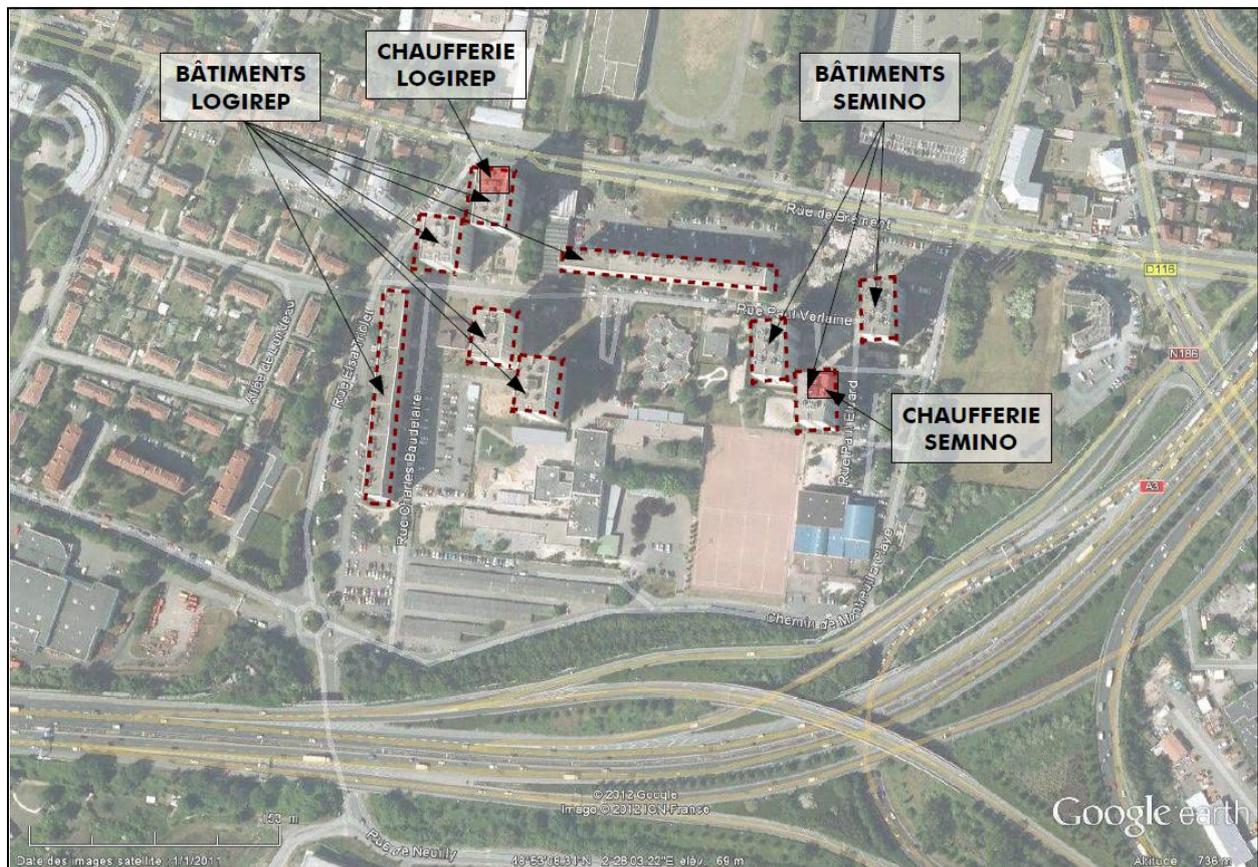
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### La cité du Londeau sur la commune de Noisy-le-Sec

La cité du Londeau est constituée de 8 bâtiments répartis entre deux bailleurs, LOGIREP et SEMINO, pour un total d'environ 1500 logements. La chaufferie de LOGIREP dispose d'une puissance totale installée de 8140 kW et dessert un total de 10 sous-stations, en chauffage et/ou ECS, la production d'ECS étant instantanée et assurée par des échangeurs à plaques dans 4 sous-stations. Les émetteurs de chauffage sont des panneaux de sol. La puissance installée en chaufferie SEMINO ainsi que le nombre de sous-stations alimentées n'a pas été précisé par l'exploitant. Les besoins sont estimés pour le chauffage et l'ECS à respectivement 7,0 GWh et 3,2 GWh pour les bâtiments de LOGIREP, et à 3,5 GWh et 1,2 GWh pour les bâtiments de SEMINO.

**Figure 15 : Périmètre de la cité du Londeau**



Les deux chaufferies sont exploitées par IDEX ENERGIES.

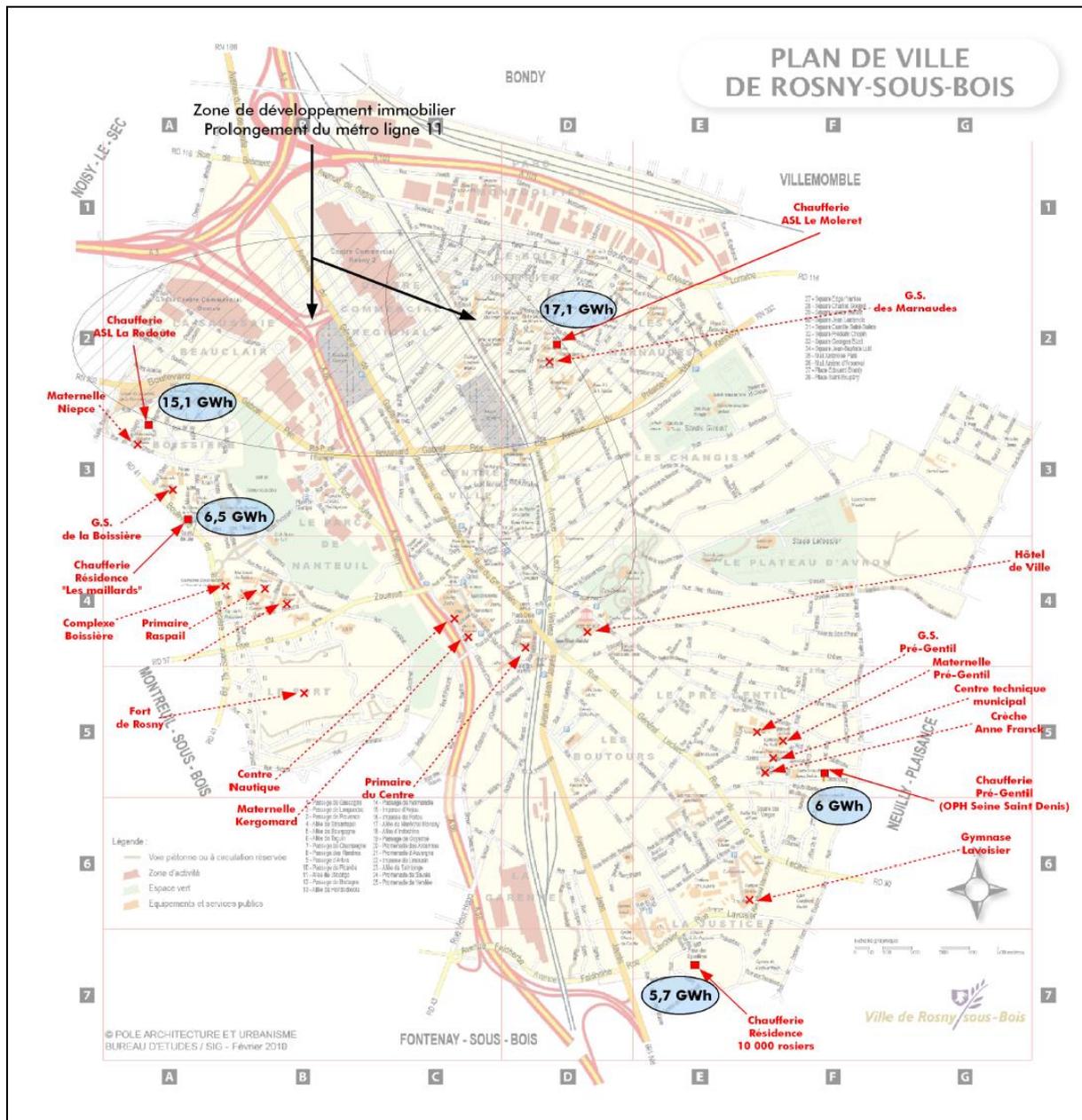
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.3.1.2 Carte énergétique

La carte énergétique ci-après indique les différents abonnés potentiels repérés sur la commune de Rosny-sous-Bois. Les besoins des abonnés principaux ainsi que la position des chaufferies correspondantes sont indiqués ; les autres abonnés sont indiqués par des croix.

Figure 16 : Carte énergétique



On observe sur cette carte plusieurs zones où les besoins sont importants :

- le quartier de La Boissière, à l'est, avec près de 22 GWh ;
- le quartier du Bois Perrier, au nord, avec près de 17 GWh ;
- les quartiers du Pré-Gentil et de la Justice, au sud, avec plus de 12 GWh ;

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- du quartier de La Boissière à Bois Perrier jusqu'à la gare du RER E de Rosny-sous-Bois constitue la zone de développement majeur de la Ville étant donné l'arrivée à terme de la ligne 11 du métro.

### 2.3.1.3 Développement urbain à moyen et long termes

Les projets urbains en développement et dans lesquels la géothermie pourra être une source de chaleur sont détaillés dans les tableaux suivants :

**Tableau 14 : Projets urbains en développement**

Opération ANRU Jean Mermoz			Échéance
Logements			
Démolition	141 logements	SHON : N.C	Réceptionné
Réhabilitation	268 logements	SHON : N.C	Réceptionné
Construction neuve	169 PLUS et PLS 40 en accession sociale	SHON : N.C	Réceptionné Livraison 2013

ZAC de la Mare Huguet (solution avec géothermie sur nappe)			Échéance
Logements			
Démolition	aucun	SHON : 0 m <sup>2</sup>	
Réhabilitation	aucun	SHON : 0 m <sup>2</sup>	
Construction neuve	380 logements 350 logements étudiants	SHON : N.C	Livraison 2014 Livraison 2013
Bureaux		SHON : à l'étude	N.C
Commerces		SHON : à l'étude	N.C

ZAC Gabriel Péri			Échéance
Logements			
Démolition	aucun	SHON : 0 m <sup>2</sup>	
Réhabilitation	aucun	SHON : 0 m <sup>2</sup>	
Construction neuve	360 logements	SHON : 27 400m <sup>2</sup>	2015-2017
Commerces		SHON : 1 000 m <sup>2</sup>	2015-2017
Équipement public		SHON : à l'étude	2015-2017
Habitat adapté		SHON : à l'étude	2015-2017

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

ZAC Saussaie Beauclair			Échéance
Parcelle :	27 324 m <sup>2</sup>		
SHON résiduel :	77 970 m <sup>2</sup>		liée au métro

Projet Casanova (type ANRU)			Échéance
Logements			
Démolition	92 logements	SHON : N.C	
Réhabilitation	aucun	SHON : 0 m <sup>2</sup>	
Construction neuve	114 logements	SHON : N.C	Livraison 2012

Grand Pré (projet à l'arrivée du métro et GPE)			Échéance
Logements		SHON : 67 200 m <sup>2</sup>	liée au métro
Tertiaire		SHON : 38 300 m <sup>2</sup>	liée au métro

Restructuration par ICF la Sablière du patrimoine d'ICADE			Échéance
Logements		SHON : N.C	N.C

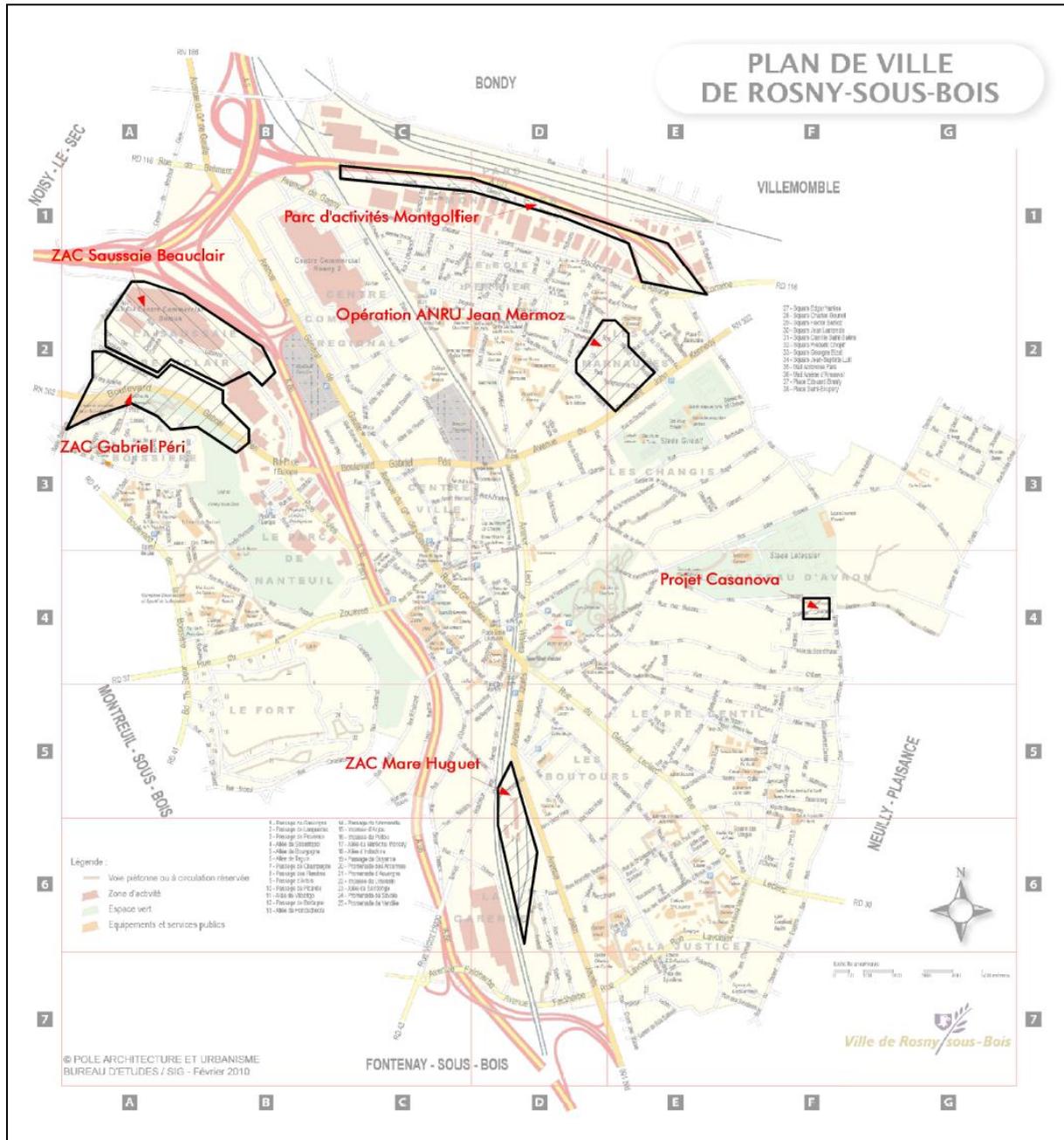
Parc d'activité Montgolfier (le long de l'A103 requalifiée en boulevard)			Échéance
Logements	aucun	SHON : 0 m <sup>2</sup>	
Tertiaire		SHON : 52 300 m <sup>2</sup>	liée au métro

La carte ci-après montre la localisation des différents projets.

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 17 : Localisation des projets urbains en développement



Le parc immobilier restructuré par ICF n'est pas localisé pour des raisons pratiques. Le grand Pré n'est pas encore assez formalisé comme projet pour être localisé précisément. Le seul repère est la proximité avec le projet du futur métro et du Grand Paris Express.

### 2.3.2 Présentations des problématiques technico-énergétiques générales

#### 2.3.2.1 Installations de production de chaleur

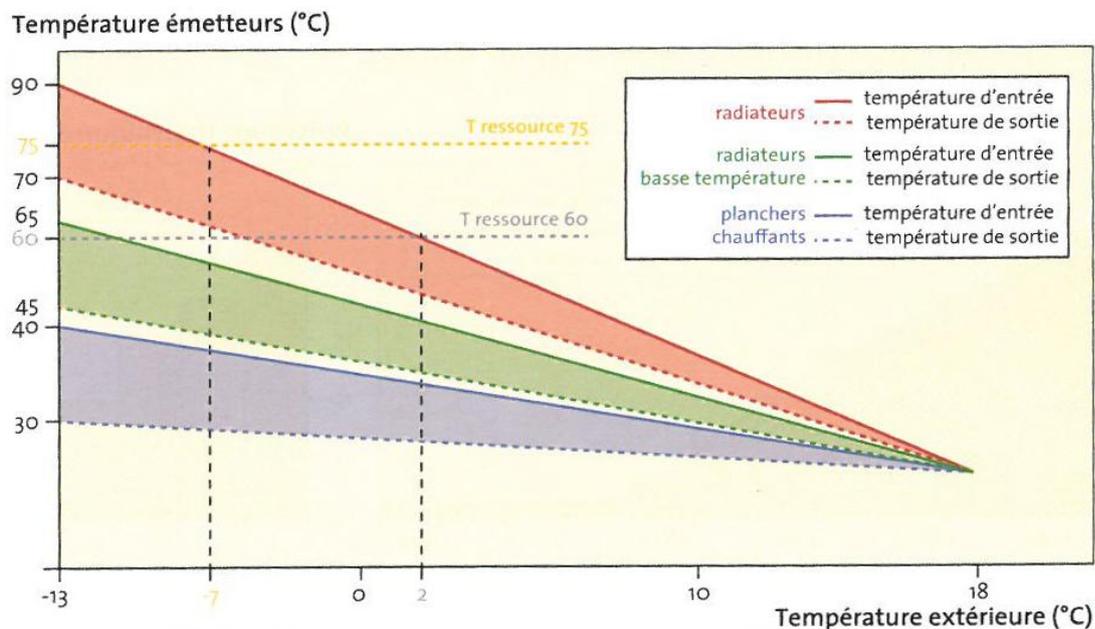
##### Mise en œuvre d'un doublet géothermique au dogger

La puissance thermique géothermique valorisable sur le réseau dépend essentiellement de deux paramètres : le débit de la boucle géothermale et l'écart de température entre la température de ressource et la température de réinjection. La température de la ressource est fixe à 62°C (valeur minimale selon étude géothermique), par contre, la température de réinjection est fonction de la température de retour des différents quartiers alimentés par la géothermie : plus ceux-ci sont élevés, moins la puissance thermique valorisable est grande.

Il est donc nécessaire, afin d'optimiser l'énergie géothermale valorisée, d'obtenir, pour chaque régime de fonctionnement, la température de retour du réseau de distribution la plus basse possible.

La température de retour du réseau dépend directement du débit ainsi que des températures de retour des réseaux secondaires à l'intérieur de chaque bâtiment raccordé au réseau de chaleur. Celles-ci varient en fonction des émetteurs de chauffage utilisés ; chaque émetteur de chauffage est caractérisé par une loi de régulation qui définit les températures entrée et sortie de l'eau dans les émetteurs en fonction de la température extérieure, comme indiqué sur le schéma suivant :

**Figure 18 : Lois d'eau en fonction du type d'émetteur**



Source : ADEME

De manière générale, les températures de retour des réseaux secondaires équipés de planchers chauffants sont nettement plus basses que celles des réseaux équipés de radiateurs.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

De plus, la géothermie ne sera pas en mesure d'assurer la totalité des besoins de chauffage en deçà d'une certaine température extérieure, pour laquelle la température d'entrée des émetteurs de chaleur est supérieure à la température de la ressource géothermale : le complément de puissance pourra alors être assuré par une énergie d'appoint, par exemple du gaz.

À partir de la courbe de régulation des réseaux des différents abonnés, le débit d'alimentation est alors minimisé de manière à obtenir la différence de température la plus grande possible entre le fluide d'alimentation des abonnés et fluide de retour. La température du fluide de retour du réseau de distribution est alors la plus basse possible pour maximiser l'énergie géothermale valorisée.

Il a été adopté une différence de température de 20°C par -7°C pour les différents régimes de chauffage, et un retour de boucle de production d'ECS de 45°C pour les sous-stations en disposant.

La température au droit du forage a été estimée entre 61°C et 64°C au droit de la commune de Rosny sous Bois. Concernant le débit d'exploitation, il varie en fonction de la puissance de la pompe géothermale installée. Il a été considéré les hypothèses suivantes pour le dimensionnement :

- température au droit du forage de 62°C,
- débit d'exploitation maximal de 350 m<sup>3</sup>/h.

Remarque : le débit peut être adapté en fonction de la puissance de la pompe géothermale installée.

Avec un pincement de l'échangeur de 1°C, la température d'alimentation du réseau a donc été prise égale à 61°C.

Il apparaît donc nécessaire de mettre en place une pompe à chaleur pour optimiser le fonctionnement de la géothermie. Étant donné le nombre d'abonnés avec des régimes de température très bas et une hypothèse d'une température d'exhaure de 62 °C, ce constat est valable quelque soit le scénario d'alimentation en aval.

### *2.3.2.2 Mise en place d'une pompe à chaleur*

Pour augmenter les performances de l'opération de géothermie, il est nécessaire d'associer au réseau une PAC qui permettra d'exploiter au maximum l'énergie géothermale disponible, en abaissant la température de retour.

La PAC est un système thermodynamique qui fonctionne entre deux sources : une source froide et une source chaude. La chaleur, prélevée à la source froide, est transférée à la source chaude par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur (fluide frigorigène) successivement comprimé puis détendu. La PAC nécessite donc un compresseur, ce qui implique une consommation électrique.

L'utilisation de la PAC permet, au choix :

- soit d'exploiter des ressources dont les températures seraient trop faibles pour pouvoir être utilisées directement mais suffisamment élevées pour être utilisées avec une pompe à chaleur de manière efficace pour alimenter le réseau de chaleur :

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

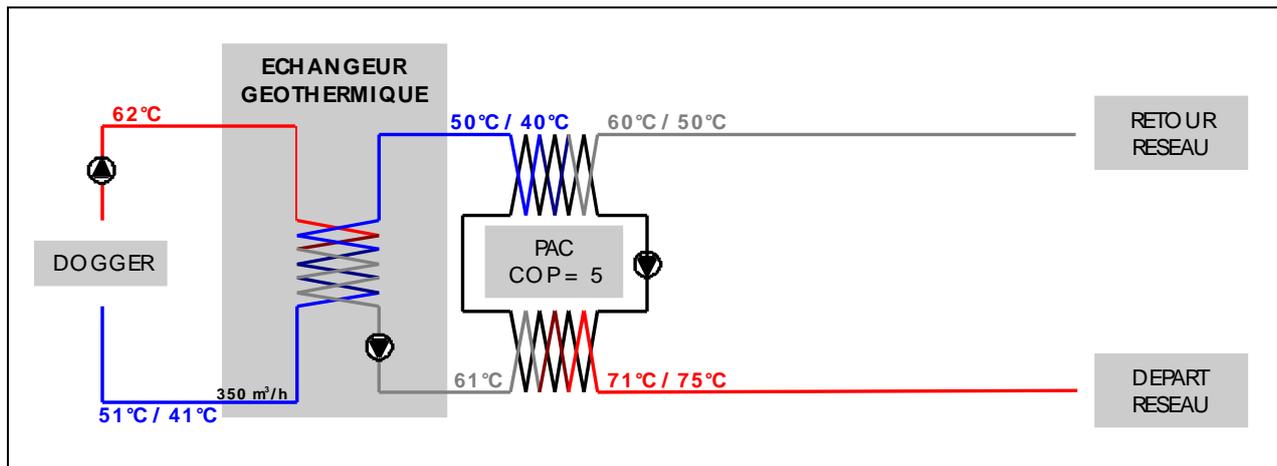
l'évaporateur de la PAC refroidit alors le retour du circuit géothermique. Les calories prélevées sont transférées au niveau du condenseur qui augmente ainsi la température de départ du circuit géothermique. Le condenseur de la PAC est dans ce cas en série avec l'échangeur : on parle de montage en série.

- soit d'augmenter artificiellement le débit et donc la puissance de l'installation dans le cas d'une ressource à une température suffisamment élevée : l'évaporateur de la PAC refroidit le retour géothermal après échangeur et transfère les calories prélevées sur un circuit dérivé du retour du circuit géothermique. Le condenseur de la PAC est ainsi en parallèle avec l'échangeur : on parle de montage en parallèle.

Les caractéristiques de la PAC retenue pour les deux montages (en série ou en parallèle) sont les suivantes :

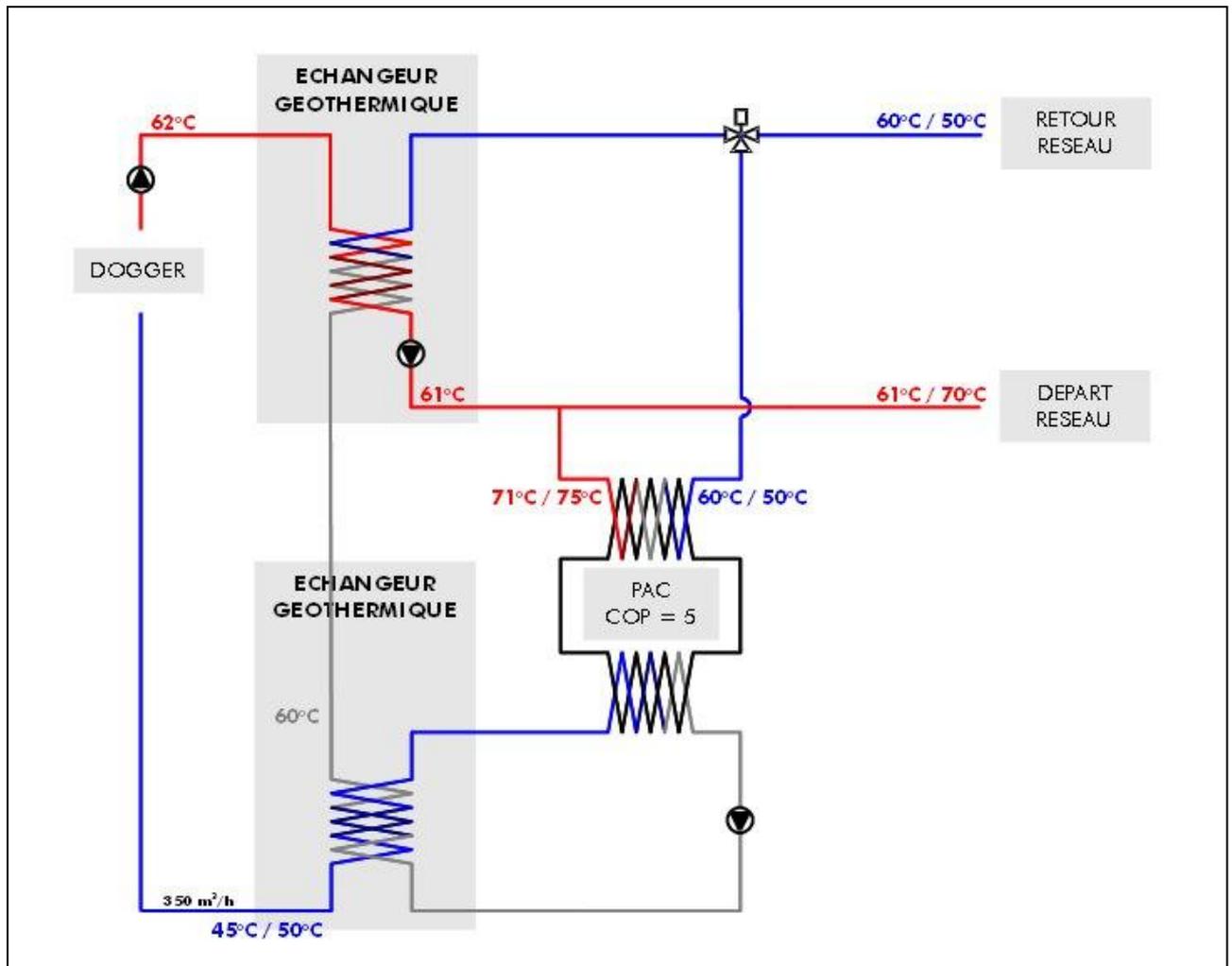
- une température de sortie du condenseur entre 71 et 75°C selon les technologies (une température de 85°C peut être atteinte si nécessaire, mais les technologies permettant d'y arriver sont plus coûteuses) ,
- un COP compris entre 4 et 5 selon les régimes de fonctionnement, le COP moyen est de l'ordre de 4,5.

**Figure 19 : Exemple type de montage en série**



Remarque : les régimes de températures sont donnés à titre indicatif.

Figure 20 : Exemple de montage en parallèle



Remarque : les régimes de températures sont donnés à titre indicatif.

Le montage en parallèle ne permet pas de valoriser pleinement la ressource géothermique, en raison d'une température de retour du réseau trop élevée. De plus, la température au départ du réseau est trop faible au regard des régimes de températures des différents abonnés. Il est donc préférable d'adopter un montage en série.

### 2.3.2.3 Appoint et secours du réseau

L'appoint et le secours peuvent faire l'objet de plusieurs montages :

- appoint-secours centralisé : installé dans la centrale géothermique, c'est la solution la mieux adaptée à la conduite d'un réseau de chaleur géothermique ;
- appoint-secours décentralisé : cette solution consiste à conserver les chaufferies des ensembles existants raccordés au réseau. Le réseau de chaleur délivre en base de l'énergie géothermique et chaque chaufferie des abonnés assure son appoint et son

secours. Dans ce cas de figure, l'investissement est limité, mais la gestion optimale du réseau est plus difficile. Il est préférable que ces chaufferies soient gérées par un seul exploitant, celui du réseau.

- appoint-secours semi-centralisé : si certains sites présentent plusieurs chaufferies préexistantes, en général surpuissantes pour les ensembles qu'elles desservent, alors elles peuvent servir d'appoint sur le réseau. Certains peuvent également se déconnecter du réseau si nécessaire et assurer les besoins des bâtiments auxquels elles sont associées. Une telle solution nécessite une architecture du réseau pensée de manière à permettre l'appoint et le secours par ces chaufferies, ce qui n'est pas toujours évident en termes de gestion des régimes de températures, et des débits.

Il pourrait être envisagé, par exemple, de conserver les chaudières installées dans les chaufferies desservant l'ASL Le Moleret et l'ASL La Redoute le cas échéant, de manière à assurer l'appoint sur le réseau. Cette solution impose des complexités fortes en termes de régulation et devra être regardée de près si cette solution semble privilégiée à cause d'une impossibilité de centraliser l'appoint-secours.

#### 2.3.2.4 Réseau de chaleur de transport et de distribution

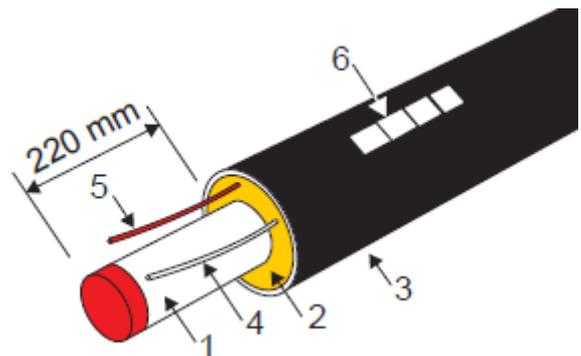
##### Aspects techniques de réseau

La technologie utilisée pour ce type de réseau est de manière assez classique de l'acier pré-isolé.

Le schéma ci-dessous détaille ce type de matériel.

**Figure 21 : conception technique d'un réseau**

- 1 Tube caloporteur en acier
- 2 Isolation en mousse de polyuréthane
- 3 Enveloppe extérieure en polyéthylène, PE-HD
- 4 Fil pour surveillance en cuivre étamé
- 5 Fil de service en cuivre
- 6 Étiquette de tuyau



Les réseaux en acier pré-isolé peuvent être combinés avec des réseaux souples (acier fin ou plastique) pré-isolé pour des petits diamètres, ce qui permet de limiter fortement les coûts de pose et de fourniture. Les coûts d'exploitation de tels matériels dans le cas de chauffage urbain sont assez peu connus à ce jour, ce qui ne facilite pas le déploiement de ce type de solutions très utilisées dans le bâtiment.

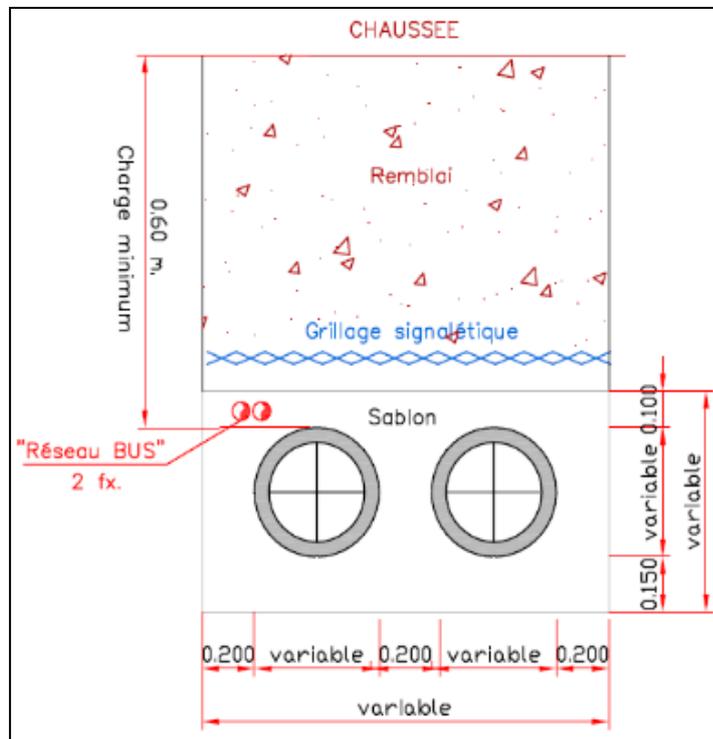
Ces équipements, de tout type, seront posés en enterré correspondant à la réglementation de pose des réseaux en BP.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le schéma suivant détaille la coupe de tranchée à prévoir :

**Figure 22 : Coupe de la tranchée du réseau de chaleur**



### Projets de réfection de voiries et/ou de réseau

#### Création du Mail Bois-Perrier

Parmi l'ensemble des actions prévues sur le quartier Bois Perrier Marnaude, la création du mail piéton reliant la rue Conrad Adenauer à la Place Messenger est particulièrement importante puisqu'il permet de créer des cheminements piétons confortables, lisibles et structurants en liant les différents espaces de projet et en améliorant l'accessibilité aux équipements des différents quartiers.

L'emprise du mail piéton est conséquente (10 mètres) et permet un aménagement paysager.

Le plan suivant présente l'emplacement des travaux envisagés au cours de l'année 2013.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Figure 23 : Localisation des futurs travaux du mail Bois-Perrier**



Il n'y a pas d'autres travaux de voiries prévus à moyen terme permettant d'envisager de faire des économies de génie civil sur les travaux de réseau.

### **Contraintes de franchissement de voies spéciales**

La Ville de Rosny sous Bois est traversée du Nord au Sud par deux axes importants : d'une part, l'autoroute A86, et d'autre part, la voie ferrée du RER E. La disposition des différents abonnés sur le territoire de Rosny sous Bois est telle qu'un franchissement de ces deux axes par le réseau de chaleur est nécessaire. Ce paragraphe décrit les contraintes techniques de franchissement de ces ouvrages.

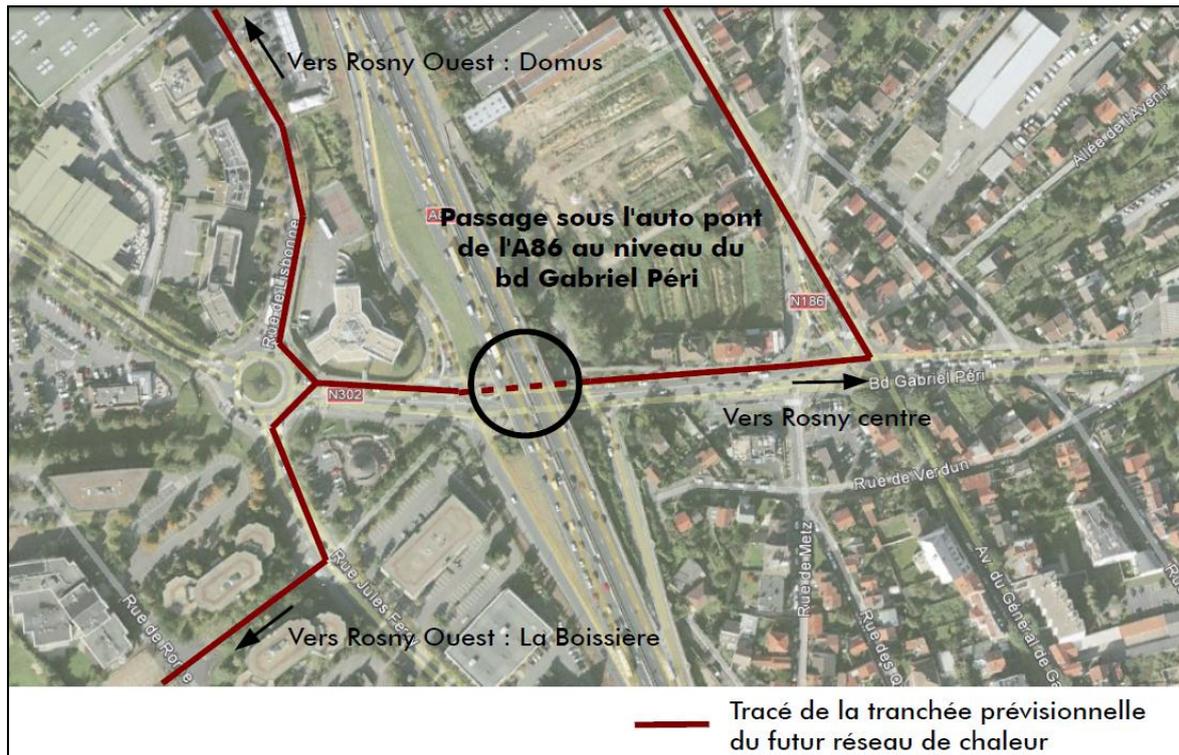
#### Autoroute A86

Afin d'éviter la réalisation d'un fonçage coûteux sous l'autoroute A86, il est proposé de traverser cet axe au niveau du boulevard Gabriel Péri ; l'A86 traversant au dessus de cet axe via un auto-pont. Le passage est indiqué sur la vue aérienne suivante :

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 24 : Localisation de la traversée de l'A86

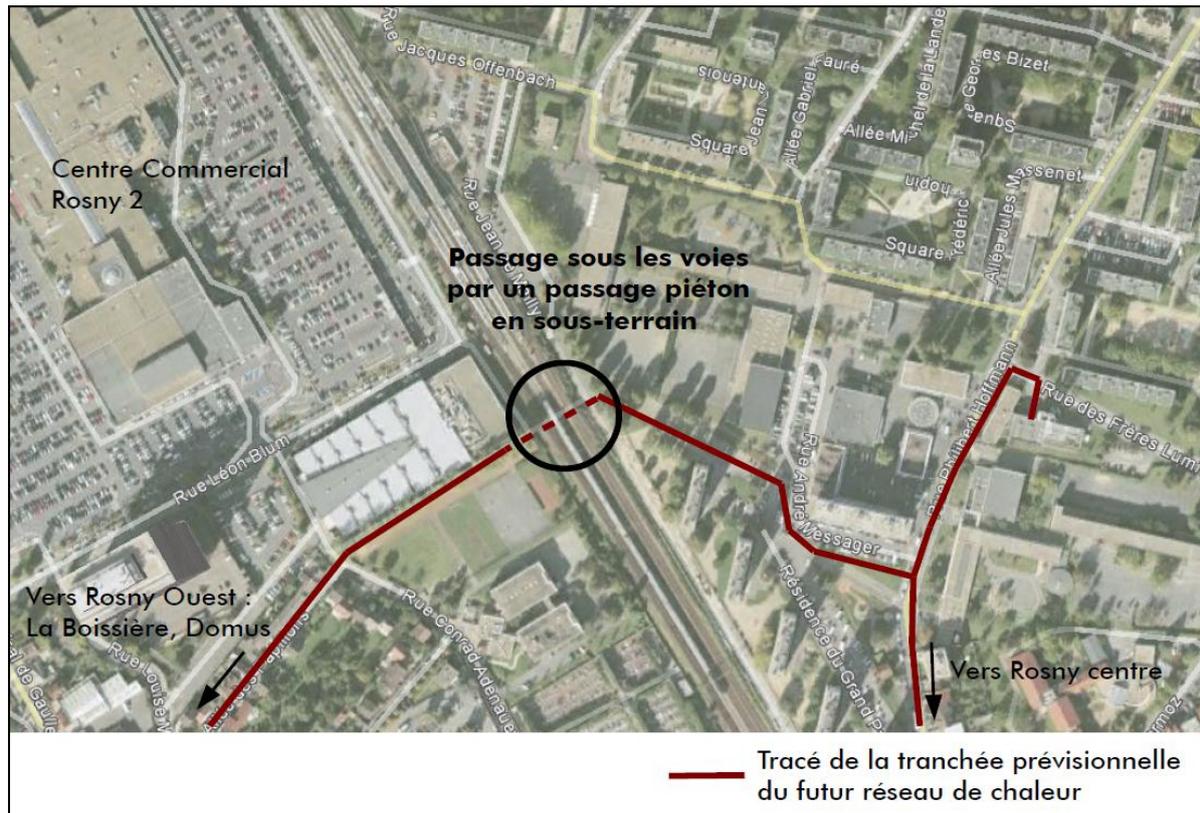


Les contraintes techniques liées au passage sont celles correspondant à une voie classique. Les fondations sous les piliers supportant l'auto pont de l'A86 sont des pieux au droit des piliers. Il n'y aurait donc pas d'interférences techniques avec notre réseau qui pourrait passer en tout autre endroit sous le pont.

### Voies SNCF

La traversée de la voie SNCF est délicate ; le dévers de cette voie sur la partie Sud de la ville rend un éventuel fonçage coûteux, et les rares ponts traversant au dessus de la voie ne sont pas assez épais pour y implanter le réseau. En revanche, il existe un passage piéton sous la voie ferrée derrière le cinéma UGC qui permettrait d'éviter la réalisation quasi-obligatoire d'un fonçage en tout autre endroit ; il est indiqué sur la vue aérienne suivante :

Figure 25 : Localisation de la traversée des voies SNCF



Les contraintes techniques identifiées liées au passage sont les suivantes :

- présence d'une conduite GrT Gaz le long des voies ferrées à faible profondeur qu'il sera probablement nécessaire de contourner en tranchée fermée ;
- réseau d'assainissement passe au même endroit ;
- le passage piéton est étroit, il se peut, au regard des réseaux annoncés comme déjà présent, que le passage ne puisse se faire que dans le talus à côté en tranchée fermée.

#### Conduite GRT Gaz

Des distances minimales doivent être respectées entre les génératrices des canalisations, et un grillage avertisseur doit être placé entre les deux conduites. Il est possible de passer soit au-dessus, soit en dessous de la conduite.

GRT Gaz, qui a émis un avis favorable au projet, a également signalé la présence de protections métalliques dans la zone de passage projetées, dont l'intégrité et la position devra être respectée.

La mise en place de réseau de chaleur en tranchée fermée augmente les coûts de manière substantielle. Ces coûts sont d'autant plus élevés que la tranchée fermée est profonde. Les éléments de détails nécessaires aux passages seront identifiés en phase opérationnelle.

2.3.2.5 Livraisons de la chaleur et systèmes d'émissions

**Caractéristiques des postes de livraison**

Le poste de livraison sera installé dans un local de 25 m<sup>2</sup> au moins et de 3 m de hauteur.

Le schéma de principe en sous-station dépendra de la production de chaleur en aval :

- l'opérateur assure-t-il la production d'ECS (ce qui constituera le meilleur des cas pour un réseau de chaleur géothermique) ;
- l'ECS peut être collective tout en étant assuré par l'exploitant du bâtiment ;
- l'ECS peut être individuel dans les logements ;
- le chauffage sera toujours centralisé.

Les schémas suivants présentent les raccordements envisageables en fonction des Abonnés. Ces schémas pourront être adaptés à la marge par l'opérateur en fonction des circonstances du projet en phase opérationnelle.

**Figure 26 : Cas de la production de l'ECS par l'opérateur du réseau de chaleur**

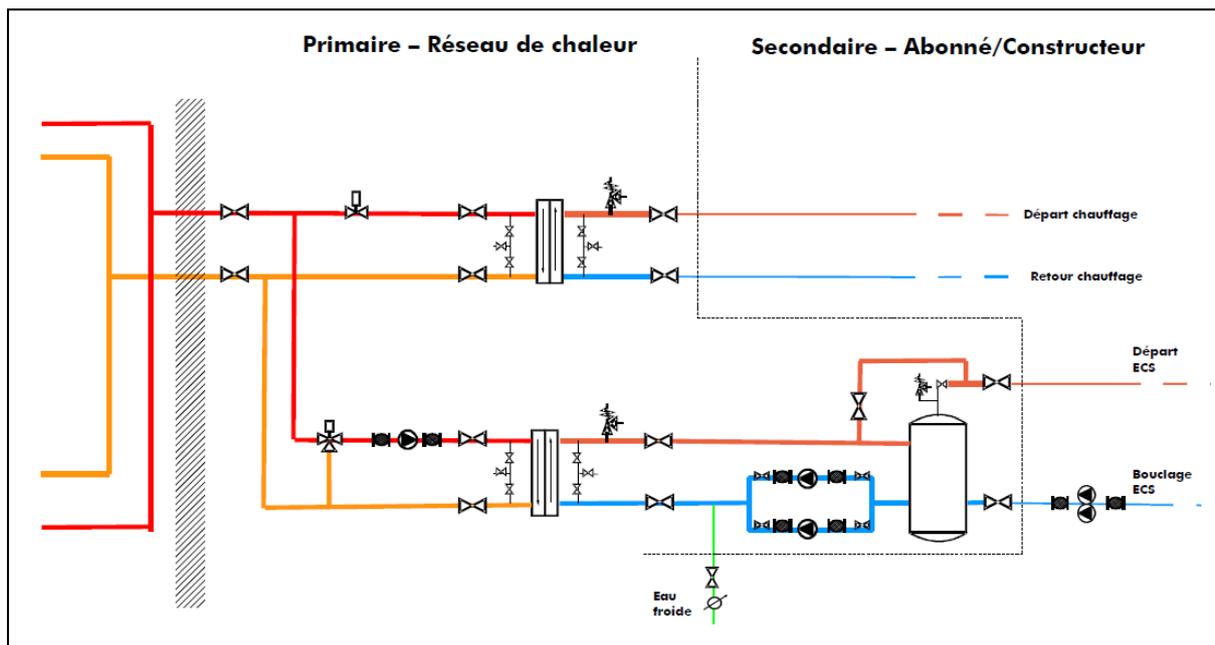


Figure 27 : Cas de la production de l'ECS par l'Abonné avec un échangeur dédié

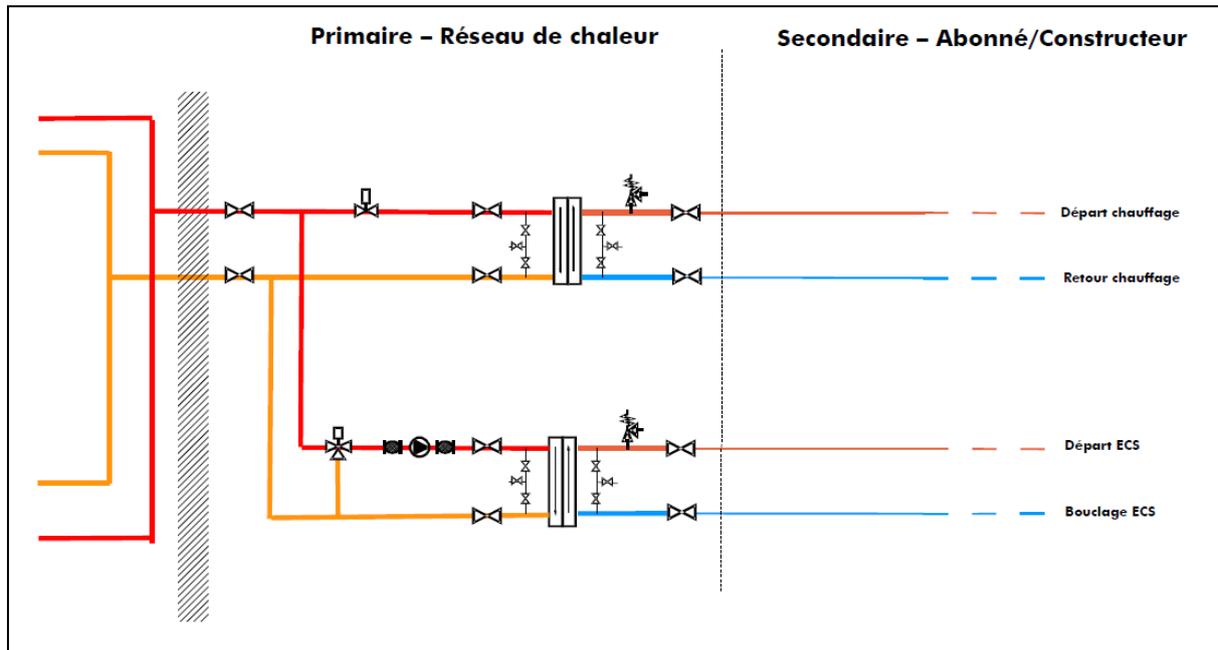
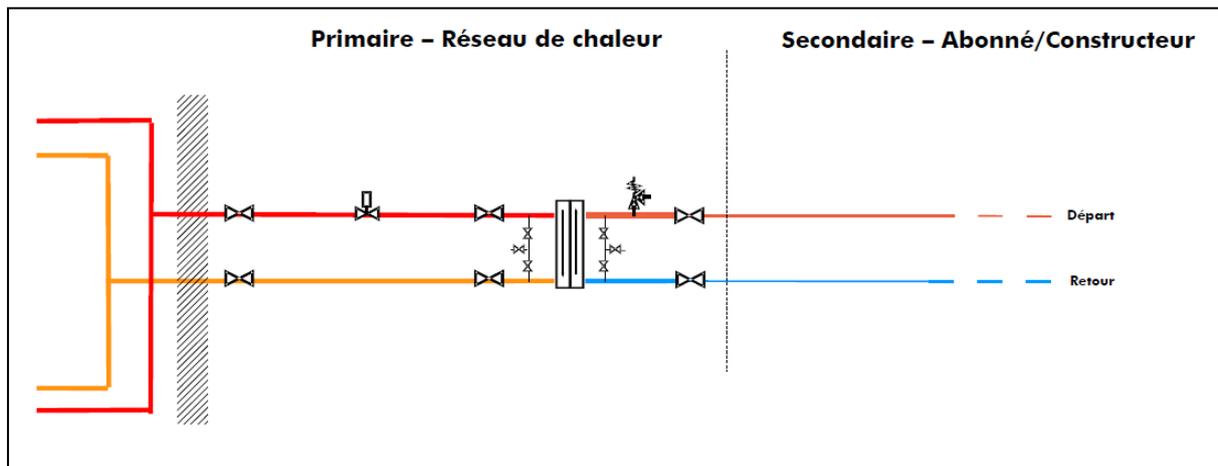


Figure 28 : Cas de la production de l'ECS via le réseau de chauffage ou avec absence de production centralisée d'ECS



### Modifications des installations secondaires

Dans le cadre d'un réseau de chaleur géothermique, le pertinence et la rentabilité du projet dépend principalement du régime de température des bâtiments raccordés. Plus ces régimes de température sont bas, et plus la ressource géothermique est valorisée dans des conditions techniques, et donc économiques, performantes.

Parmi les grands abonnés, l'ASL Le Moleret du quartier Bois-Perrier et les logements de l'OPH 93 du quartier du pré-Gentil alimentent tous deux des émetteurs en planchers

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

chauffants, ce qui est optimal du point de vue des régimes de températures avec un fluide retour de l'ordre de 35 °C sur le circuit de chauffage du bâtiment.

La régulation du réseau alimentant le quartier Bois-Perrier-Les Marnaudes pourrait cependant être optimisée au regard du réseau de chaleur géothermique même si cette optimisation n'est pas substantielle dans le cadre des simulations énergétiques réalisées.

Les ensembles, qui constituent un enjeu important en termes d'optimisation des températures de retour, sont la chaufferie du quartier de la Boissière gérée par l'ASL La Redoute, et les chaufferies du Fort de Rosny.

### Le réseau du quartier de la Boissière – ASL La Redoute

Le réseau de chaleur de ce quartier fonctionne à un régime de température pénalisant pour le réseau de chaleur géothermique car les températures des fluides retour y sont trop élevées (de l'ordre de 70 °C quasiment toute l'année). Le régime de fonctionnement de ce réseau est élevé au regard des régimes de température des circuits de chauffage internes aux bâtiments dont les retours sont entre 60°C et 30°C une majorité de l'année.

Après échange avec l'exploitant de ce réseau de chaleur et analyse des éléments techniques d'exploitation, il apparaît un défaut de conception de ce réseau qui serait sous-dimensionné pour livrer la chaleur demandée, ce qui expliquerait les valeurs élevées du régime de température.

La solution consiste à re-dimensionner et remplacer le réseau avec des canalisations plus importantes et de remplacer les échangeurs en sous-stations pour augmenter la surface d'échange des fluides du réseau et du circuit de chauffage du bâtiment. Pour ce faire, le réseau de chaleur de l'ASL devra être reversé dans le périmètre de la future DSP afin de s'assurer du maintien d'un régime de fonctionnement adéquate par l'Opérateur.

Le chiffrage du remplacement de ses installations est pris en compte dans l'économie globale de l'opération géothermique.

### Le Fort de Rosny

Les installations du Fort de Rosny sont alimentées par un ensemble de sous-stations dont le régime de fonctionnement n'est pas connu.

Les hypothèses de fonctionnement considérés sont des conditions plausibles de fonctionnement ni contraignantes, ni avantageuses pour un réseau de chaleur géothermique.

Il est suggéré d'intégrer la réalisation et l'exploitation du réseau qui relie toutes les chaufferies dans l'enceinte du Fort, dans la prestation de l'Opérateur de la future DSP afin de s'assurer du parfait équilibrage du réseau hydraulique permettant l'optimisation des températures de retour. Ce chiffrage est pris en compte dans l'économie globale de l'opération géothermique.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.3.3 Définition énergétique du projet envisagé

#### 2.3.3.1 Liste des abonnés potentiels

Le tableau suivant présente la liste des abonnés potentiels dans le périmètre du projet du présent rapport.

**Tableau 15 : Liste des abonnés potentiels dans le périmètre du projet**

N°	NOM	Abonnés	Adresse du bâtiment
1	ASL Le Moleret	ASL Le Moleret – Syndic Foncia ICV	rue des Frères Lumière
2	G.S. des Marnaudes	Ville de Rosny-sous-Bois	rue Philbert Hoffmann
3	Résidence « Les Maillards »	Rés. Les Maillards – Syndic Foncia ICV	108, Bd de la Boissière
4	G.S. de la Boissière	Ville de Rosny-sous-Bois	rue Etienne Dolet
5	Maternelle Niepce	Ville de Rosny-sous-Bois	rue de la Dhuis
6	Maternelle Raspail	Ville de Rosny-sous-Bois	mail Raspail
7	Primaire Raspail	Ville de Rosny-sous-Bois	rue des Tulipiers
8	Complexe Boissière	Ville de Rosny-sous-Bois	boulevard de la Boissière
9	Primaire du Centre	Ville de Rosny-sous-Bois	rue Marie Betremieux
10	Maternelle Kergomard	Ville de Rosny-sous-Bois	rue d'Estienne d'Orves
11	Centre nautique	Ville de Rosny-sous-Bois	rue d'Estienne d'Orves
12	Fort de Rosny-sous-Bois	Ministère de la Défense	allée du Maréchal Moncey
13	ASL La Redoute	ASL La Redoute – Oralia Lescalier	rue Lucien Pinion
14	Centre commercial DOMUS	Accessite	16, rue de Lisbonne
15	Noisy - Cité Le Londeau – LOGIREP	LOGIREP	1-6 rue Paul Verlaine
16	Noisy - Cité Le Londeau – SEMINO	SEMINO	12-14 rue Paul Verlaine

Neuf entités seraient alors abonnées du réseau de chaleur :

- trois syndicats dont une partie composée des bailleurs sociaux ;
- la Ville de Rosny-sous-Bois ;
- deux bailleurs ;
- un opérateur privé (accessite) ;
- le Ministère de la Défense.

#### 2.3.3.2 Puissance souscrite

Le tableau suivant présente les puissances souscrites des abonnés potentiels, calculés en fonction de la puissance appelée par -7°C affectée d'un coefficient de surpuissance (1,2) pour la mise en chauffe du réseau de chauffage, et d'un coefficient pour la prise en compte de la perte en ligne (10%) pour le réseau de chauffage et l'ECS.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 16 : Puissances souscrites des abonnés potentiels**

N°	NOM	Chauffage collectif	ECS collective	Puissance appelée par	Puissance souscrite
				-7°C kW	kW
1	ASL Le Moleret	OUI	NON	5 980	7 894
2	G.S. des Marnaudes	OUI	NON	980	1 294
3	Résidence « Les Maillards »	OUI	OUI	2 050	3 133
4	G.S. de la Boissière	OUI	OUI	280	387
5	Maternelle Niepce	OUI	OUI	60	83
6	Maternelle Raspail	OUI	OUI	90	124
7	Primaire Raspail	OUI	NON	140	185
8	Complexe Boissière	OUI	OUI	150	207
9	Primaire du Centre	OUI	OUI	250	345
10	Maternelle Kergomard	OUI	OUI	140	192
11	Centre nautique	OUI	OUI	1 050	1 446
12	Fort de Rosny-sous-Bois	OUI	OUI	3 390	4 751
13	ASL La Redoute	OUI	OUI	5 060	7 608
14	Centre commercial DOMUS	OUI	NON	680	898
15	Noisy - Cité Le Londeau – LOGIREP	OUI	OUI	3 180	4 994
16	Noisy - Cité Le Londeau – SEMINO	OUI	OUI	1 540	2 343
<b>TOTAL</b>		-	-	<b>25 020</b>	<b>35 884</b>

La puissance appelée maximale en chaque sous-station par -7°C serait de plus de 25 MW. La puissance souscrite totale intégrant un coefficient de surpuissance, les pertes en ligne du réseau de chaleur et la puissance maximale appelée en ECS serait de plus de 36 MW environ.

Cette puissance souscrite aura deux significations majeures dans le cadre du projet :

- définir pour chaque abonné la puissance maximale que l'opérateur s'engage à fournir ;
- déterminer la clé de répartition des charges fixes des installations de production et de distribution.

### 2.3.3.3 Bilan énergétique

Le tableau suivant présente les besoins en chaleur des abonnés potentiels déterminés pour une année de référence de 2 518 DJU rendant compte de la rigueur climatique constatée ces dernières années.

Ces besoins sont calculés en sortie d'échangeurs du poste de livraison et n'intègrent donc pas les pertes en lignes du réseau, les rendements des échangeurs, etc.

Les besoins totaux annuels de l'ensemble des abonnés représentent un total d'environ 69 GWh.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 17 : Besoins en chaleur des abonnés potentiels**

N°	NOM	Besoins	Besoins
		annuels de chauffage	annuels d'ECS
		MWh	MWh
1	ASL Le Moleret	14 700	-
2	G.S. des Marnaudes	2 400	-
3	Résidence « Les Maillards »	4 700	1 700
4	G.S. de la Boissière	680	70
5	Maternelle Niepce	130	15
6	Maternelle Raspail	210	20
7	Primaire Raspail	350	0
8	Complexe Boissière	360	35
9	Primaire du Centre	610	60
10	Maternelle Kergomard	340	30
11	Centre nautique	2 500	240
12	Fort de Rosny-sous-Bois	8 100	1 100
13	ASL La Redoute	11 400	3 700
14	Centre commercial DOMUS	850	-
15	Noisy - Cité Le Londeau – LOGIREP	6 960	3 171
16	Noisy - Cité Le Londeau – SEMINO	3 444	1 237
<b>TOTAL</b>		<b>57 700</b>	<b>11 400</b>

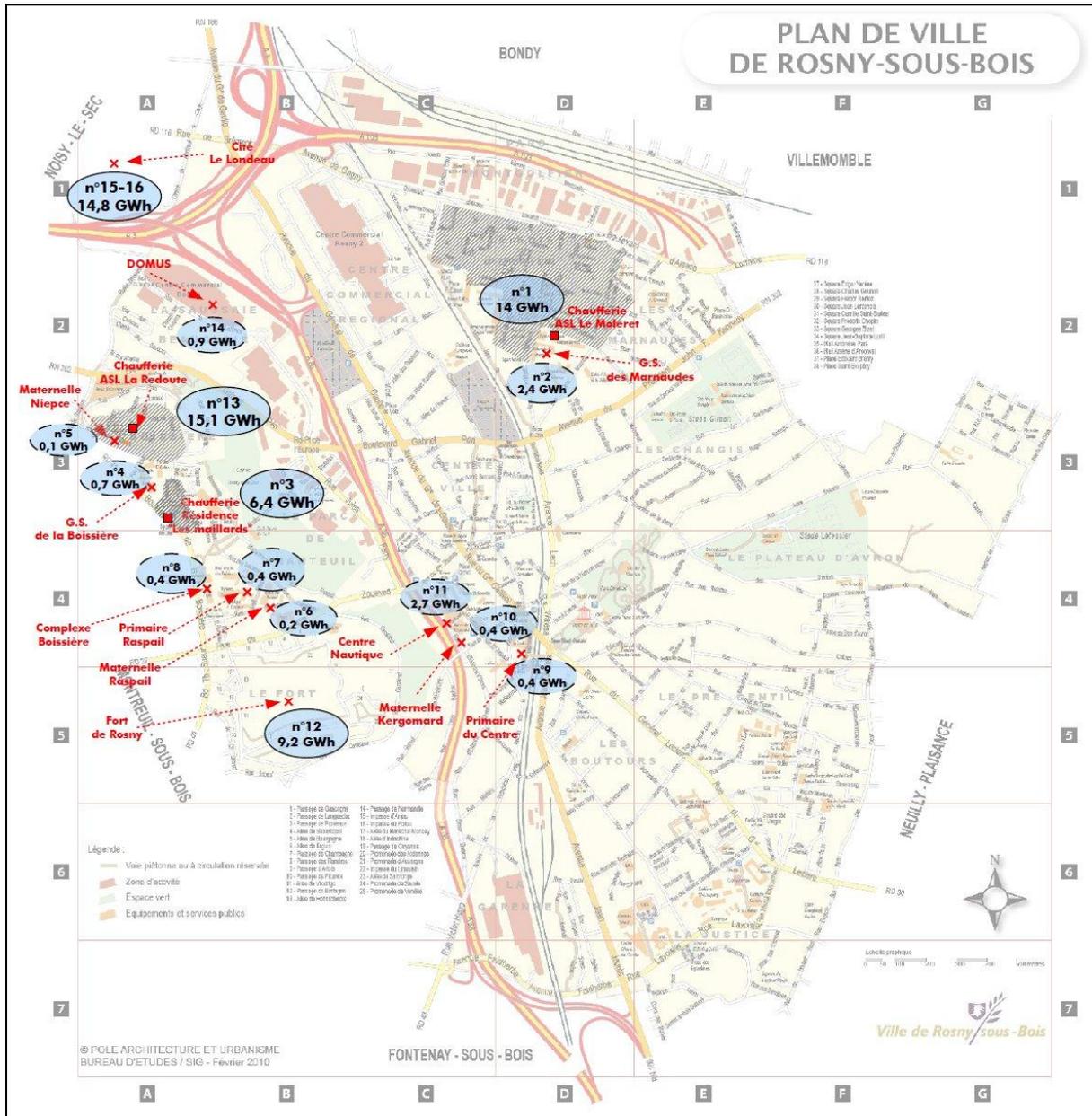
Remarques : pour la lisibilité des informations, il s'agit de valeurs arrondies. Les calculs ci-après sont réalisés sur la base de courbe monotone manipulant des valeurs exactes, ce qui explique les écarts minimes qui pourraient être constatés.

La carte suivante présente la localisation des besoins énergétiques selon le périmètre défini ci-avant :

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 29 : Localisation des besoins énergétiques



Cette carte montre que les besoins en chaleur sont structurés en quatre grandes zones :

- la zone de la Boissière avec des extensions au Sud 34 GWh jusqu'au Fort de Rosny-sous-Bois
- la zone du Bois Perrier 17 GWh
- la zone du centre Ville entre l'A86 et la voie ferrée 4 GWh
- la zone du Londeau sur Noisy-le-Sec 15 GWh

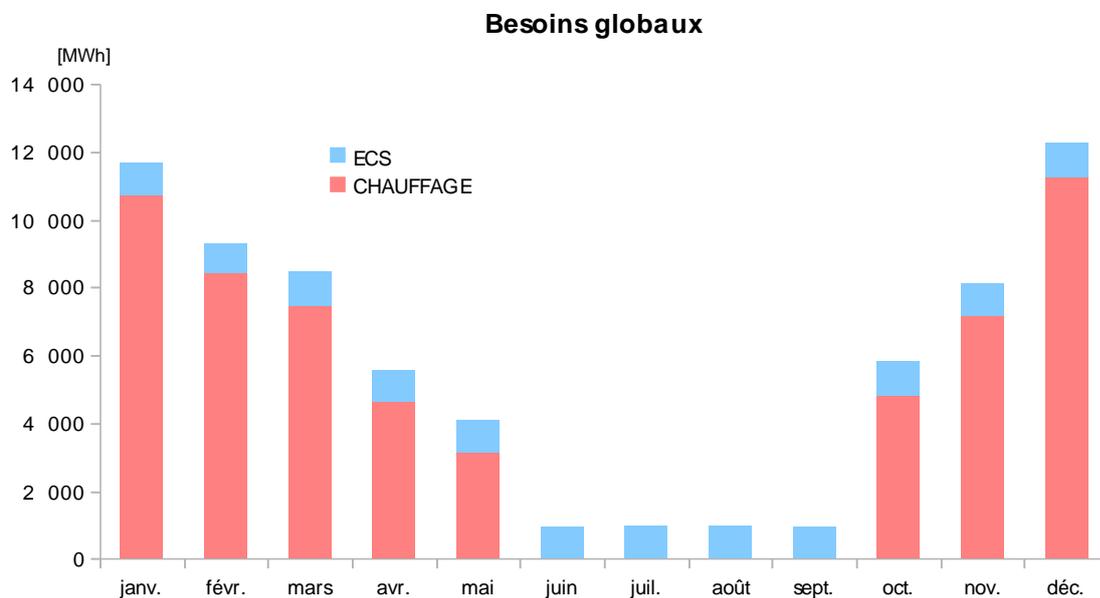
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le tableau ci-dessous présente les besoins mensuels en chauffage et ECS issues des modélisations horaires de consommations.

**Tableau 18 : Besoins mensuels en chauffage et ECS issues des modélisations horaires de consommation**

BESOINS GLOBAUX			
MOIS	BESOINS TOTAUX <i>MWh</i>	CHAUFFAGE <i>MWh</i>	ECS <i>MWh</i>
janv.	11 686	10 717	969
févr.	9 300	8 425	875
mars	8 455	7 486	969
avr.	5 548	4 610	938
mai	4 104	3 136	969
juin	938	0	938
juil.	969	0	969
août	969	0	969
sept.	938	0	938
oct.	5 800	4 831	969
nov.	8 097	7 160	938
déc.	12 245	11 277	969
<b>TOTAL</b>	<b>69 049</b>	<b>57 641</b>	<b>11 407</b>



Ces simulations serviront de base au dimensionnement des installations de production.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.3.4 Conception technique et dimensionnement du projet envisagé

#### 2.3.4.1 Définition spécifique des installations de production

### Doublet géothermique

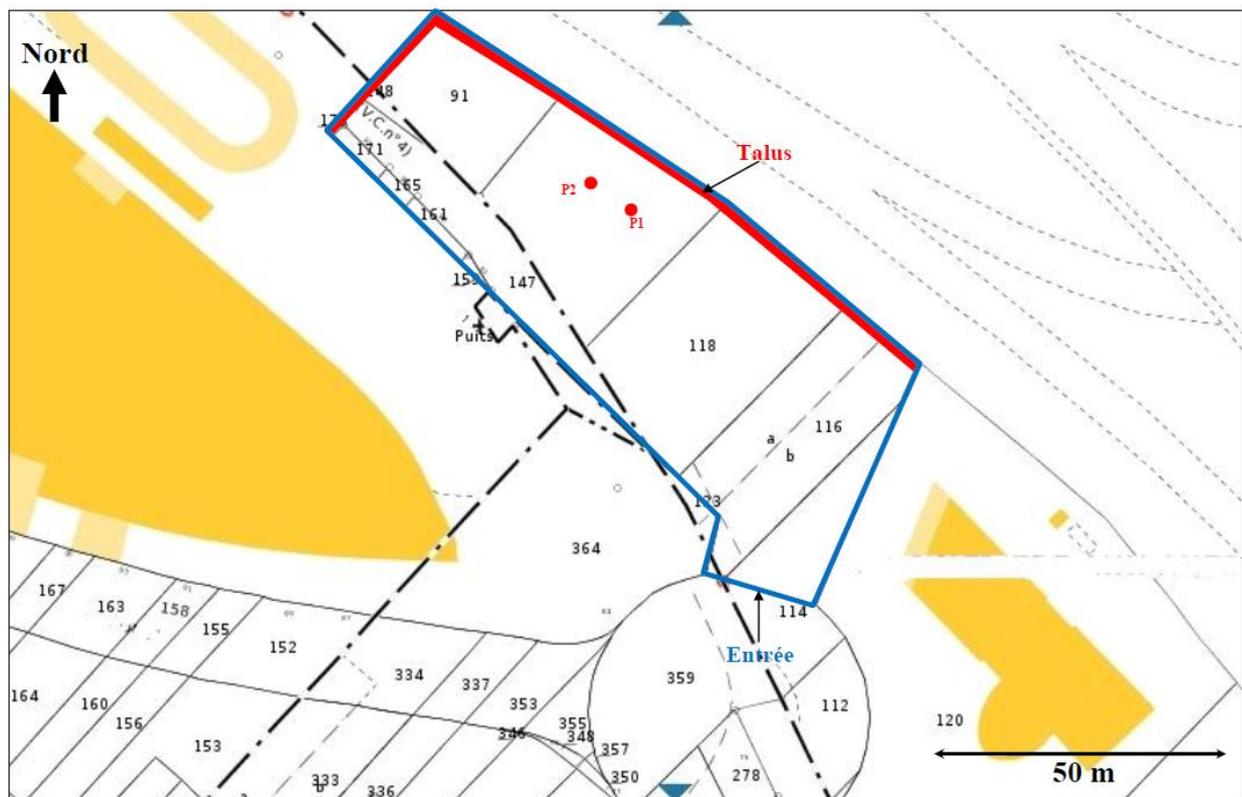
#### Site retenu

Le site de forage retenu est situé à proximité de l'entreprise OMRON à l'Est du DOMUS, sur le périmètre de la ZAC Saussaie Beauclair. Il appartient à la SEMRO et une cession complète ou partielle sera envisagée. La surface totale disponible est de 3 800 m<sup>2</sup>.

Le plan ci-dessous précise les parcelles nécessaires pour le projet.

En phase exploitation, seules les parcelles 90 et 91 devront être neutralisées techniquement pour pouvoir effectuer des opérations de maintenance lourdes et prévoir de mettre en place un bâtiment accueillant les installations techniques.

**Figure 30 : Plan cadastral du site retenu**



## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Caractéristiques du doublet géothermique utilisées dans les simulations énergétiques

Les études hydrogéologiques donnent des estimations des paramètres d'exploitation du doublet. Il est pris dans l'étude énergétique les caractéristiques suivantes :

Température d'exhaure :	62 C
Pincement des échangeurs géothermiques :	1 C
Débit maximal d'exhaure :	350 m <sup>3</sup> /h

Ces caractéristiques sont jugées réalistes au regard des études, et permettent d'estimer l'équilibre énergétique du réseau de chaleur.

### Contraintes d'aménagement des installations de production

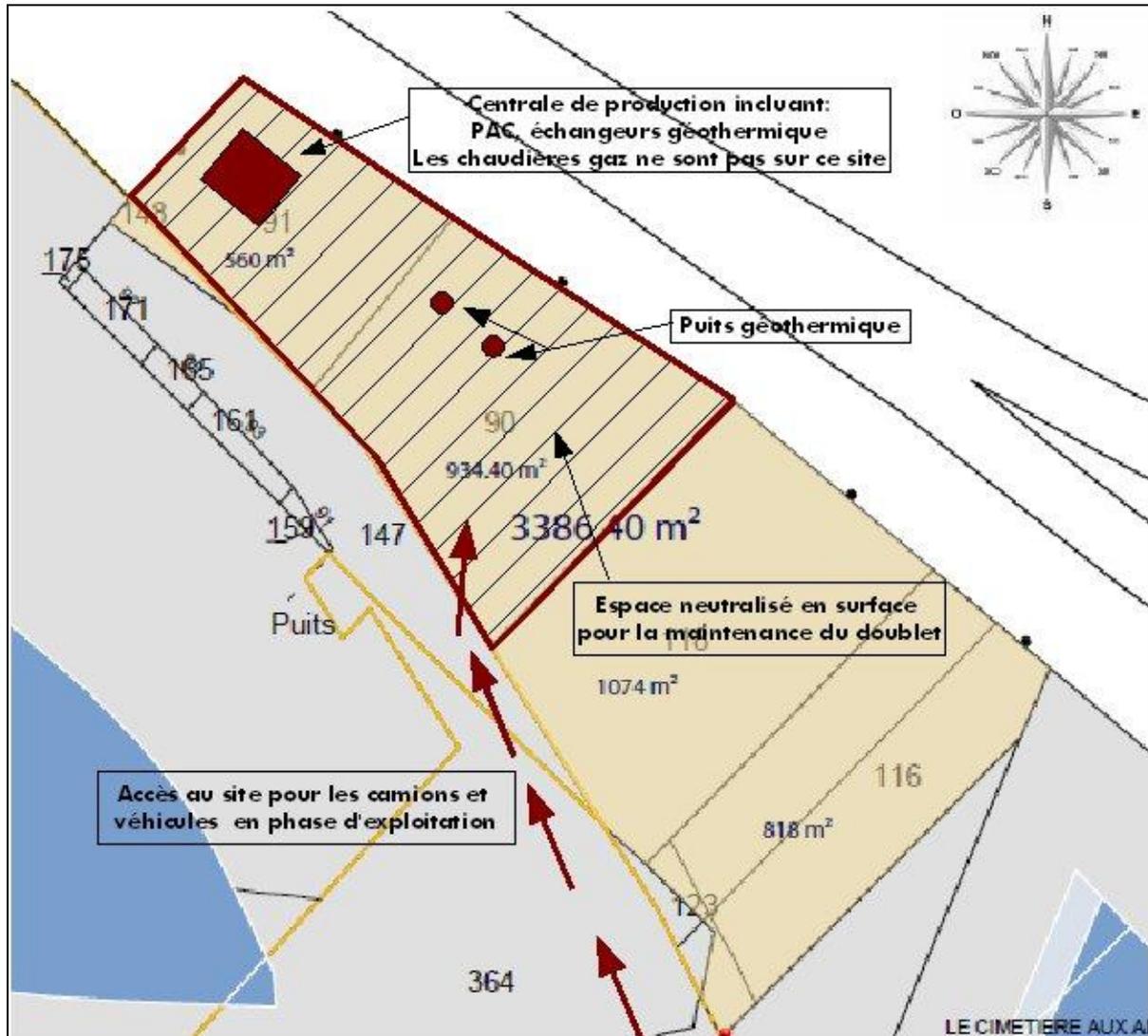
Le schéma de principe d'implantation ci-dessous permet de visualiser l'encombrement sur le site recevant :

- les installations de production de chaleur par pompe-à-chaleur ;
- les installations de récupération de l'énergie géothermale via des échangeurs ;
- les pompes de départ réseaux ;
- les puits de géothermie avec l'aire nécessaire au droit du site pour effectuer des opérations de maintenance lourde ;
- et tous les équipements nécessaires sur le site.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 31 : Plan de principe du site en exploitation



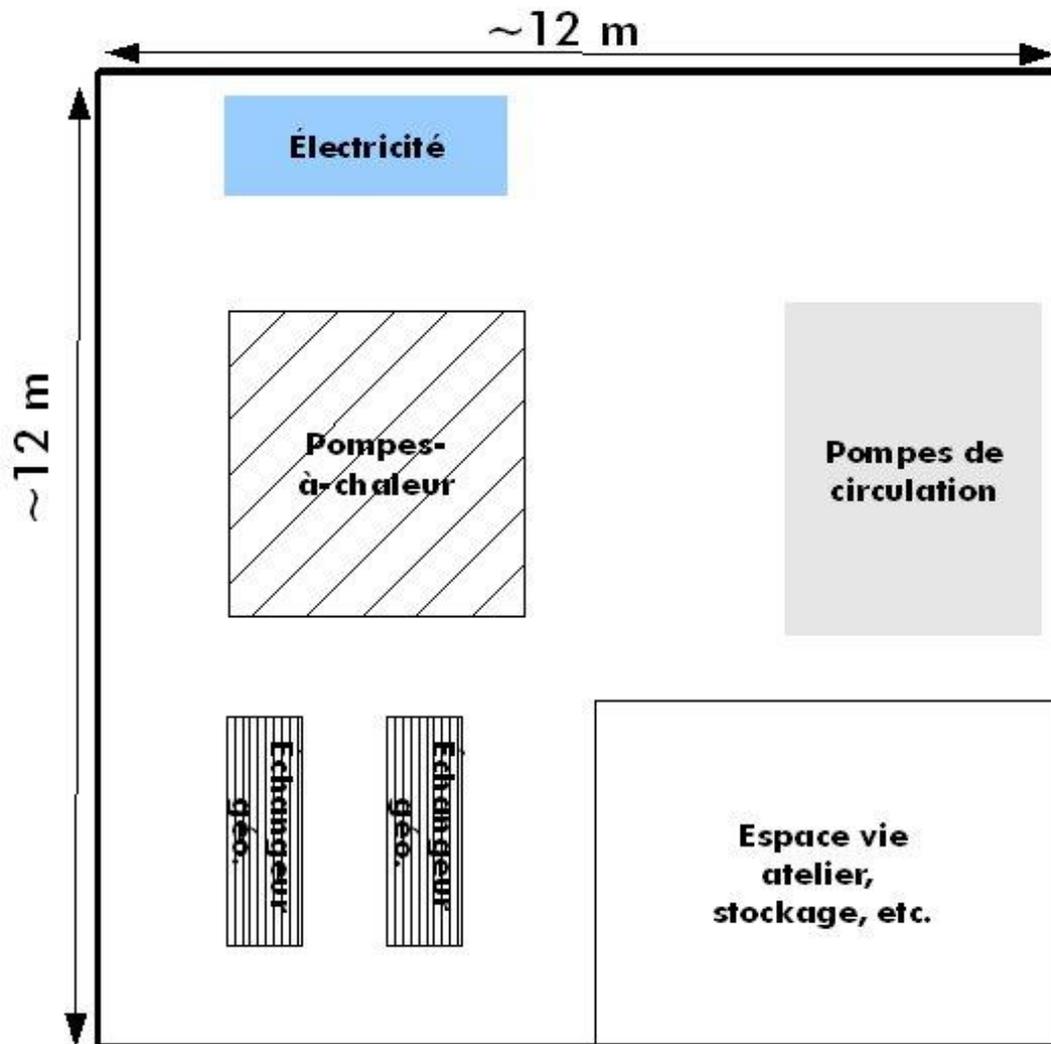
Le site ne disposera pas de centrale gaz. L'appoint-secours complémentaire sera assuré par des chaufferies existantes conservées détaillées ci-après.

De manière plus détaillée, le bâtiment de chaufferie aura les caractéristiques suivantes :

- longueur du bâtiment : ~ 12 m
- largeur du bâtiment : ~ 12 m
- hauteur du bâtiment : ~ 7 m
- hauteur de la cheminée : pas de cheminée

Le schéma suivant présente une disposition indicative des équipements d'un tel ouvrage :

**Figure 32 : Schéma de principe de la centrale de production**



*\*Échelle du plan approximative.*

Afin de ne pas réaliser de chaufferies gaz neuves sur le site géothermique, il est proposé de proposer des réseaux trois tubes localisés, et de conserver les chaufferies du quartier La Boissière (ASL La Redoute), de Bois-Perrier (ASL Le Moleret), du centre Nautique (Ville de Rosny), du Fort de Rosny (Ministère de la Défense) et du Londeau (Logirep et Semino). De cette manière, aucune chaufferie gaz n'est nécessaire sur le site de la centrale géothermique.

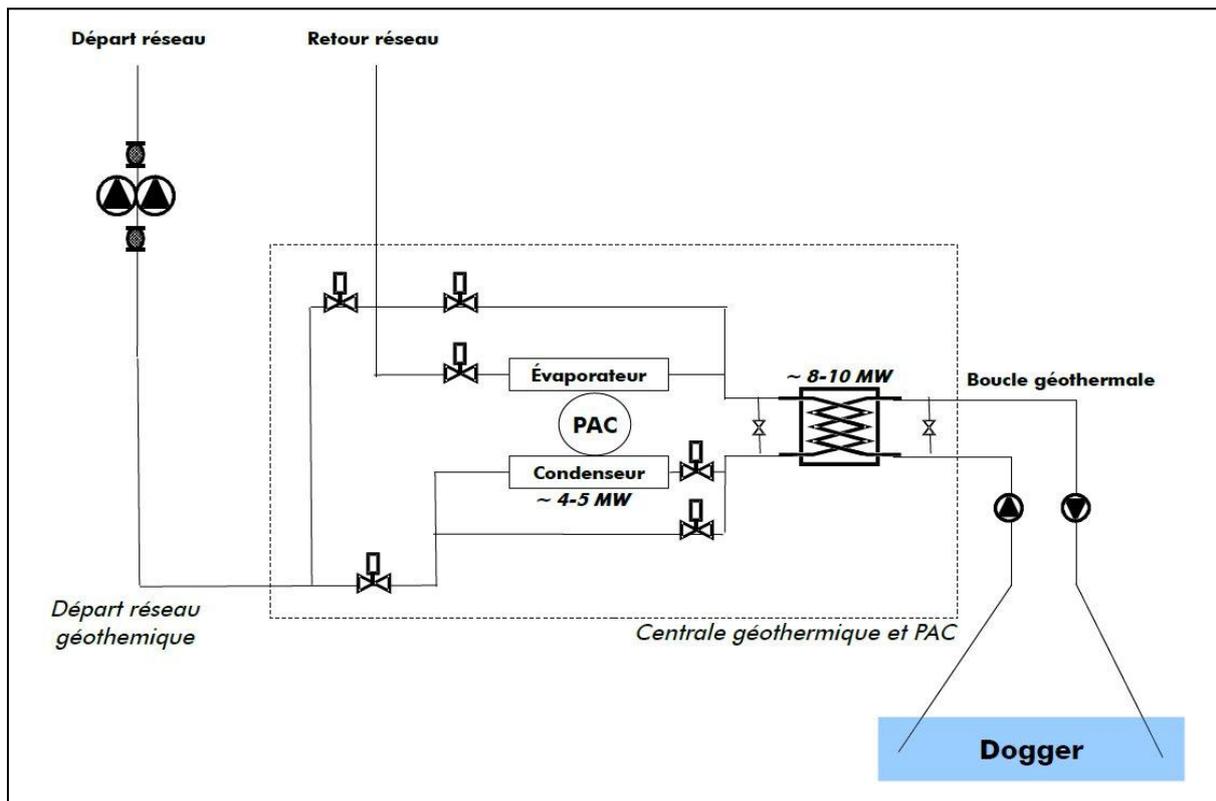
### Principe de fonctionnement de la centrale de production

Sur le principe, le retour du réseau de chaleur passe d'abord dans l'évaporateur de la pompe-à-chaleur pour diminuer la température des retours et valoriser au mieux la ressource géothermique en circulant dans l'échangeur géothermal pour ensuite être réchauffée à une température de 61°C. Le passage par le condenseur de la pompe à chaleur pour être amené à une température de 75°C (prise en compte d'un pincement de 1°C avec la PAC – température en sortie de condenseur 76°C), permet de valoriser directement la chaleur géothermique sur le réseau dans certaines périodes de l'année (mi-saison/été).

Dans les autres périodes de l'année (hiver/mi-saison), le fluide passera par les chaudières d'appoint dans les chaufferies décentralisées pour atteindre une température d'alimentation suffisante, de l'ordre de 95°C maximale selon la température extérieure, pour ensuite être distribué via un réseau en trois tubes le cas échéant.

Le schéma de principe de l'installation est représenté ci-dessous.

**Figure 33 : Synoptique du fonctionnement de la centrale de production**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Liste des équipements prévisionnels en centrale

Le tableau suivant présente de manière sommaire les équipements de la centrale géothermique, et PAC sur le site.

**Tableau 19 : Liste des équipements de la centrale de production**

Equipements et systèmes	
Divers	Géothermie
Pompes de réseau et variateur	Echangeurs à plaques 10,0 MW
Bâche et pompes de maintien de pression	Pompes à chaleur (P. condenseur) 4,0 MW
Armoire électrique	Compteurs d'énergie
Régulations	Pompes de circulation et variateur
Transformateur	Détection H2S
Filtres	

Les centrales gaz suivantes sont existantes et assureront l'appoint-secours des sous-stations concernées qui seront alors soit déconnectées du réseau pour assurer de manière autonome la fourniture de ces abonnés, soit les alimenter partiellement :

- centrale de Bois-Perrier (ASL Le Moleret) ;
- centrale de La Boissière (ASL La Redoute) ;
- centrale du centre Nautique (Ville de Rosny-sous-bois) ;
- centrales du Fort de Rosny-sous-bois pour son usage propre (Ministère de la Défense) ;
- centrales de la cité du Londeau (Logirep et Semino) pour leur usage propre.

Le détail des générateurs disposés dans les centrales existantes est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau 20 : Détail des générateurs disposés dans les centrales existantes**

Appoint-secours	
Bois Perrier	
Chaudière gaz	5,9 MW
Chaudière gaz	3,5 MW
Chaudière gaz	3,5 MW
La Boissière	
Chaudière gaz/fioul	3,2 MW
Chaudière gaz/fioul	3,2 MW
Chaudière gaz/fioul	3,2 MW
Chaudière gaz/fioul	2,0 MW
Pré-Gentil	
Chaudière gaz	2,0 MW
Chaudière gaz	2,0 MW
Chaudière gaz	1,9 MW
Chaudière gaz	1,9 MW
Fort de Rosny	
Chaufferie centrale du Fort (gaz)	5,8 MW
Chaufferie gaz	3,5 MW
Chaufferie gaz	0,5 MW
Chaufferie gaz	0,4 MW
Chaufferie gaz	0,4 MW
Cité du Londeau	
Chaufferie gaz	8,1 MW
Chaufferie gaz	6 MW*
*estimation	

Remarque : pour certaines chaufferies, le détail des chaudières installées n'a pas été précisé par les exploitants.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Intérêt de la mise en œuvre d'un réseau en trois tubes

Au regard de la configuration du projet, la mise en œuvre de zones en réseaux trois tubes apparaît comme étant à un niveau d'investissement inférieur à celui de la solution en deux tubes et la construction d'une chaufferie gaz en appoint-secours sur le site d'OMRON.

Dans le cas de la mise en œuvre d'un réseau trois tubes, les chaufferies principales suivantes devraient alimenter un réseau en trois tubes :

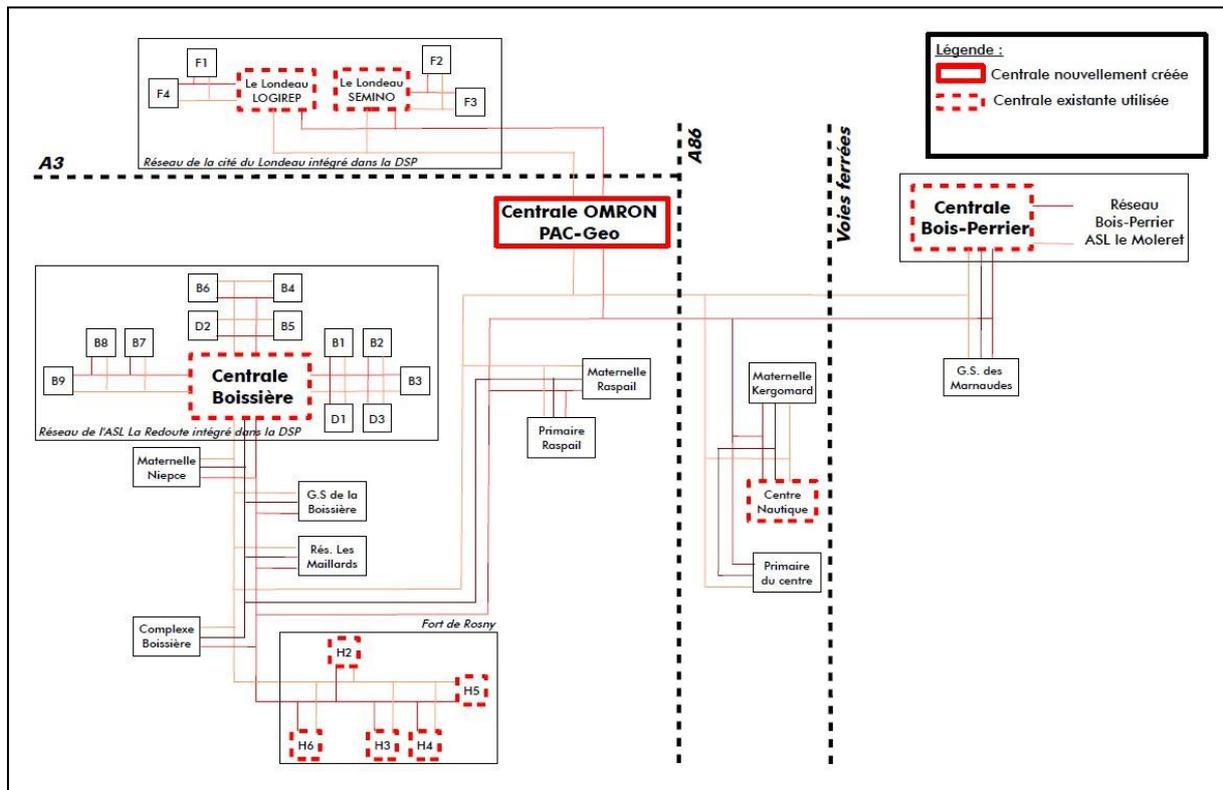
- chaufferie de l'ASL Le Moleret ;
- chaufferie de l'ASL La Redoute ;
- chaufferie du centre nautique.

Par ailleurs, la mise en œuvre ne pouvant pas être généralisée sur l'ensemble du réseau, il est nécessaire de conserver sept chaufferies délocalisées en sous-station, notamment :

- les cinq chaufferies du fort de Rosny-sous-bois,
- les deux chaufferies de la cité du Londeau (Logirep et Semino)

Le schéma suivant montre le principe de fonctionnement du réseau envisagé.

**Figure 34 : Principe de fonctionnement du réseau envisagé**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

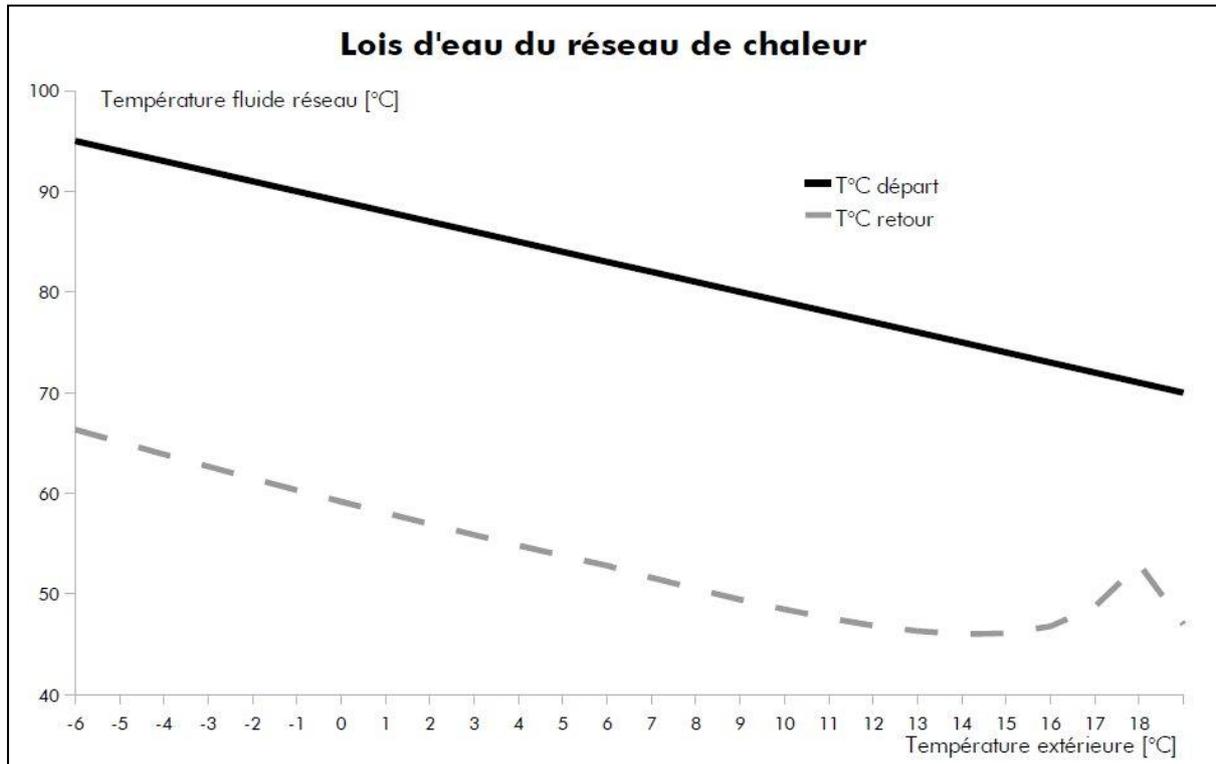
### Principe de régulation du réseau de chaleur

Les régimes de température en chaufferie sont :

- température de départ : 95°C par -7°C extérieur / 70°C par 18°C extérieur
- température de retour : 66°C par -7°C extérieur / 50°C par 18°C extérieur

Ces dernières seront adaptées par l'opérateur technique en phase d'exploitation.

**Figure 35 : Loi d'eau du réseau de chaleur**



### Cas spécifique de la Pompe-à-chaleur

La pompe-à-chaleur permet de diminuer les températures de retour du réseau pour valoriser de la chaleur géothermale.

Il est prévu d'installer un système de PAC respectant les caractéristiques suivantes :

Puissance condenseur :	4 MW
COP :	entre 4 et 5
Température sortie condenseur :	76 °C
Température départ réseau de chaleur :	75 °C (pincement de 1°C)
Température retour réseau de chaleur :	66°C/47°C
Température sortie évaporateur :	58°C/39°C

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Débit maximal de la boucle géothermique : 350 m<sup>3</sup>/h

Ces caractéristiques sont celles utilisées dans les calculs de simulations thermiques pour déterminer le taux de couverture de la géothermie et de la PAC.

### 2.3.4.2 Analyse énergétique de la production

#### **Hypothèses et modélisations**

Afin de simuler les appels de puissance des différents abonnés, il a été nécessaire d'établir certaines hypothèses de fonctionnement pour le calcul des besoins, à partir des données de base que nous avons à notre disposition.

Le calcul des besoins est basé sur les consommations en chauffage et en ECS des différents abonnés et les factures d'énergie annuelles de 4 saisons de chauffe : 2007/08, 2008/09, 2009/10 et 2010/11. Une moyenne des consommations de chauffage et d'ECS a ainsi été établie pour le DJU de référence. La prise en compte de 4 saisons de chauffe permet de s'affranchir des différences de rigueur climatique d'une saison à une autre en considérant une saison de rigueur moyenne.

La puissance appelée par les différents abonnés pour le chauffage a été considérée comme dépendant de la température extérieure ; celle appelée pour la production d'ECS est supposée régulière.

Le nombre d'heures d'appel de chaque niveau de température comprise entre -7°C et 18°C a été déterminé à partir des DJU journaliers sur les 4 saisons de chauffe indiquées précédemment. Les DJU journaliers sont définis comme la différence entre la température extérieure au-delà de laquelle on considère qu'il n'est pas nécessaire de chauffer les bâtiments et la température extérieure moyenne de la journée considérée.

Les DJU sont ainsi définis, pour chaque jour  $i$  du 1er septembre au 30 juin de la manière suivante :

$$DJU_i = 18^\circ\text{C} - T_{\text{moy},i}$$

Les températures horaires ont été déterminées sur la base d'une modélisation sinusoïdale de période  $T = 24$  h : pour chaque jour  $i$ , la température extérieure horaire  $T_{\text{ext},i}$  est déterminée par la formule suivante ( $a$  est la moyenne entre les températures minimales et maximales du mois considéré) :

$$T_{\text{ext},i}(t) = T_{\text{moy},i} + a \times \sin(\omega t + b)$$
$$\omega = \pi / 12 \text{ et } b = -11 \pi / 12$$

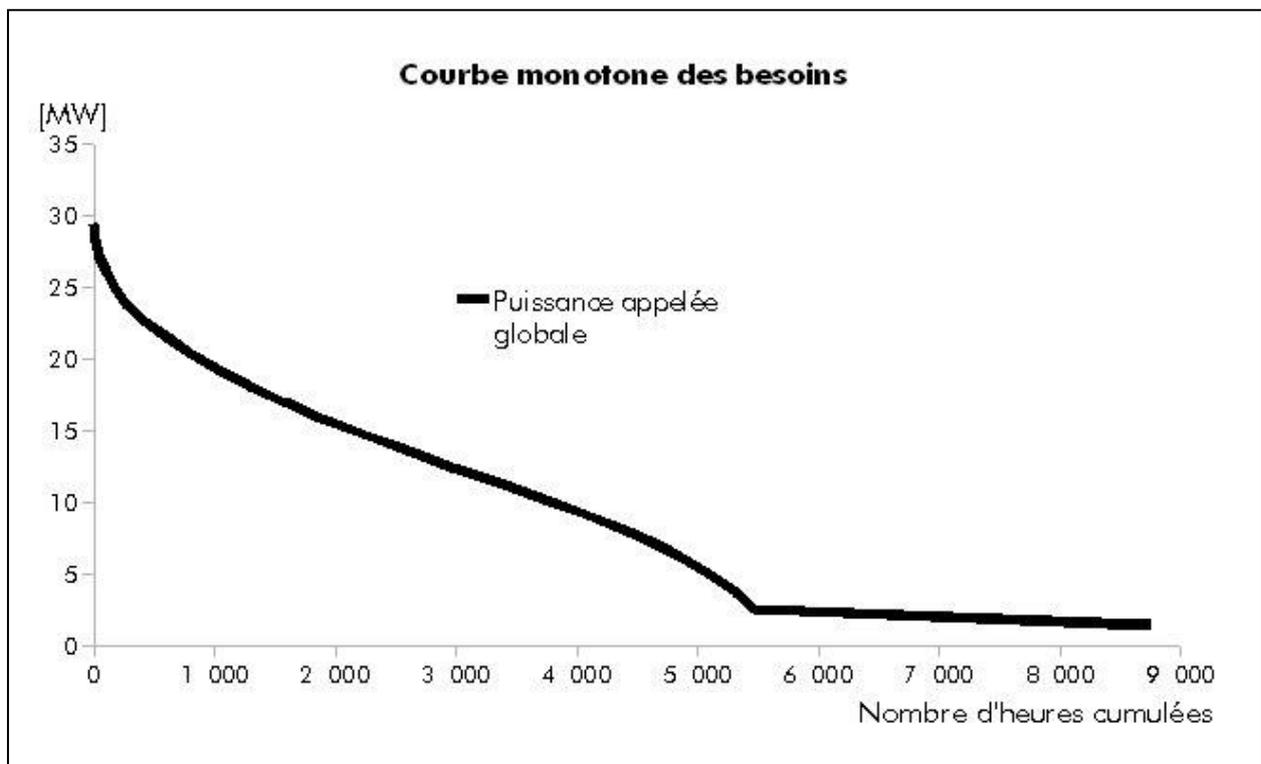
Remarque : lorsque les factures d'énergies n'étaient pas disponibles, il a été utilisé des ratios de consommation en fonction des DJU.

**Résultats issus de la modélisation des besoins en chaleur des abonnés**

À partir des hypothèses et modélisations décrites ci-avant, une courbe monotone horaire pour une année-type, qui traduit les différents niveaux de puissance appelés par l'ensemble du réseau a été établie et reproduite ci-après.

La moyenne de consommation annuelle ou le volume potentiel des ventes de chaleur est de 69 GWh.

La courbe ci-dessous présente la monotone des besoins du réseau de chaleur prenant en compte les pertes réseaux. L'intégration de ces pertes réseaux impliquent un volume d'énergie à produire plus important d'environ 76 GWh, avec une puissance maximale d'appel de près de 29 MW.

**Figure 36 : Courbe monotone des besoins****Résultats issus de la modélisation de la fourniture de chaleur**

Il est pris en compte qu'à une température extérieure donnée, la température au départ du réseau doit correspondre à la température maximale demandée par l'ensemble des abonnés.

Le tableau suivant présente l'énergie mensuelle moyenne pour une année-type produite sur le réseau en fonction des différentes sources d'énergie :

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

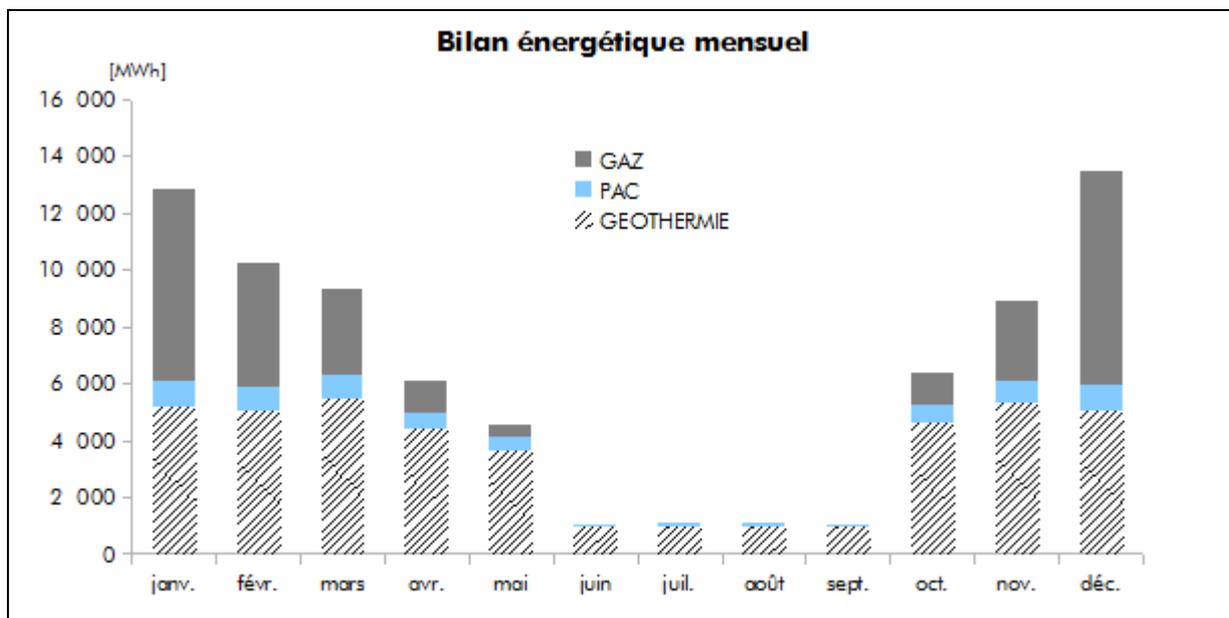
**Tableau 21 : Production par type d'énergie**

PRODUCTION PAR TYPE D'ENERGIE					
MOIS	PRODUCTION TOTALE <i>MWh</i>	GEOthermie + PAC <i>MWh</i>	GEOthermie <i>MWh</i>	PAC <i>MWh</i>	GAZ <i>MWh</i>
janv.	12 854	6 088	5 174	914	6 767
févr.	10 230	5 839	5 035	804	4 391
mars	9 300	6 275	5 476	799	3 025
avr.	6 103	4 984	4 404	580	1 119
mai	4 515	4 094	3 644	450	421
juin	1 031	1 031	932	99	0
juil.	1 066	1 066	963	102	0
août	1 066	1 066	963	102	0
sept.	1 031	1 031	932	99	0
oct.	6 380	5 238	4 631	607	1 142
nov.	8 907	6 096	5 326	770	2 811
déc.	13 470	5 967	5 043	925	7 503
TOTAL	75 954	48 775	42 524	6 251	27 178
TAUX D'ENR&R :	64,2%				

La fourniture issue de la PAC-géothermique représente 49 GWh pour une production totale de 76 GWh, soit 64 %, ce qui est supérieur à 50 %, seuil minimal pour une telle opération.

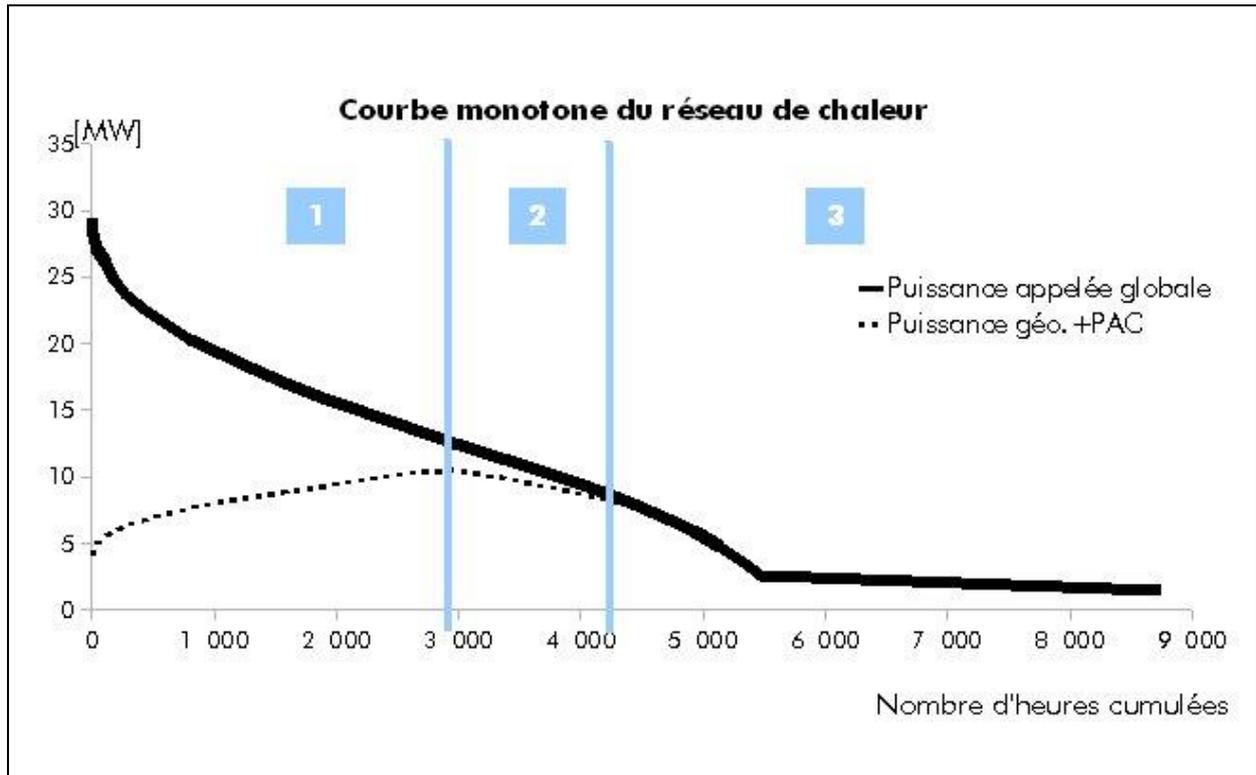
L'histogramme suivant présente les données du tableau sous forme graphique.

**Figure 37 : Production par type d'énergie**



Une courbe monotone horaire pour une année-type, qui traduit les différents niveaux de puissance appelés par l'ensemble du réseau ainsi que la fourniture issue de l'ensemble « Géothermie + PAC » a été établie et reproduite ci-après.

Figure 38 : Courbe monotone du réseau de chaleur



On distingue trois modes de fonctionnement et de régulation du réseau sur cette courbe :

- mode 1 – environ 3 400 h par an : la géothermie est au maximum du débit possible, mais les régimes de température trop hauts pendant ces périodes froides limitent la puissance délivrée. La puissance varie avec l'évolution des régimes de températures du réseau.
- mode 2 – environ 1 600 h par an : la géothermie ne fonctionne plus au maximum du débit possible car elle est limitée par le débit du réseau de chaleur qui n'est plus suffisant. L'amélioration des régimes de température ne permet pas de compenser la diminution du débit, donc la puissance géothermique transmise baisse.
- mode 3 – environ 3 700 h par an : la géothermie (avec la PAC) suffit au réseau pour fournir l'intégralité de la chaleur au réseau.

## SIPPEREC

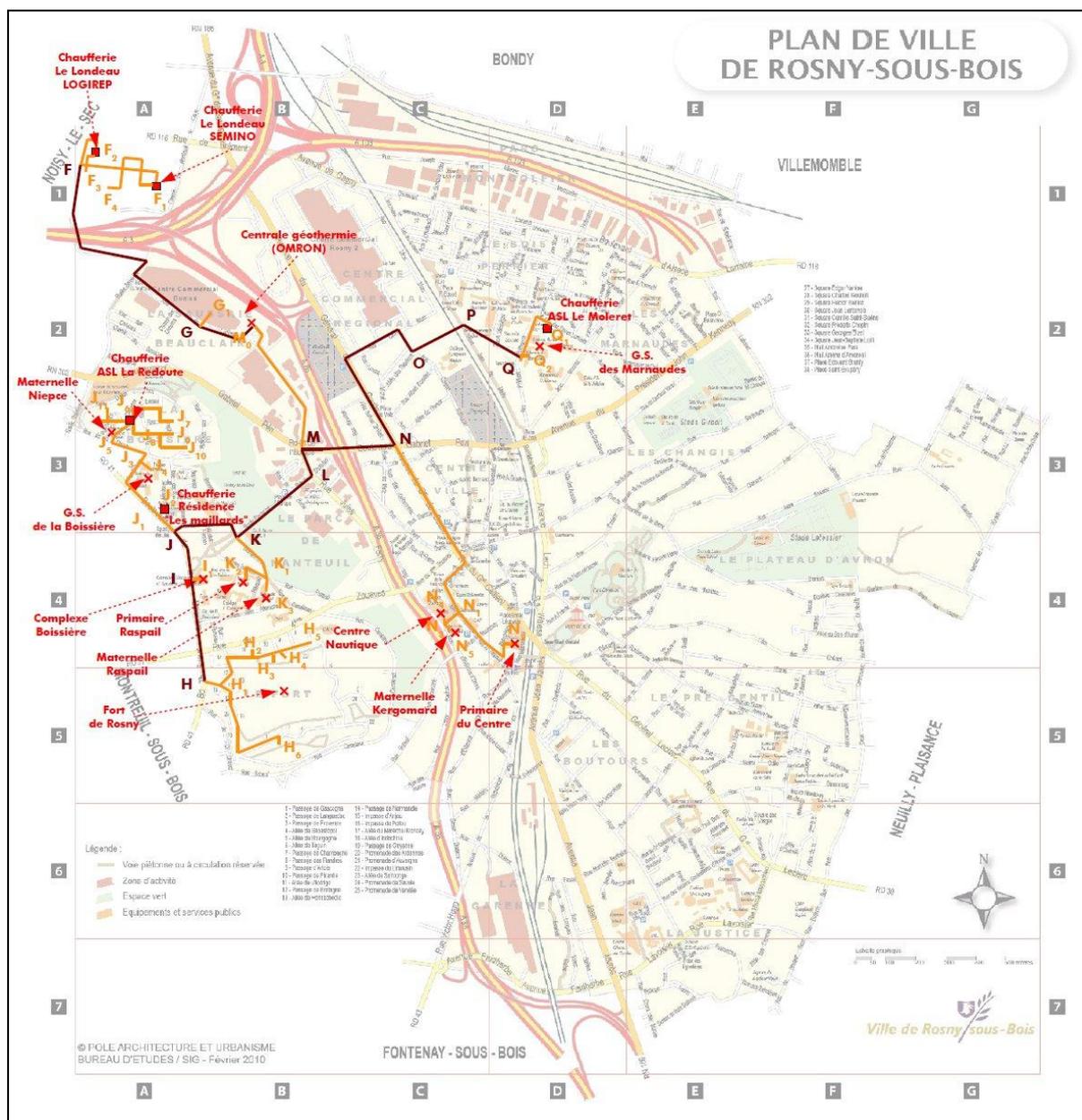
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 2.3.4.3 Définition spécifique du réseau de chaleur distribution

#### Tracé et principe de fonctionnement

Le schéma suivant présente le tracé prévisionnel du réseau de chaleur.

Figure 39 : Tracé prévisionnel du réseau de chaleur



En rouge foncé est représenté le tracé prévisionnel de la structure principale du réseau de chaleur et en orange est représenté les antennes de distribution aux différents usagers.

Le réseau est prévu pour être en trois tubes par le biais de centrales d'appoint secours délocalisées.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Dimensionnement technique

Le tableau suivant résume les tuyaux qu'il est envisagé de poser pour mettre en œuvre le réseau de chaleur. Les valeurs sont affichées en mètres (m) de tuyaux. La longueur linéaire plus couramment utilisée est obtenue approximativement en divisant par deux la longueur de tuyauteries à poser.

Diamètre des conduites <i>mm</i>	Longueur de tuyaux <i>m</i>
DN 50	1 270
DN 65	2 540
DN 80	30
DN 100	2 450
DN 125	2 290
DN 150	2 680
DN 200	1 380
DN 250	3 730
DN 300	2 060
DN 350	620
DN 400	980

<b>TOTAL :</b>	<b>20 030</b>
----------------	---------------

La longueur totale de tuyauteries est donc de 20 030 m, dont 2 470 m pour le troisième tube du réseau. Le chiffrage des longueurs de tuyaux prend en compte les entrées et les sorties de bâtiment hors tranchée.

La longueur de tranchée à réaliser est de 8 665 ml.

#### *2.3.4.4 Définition spécifique des postes de livraison*

Le poste de livraison sera installé dans un local de 25 m<sup>2</sup> au moins et de 3 m de hauteur.

Les puissances à installer en sous-station selon nos estimations sont les suivantes :

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 22 : Puissances à installer en sous-station**

N°	NOM	Chauffage collectif	ECS collective	Puissance souscrite <i>kW</i>
1	ASL Le Moleret	OUI	NON	7 894
2	G.S. des Marnaudes	OUI	NON	1 294
3	Résidence « Les Maillards »	OUI	OUI	3 133
4	G.S. de la Boissière	OUI	OUI	387
5	Maternelle Niepce	OUI	OUI	83
6	Maternelle Raspail	OUI	OUI	124
7	Primaire Raspail	OUI	NON	185
8	Complexe Boissière	OUI	OUI	207
9	Primaire du Centre	OUI	OUI	345
10	Maternelle Kergomard	OUI	OUI	192
11	Centre nautique	OUI	OUI	1 446
12	Fort de Rosny-sous-Bois	OUI	OUI	4 751
13	ASL La Redoute	OUI	OUI	7 608
14	Centre commercial DOMUS	OUI	NON	898
15	Noisy - Cité Le Londeau – LOGIREP	OUI	OUI	4 994
16	Noisy - Cité Le Londeau – SEMINO	OUI	OUI	2 343
<b>TOTAL</b>		-	-	<b>35 884</b>

Le schéma de principe en sous-station dépendra de la production de chaleur en aval :

- l'opérateur assure-t-il la production d'ECS (ce qui constituera le meilleur des cas pour un réseau de chaleur géothermique) ;
- l'ECS peut être collective tout en étant assuré par l'exploitant du bâtiment ;
- l'ECS peut être individuel dans les logements ;
- le chauffage sera toujours centralisé.

## **2.4 Description des limites des périmètres sollicités**

### *2.4.1 Description de l'autorisation de recherche demandée et de sa durée*

Le périmètre de recherche d'un gîte géothermique au Dogger prend la forme d'un rectangle englobant le périmètre d'exploitation envisagé.

Les coordonnées du périmètre recherche sont indiquées dans le tableau suivant.

**Tableau 23 : Coordonnées du périmètre de recherche**

Coordonnées des angles du périmètre sollicité	Coordonnées Lambert II étendu	
	X(m)	Y(m)
Nord	610 677	2 433 958
Est	612 588	2 431 987
Sud	609 375	2 428 945
Ouest	607 494	2 430 927

Ce périmètre de recherche s'étend sur l'emprise de six communes (Rosny-sous-Bois, Noisy-le-Sec, Montreuil, Bondy, Villemomble et Romainville).

Conformément à la réglementation en vigueur, le titre de recherche est sollicité pour la durée maximale de 3 ans.

### *2.4.2 Description du permis d'exploitation envisagé et de sa durée*

Le débit et la température de réinjection souhaitée dans le cadre du projet sont indiqués dans le tableau suivant.

**Tableau 24 : Débits et delta de température envisagés**

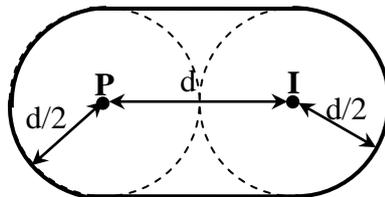
Paramètres	Données
Débit maximum en pointe	350 m3/h
$\Delta T$ maximum en pointe	26°C
Température correspondante de réinjection	36°C
Température de production	62°C
Puissance maximale	Puissance calorifique = 10,5 MW

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le périmètre d'exploitation du doublet devrait prendre la forme d'une gélule dont la représentation schématique est la suivante. Les points P et I sont la représentation des impacts des forages de pompage et d'injection au toit du Dogger.

**Figure 40 : Représentation schématique d'un périmètre d'exploitation d'un doublet**



Dans le cadre du présent projet, la distance entre les impacts des forages au toit du Dogger sera d'environ 1530 m. Les coordonnées des têtes de puits et des impacts au toit du Dogger sont reportées dans le tableau suivant.

**Tableau 25 : Coordonnées des têtes de puits et des impacts**

<b>Puits producteur</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m NGF)</b>
Coordonnées prévisionnelles de la tête de puits	610 032	2 431 476	+70
Coordonnées prévisionnelles de l'impact au toit du Dogger	610 602	2 431 989	-1 600
<b>Puits injecteur</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m NGF)</b>
Coordonnées prévisionnelles de la tête de puits	610 023	2 431 484	+70
Coordonnées prévisionnelles de l'impact au toit du Dogger	609 491	2 430 924	-1 600

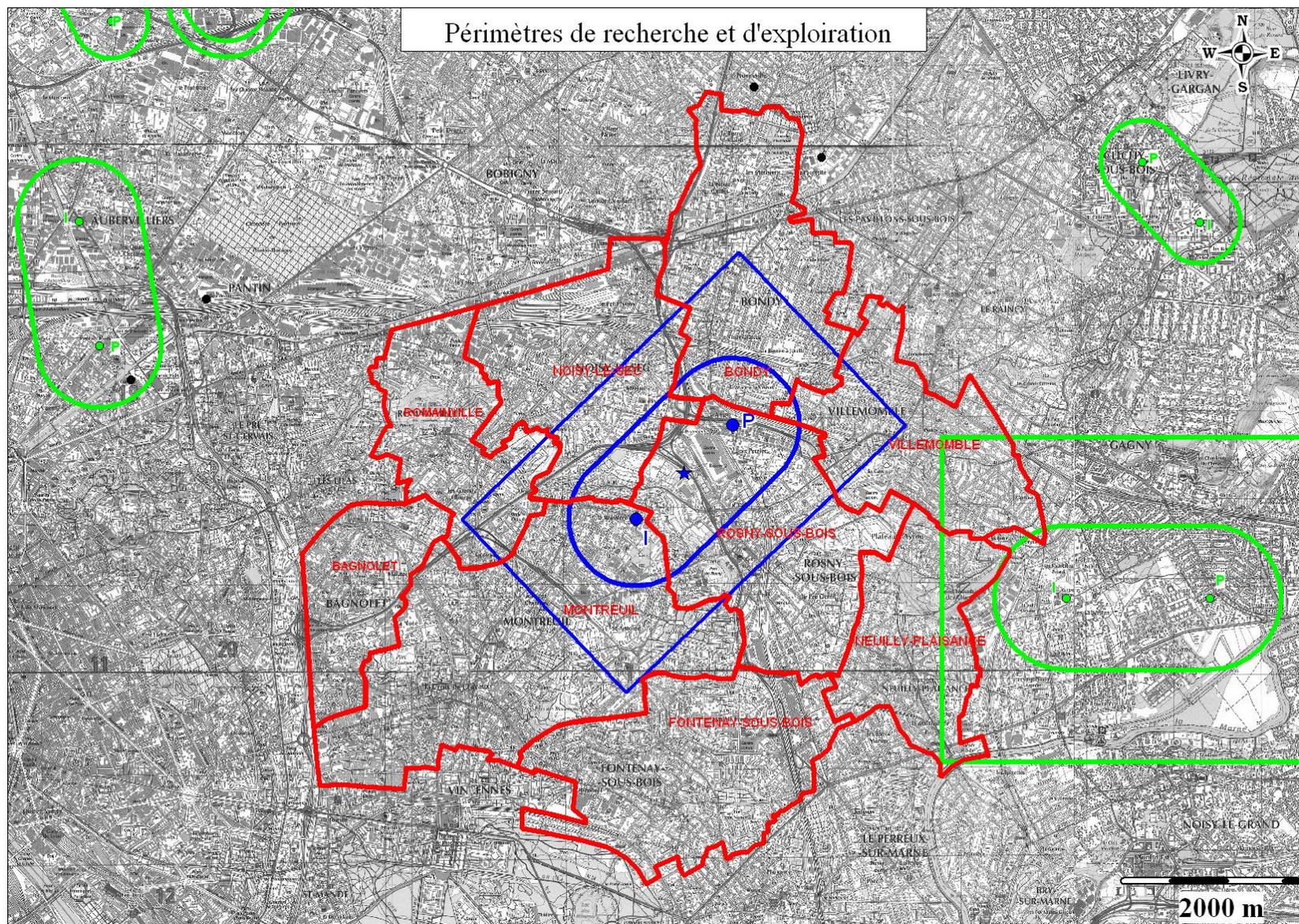
Le volume d'exploitation correspondant à la surface du périmètre d'exploitation (4200000 m<sup>2</sup>) par la hauteur d'aquifère captée (150 m) est de 630 millions de mètres cubes.

La carte suivante illustre la localisation des impacts des forages du futur doublet et l'emprise des périmètres de recherche et d'exploitation envisagés.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 41 : Emprises des périmètres de recherche et d'exploitation envisagés



## **2.5 Modélisation numérique du réservoir**

### *2.5.1 Introduction*

Cette modélisation a été réalisée par le Centre de Géosciences de Mines ParisTech (ARMINES), expert dans la modélisation des réservoirs géothermiques, et du Dogger plus précisément depuis plus de 30 ans.

L'objet de cette modélisation est d'évaluer le potentiel thermique actuel du réservoir ciblé et d'apporter tous les éléments de prévision nécessaires concernant le choix et le dimensionnement du nouveau dispositif d'exploitation géothermique envisagé sur la commune de Rosny sous Bois. Ce calcul permettra d'évaluer la performance thermique du doublet et d'estimer son impact hydraulique et thermique sur les opérations géothermiques voisines.

Ces éléments reposent en premier lieu sur la modélisation complète de l'historique du réservoir exploité depuis la mise en service des doublets les plus anciens du secteur. Ce calcul nous permettra de connaître l'état thermique de la nappe à ce jour, et de visualiser l'extension des perturbations froides des doublets actuellement en service ainsi que les perturbations résiduelles issues des injecteurs arrêtés.

Cet état des lieux permettra d'identifier l'emplacement le plus favorable pour le nouveau doublet parmi les solutions issues des études de surface concernant le positionnement de la plate-forme.

Le choix retenu fera l'objet d'un ensemble de simulations qui nous fournira la performance thermique de l'opération en situation isolée et dans son environnement ainsi que son interférence hydraulique et thermique avec les exploitations voisines du secteur.

L'impact sera évalué, par une carte des variations piézométriques induites par le fonctionnement du doublet en condition maximale de régime d'exploitation. Réciproquement, une carte des variations piézométriques induites par l'ensemble des opérations voisines sera calculée.

Le champ d'écoulement sera visualisé par une carte des lignes de courant mettant en évidence les connexions hydrauliques entre forages.

L'impact thermique sur le secteur sera évalué par une carte des isothermes visualisant l'extension de la perturbation froide autour de chaque injecteur. L'évolution de la température de production du doublet de Rosny et de son plus proche voisin sera calculée.

### *2.5.2 Description du contexte*

Le réservoir du Dogger est exploité dans le secteur Nord-Est de Paris (Seine-Saint-Denis et Seine-et-Marne) depuis une trentaine d'années. Dans un rayon de 5 à 8 km autour du site de Rosny-sous-Bois, ont été exploités ou sont encore en service les doublets suivants :

- au Nord-Ouest les 2 doublets de La Courneuve,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- au Nord, les doublets du Blanc-Mesnil, les 2 doublets d'Aulnay-sous-Bois, les doublets de Sevrans et Bondy,
- au Nord-Est, les doublets de Tremblay et Clichy-sous-Bois,
- à l'Est, le doublet de Chelles.

Les coordonnées Lambert 1 barycentriques de ces forages, issues de la base de données du Dogger (10) sont reportées dans le tableau suivant.

**Tableau 26 : Coordonnées barycentriques (Lambert 1 Nord) des forages**

<b>Doublet</b>	<b>Forage</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Mise en service</b>	<b>Arrêt</b>
Aulnay-sous-Bois-RDV	GAY1 (P)	611986	139256	fév 1982	fév 1996
	GAY2 (I)	611326	140019		
La Courneuve Sud	GLCS1 (P)	603468	136367	mai 1982	
	GLCS2 (I)	603049	137225		
Clichy-sous-Bois	GCL1 (P)	615315	134740	nov 1982	
	GCL2 (I)	615996	134006		
La Courneuve Nord	GLCN1 (I)	604801	136628	fév 1983	
	GLCN2 (P)	604412	137502		
Sevrans	GSA1 (P)	612554	136153	sept 1983	nov 1989
	GSA2 (I)	613646	137056		
Le Blanc-Mesnil	GBMN1 (P)	609214	139473	nov 1983	
	GBMN2 (I)	608172	138371		
Aulnay-sous-Bois-VGS	GAY3 (P)	613235	138736	oct 1984	janv 1995
	GAY4 (I)	613021	140104		
Tremblay	GTRE1 (P)	617373	137813	oct 1984	
	GTRE2 (I)	617673	139282		
Bondy	GBO1 (I)	610834	135628	nov 1984	janv 1989
	GBO2 (P)	611639	134784		
Chelles	GCHE1 (P)	618749	129501	déc 1986	déc 2010
	GCHE2 (I)	619644	130585		

L'exploitation du Dogger poursuit son extension. Plusieurs nouvelles opérations sont d'ores et déjà prévues dans le secteur de Rosny-sous-Bois : directement vers l'Est à une distance de 4 km, le futur doublet de Neuilly-sur-Marne et vers l'ouest, à environ 6 km, le doublet de Paris-Nord-Est dont la mise en service est prévue en octobre 2012. D'autres exploitations évoluent vers de nouveaux dispositifs, comme l'opération de La Courneuve Nord qui se poursuit en triplet (production en un nouveau forage et injections aux 2 forages existants).

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le tableau suivant indique les coordonnées prévisionnelles (Lambert 1 Nord) de ces nouvelles exploitations, communiquées par la DRIEE.

**Tableau 27 : Coordonnées des nouveaux doublets**

<b>Exploitation</b>	<b>Forage</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Mise en service estimée</b>
Paris-Nord-Est	GPNE1 (P)	603333	132617	oct 2012
	GPNE2 (I)	603096	134132	
Neuilly-sur-Marne	PNSM (P)	616072	129773	janv 2014
	INSM (I)	614423	129773	
La Courneuve Nord (triplet)	GLCN1 (I)	604801	136628	janv 2013
	GLCN2 (I)	604412	137502	
	GLCN3 (P)	605550	137760	

Les études menées sur la commune de Rosny-sous-Bois et les premiers calculs de modélisation du réservoir, effectués dans différentes configurations, ont permis de dégager un emplacement favorable (N°11bis) respectant les contraintes de surface tout en permettant un dimensionnement optimum des forages.

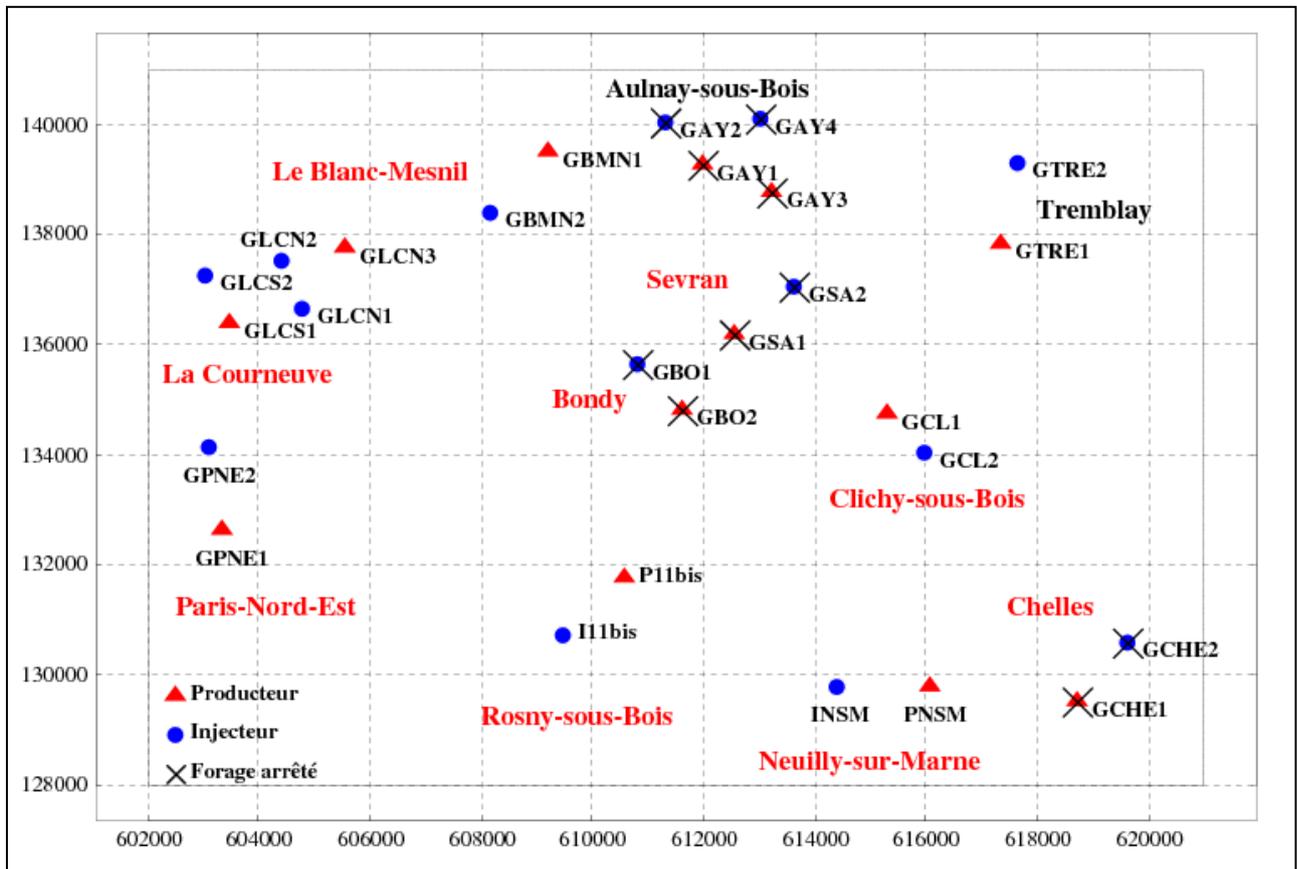
Le tableau ci-dessous indique les coordonnées prévisionnelles Lambert 1 Nord du producteur et de l'injecteur.

**Tableau 28 : Coordonnées du futur doublet de Rosny-sous-Bois**

<b>Doublet</b>	<b>Forage</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Rosny-sous-Bois	P11bis (P)	610596	131752
	I11bis (I)	609485	130688

L'emplacement de l'ensemble des forages mentionnés est représenté sur la figure suivante.

Figure 42 : Domaine modélisé et emplacement des forages pris en compte dans la modélisation



### 2.5.3 Modélisation

Les simulations ont été effectuées au moyen du code METIS, développé au Centre de Géosciences (11).

Ce code résout par la méthode des Eléments Finis, en géométrie tridimensionnelle, les équations décrivant l'écoulement et le transport de masse ou d'énergie en aquifère.

#### 2.5.3.1 Description du modèle

Les hypothèses relatives à la présente étude sont les suivantes:

- La structure modélisée constitue un bloc tridimensionnel qui inclut les niveaux producteurs et les épontes imperméables qui les encadrent
- L'écoulement est résolu en régime transitoire selon l'équation suivante :

$$\text{div} (K \text{ grad } h) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

où  $K$  est la perméabilité des hydrogéologues

$h$  est la charge hydraulique

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

et  $S_s$  le coefficient d'emmagasinement spécifique.

- le transport de chaleur est résolu en régime transitoire. Il prend en compte:
  - la convection dans l'aquifère (entraînement de la chaleur par l'eau en mouvement)
  - la conduction dans l'aquifère et dans les épontes (flux de chaleur résultant du gradient de température)
  - la dispersion thermique cinématique dans l'aquifère (flux de chaleur résultant de l'hétérogénéité locale du champ de vitesse).

La convection est le mécanisme dominant. L'échange par conduction avec les épontes retarde la progression du front froid. La conduction et la dispersion dans l'aquifère ont pour effet d'étaler la zone de transition entre eau froide et eau chaude.

L'équation décrivant le transport de chaleur dans l'aquifère s'écrit:

$$\operatorname{div} (\Lambda \operatorname{grad} \theta - \gamma_e U_D \theta) = \gamma_a \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (2)$$

où  $\Lambda$  est le tenseur de dispersion thermique

$\theta$  est la température

$\gamma_e$  est la capacité calorifique volumique de l'eau

$\gamma_a$  est la capacité calorifique volumique de l'ensemble (roche+eau)

$U_D$  est la vitesse de Darcy.

La dispersion thermique inclut la conduction pure et la dispersion thermique cinématique, selon la relation:

$$\Lambda = \Lambda_0 + \gamma_e \alpha |U_D| \quad (3)$$

où

$\Lambda_0$  est le coefficient de conduction thermique de l'ensemble (roche+eau)

$\alpha$  est le tenseur de dispersivité thermique

Le transport de chaleur dans les épontes ne prend en compte que le mécanisme de conduction pure:

$$\operatorname{div} (\Lambda_{ep} \operatorname{grad} \theta) = \gamma_{ep} \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (4)$$

où  $\Lambda_{ep}$  est le coefficient de conduction

$\gamma_{ep}$  est la capacité calorifique volumique des épontes.

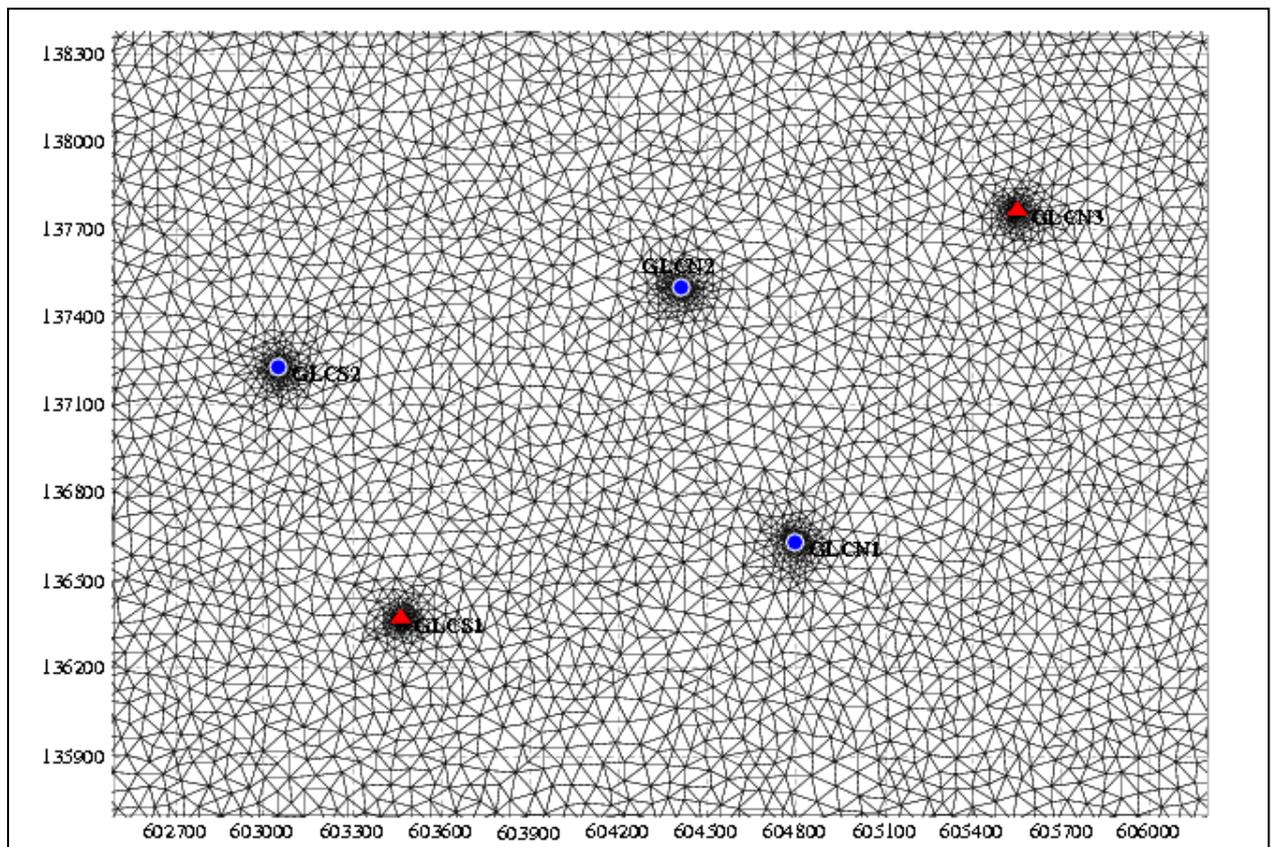
### 2.5.3.2 Maillage

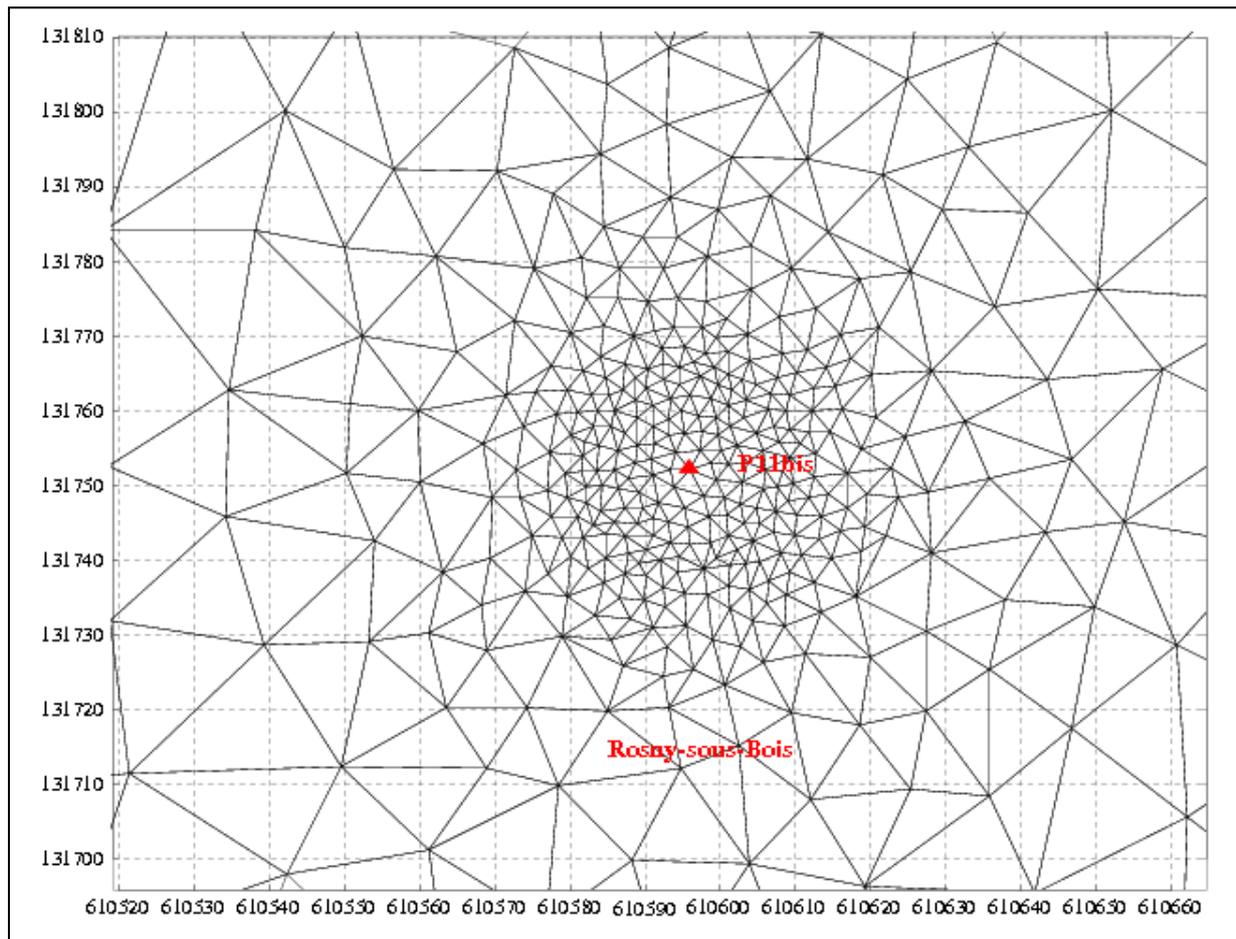
La figure 10 représente une vue horizontale du domaine modélisé, constitué d'une zone rectangulaire de 19 km sur 13 km, maillée en 150178 éléments triangulaires, soit 75730 nœuds. La taille des éléments varie de 50 m sur les limites du domaine à 3 m dans les zones de forage. Sur les limites du maillage, une condition de potentiel imposé conforme aux solutions analytiques permet de simuler un domaine d'extension infinie.

La finesse des éléments ne permettant pas une représentation complète de ce maillage, les deux figures suivantes présentent respectivement une portion agrandie sur un secteur de quelques km et le découpage-type autour d'un forage.

Les épontes sont discrétisées en 12 niveaux horizontaux, de taille croissante, de 10 cm au voisinage du réservoir à 51 mètres, soit une hauteur de 153 mètres

**Figure 43 : Portion agrandie du maillage**



**Figure 44 : Découpage-type autour d'un forage (ici le producteur de Rosny-sous-Bois)**

### 2.5.3.3 Valeurs des paramètres

#### - Paramètres du réservoir

##### Transmissivité et épaisseur efficace

La transmissivité du Dogger est connue sur le domaine représenté à partir des mesures disponibles aux forages des installations existantes. Ces données, issues de la base de données Dogger établie par le BRGM (10), ont été interpolées par krigeage afin de générer un champ variable spatialement.

En ce qui concerne les épaisseurs, deux sources de données ont été combinées: d'une part, les épaisseurs productives issues de la base de données Dogger; d'autre part, les épaisseurs d'épentes issues du rapport BRGM (12). On entend ici par épaisseur d'épentes l'épaisseur cumulée des niveaux imperméables qui séparent les niveaux productifs (épentes "intermédiaires").

L'analyse des flowmétries disponibles sur plusieurs doublets montre que la structure des niveaux producteurs ne peut pas être corrélée d'un forage à l'autre, ce qui montre que ces structures sont probablement lenticulaires, avec une extension horizontale inférieure au kilomètre. Ces structures à la fois feuilletées verticalement et discontinues horizontalement

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

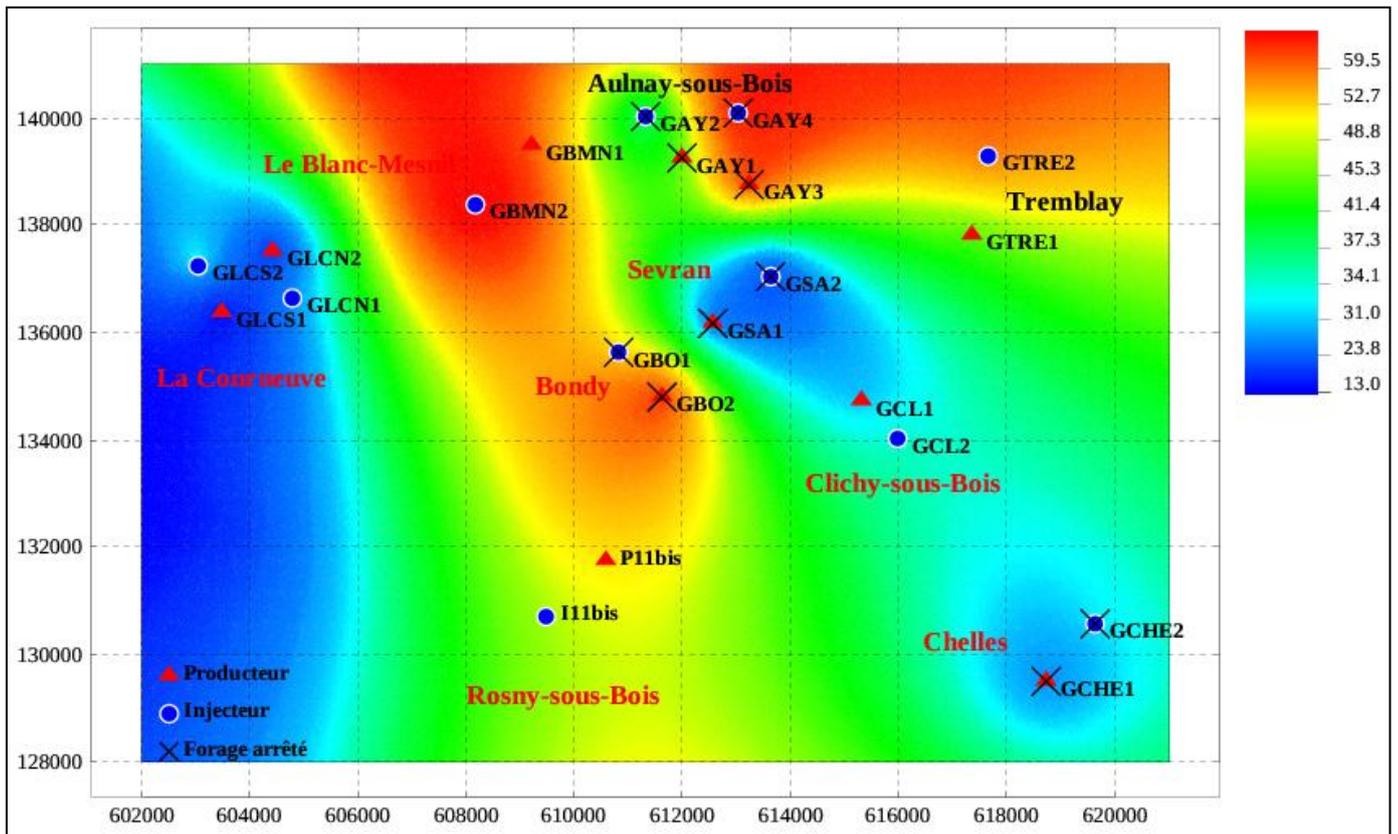
ont pour effet d'homogénéiser verticalement les températures sur l'ensemble de l'épaisseur qui est délimitée par les niveaux producteurs inférieur et supérieur. Cette épaisseur "efficace" est obtenue en additionnant l'épaisseur productive et l'épaisseur des épontes intermédiaires. Le champ d'épaisseur efficace a ensuite été interpolé par krigeage à partir des valeurs aux forages.

L'évolution de la température est alors contrôlée par deux paramètres principaux:

- La distribution horizontale des transmissivités qui contrôle la circulation de l'eau
- La distribution horizontale de l'épaisseur efficace qui contrôle l'échange thermique avec les épontes supérieure et inférieure.

La figure suivante représente la carte des transmissivités en Darcy-mètres. On peut remarquer que le secteur de Rosny-sous-Bois est situé dans une zone de bonne transmissivité avec un ordre de grandeur compris entre 40 Dm et 50 Dm.

**Figure 45 : Carte de transmissivité du modèle (Dm)**



*Coefficient d'emmagasinement spécifique:  $10^{-6} m^{-1}$*

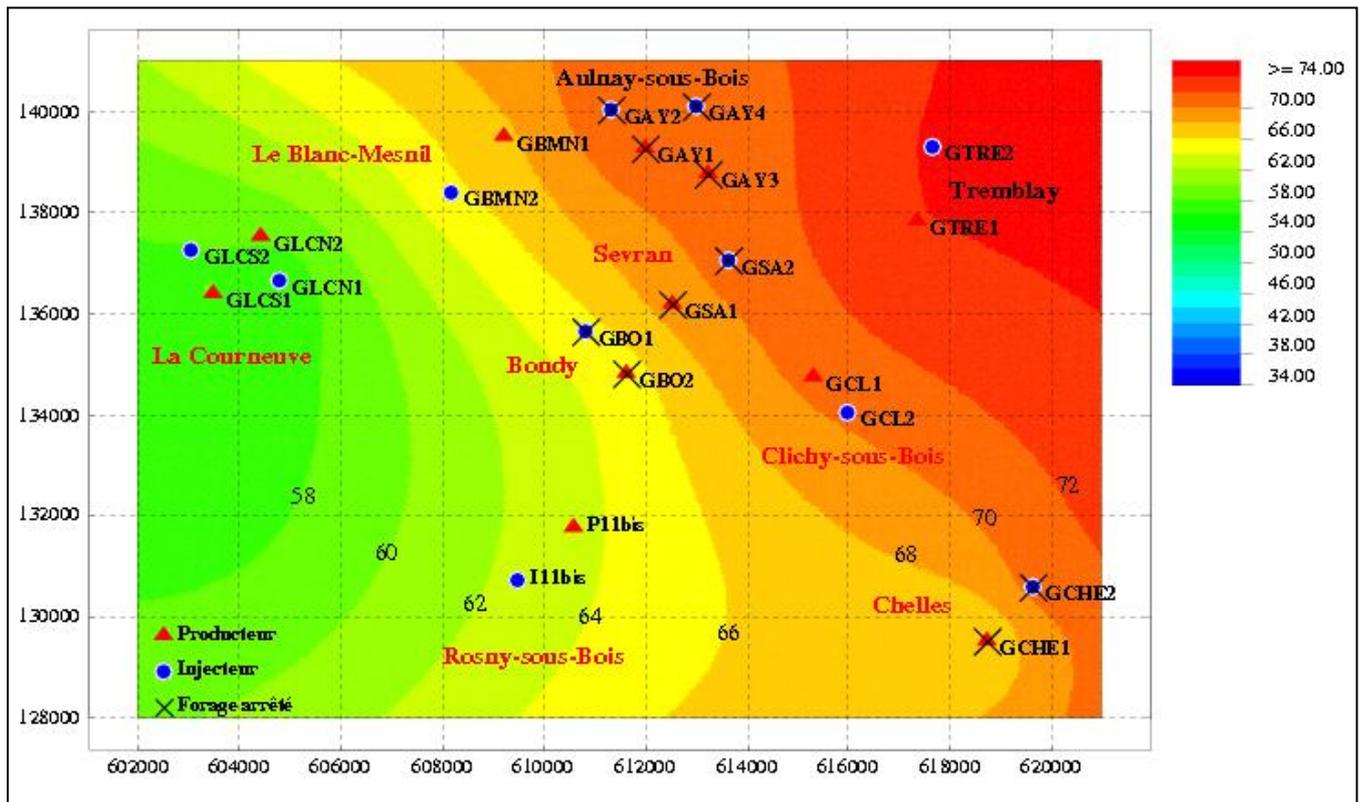
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Paramètres thermiques :

- La température initiale du réservoir est interpolée par krigeage des valeurs mesurées aux forages. La figure suivante représente la carte des températures initiales du réservoir. On remarque que le secteur de Rosny-sous-Bois est situé dans une zone comprise entre 62°C et 64 °C.

**Figure 46 : Température initiale du réservoir (espacement entre les isothermes : 2 °C)**



- Conductivité thermique de l'aquifère et des épontes :  $\Lambda_0 = \Lambda_{ep} = 2,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Dispersivités thermiques longitudinale et transversale : 10 m. et 1m.
- Capacité calorifique volumique de l'eau :  $\gamma_e = 4,18 \text{ MJ/m}^3/\text{°C}$
- Capacité calorifique volumique de l'aquifère :  $\gamma_a = 2,5 \text{ MJ/m}^3/\text{°C}$
- Capacité calorifique volumique des épontes :  $\gamma_{ep} = 2,1 \text{ MJ/m}^3/\text{°C}$

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### - Paramètres d'exploitation

#### Période de 1982 à 2012 :

Le fonctionnement des 10 doublets simulés sur cette période est décrit par la chronique mensuelle d'exploitation propre à chaque opération, issue des données du BRGM (débit et température de réinjection variant au pas mensuel).

#### Période de 2012 à 2044 :

Doublets actuellement en service : paramètres estimés par prolongation des chroniques mensuelles d'exploitation (débit et température de réinjection) sur la base des chroniques de l'année 2010.

Neuilly-sur-Marne : fonctionnement moyen annuel estimé à partir des données fournies par la DRIEE :

Débit moyen annuel : **245 m<sup>3</sup>/h**  
Température de réinjection : **35 °C**

Paris-Nord-Est :

Les paramètres pris en compte pour le doublet de Paris-Nord-Est sont les suivants :

**Tableau 29 : Paramètres prévisionnels d'exploitations retenus pour la simulation du doublet de Paris-Nord-Est (source : BRGM)**

<b>Doublet de Paris-Nord-Est</b>		
<b>Mois</b>	<b>Débit d'exploitation (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Température de réinjection (°C)</b>
Janvier	317,4	26,7
Février	314,7	26,3
Mars	300,6	28,3
Avril	273,4	32,8
Mai	180,8	49,6
Juin	122,7	63,5
Juillet	128,0	65,6
Août	110,4	64,1
Septembre	111,8	62,4
Octobre	257,2	44,3
Novembre	310,1	26,8
Décembre	315,9	26,4

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### La Courneuve Nord

Les paramètres pris en compte pour le triplet de la Courneuve Nord sont les suivants :

**Tableau 30 : Paramètres d'exploitation estimés pour le triplet de la Courneuve Nord (source : DRIEE IDF)**

<b>Triplet de La Courneuve Nord</b>			
<b>Saisons</b>	<b>Débit de pompage</b>	<b>Débit d'injection</b>	<b>Température de réinjection</b>
Hiver (7 mois)	240 m3/h	120 m3/h	35 °C
Eté (5 mois)	100 m3/h	50 m3/h	55 °C

### Rosny-sous-Bois

Les paramètres prévisionnels d'exploitation estimés par CFERM pour le futur doublet de Rosny-sous-Bois sont les suivants :

**Tableau 31 : Paramètres d'exploitation prévisionnels du futur doublet de Rosny-sous-Bois**

<b>Doublet de Rosny-sous-Bois</b>		
<b>Mois</b>	<b>Débit d'exploitation (m3/h)</b>	<b>Température de réinjection (°C)</b>
Janvier	250	42
Février	220	40
Mars	180	39
Avril	130	39
Mai	100	38
Juin	70	38
Juillet	25	36
Août	25	36
Septembre	90	39
Octobre	130	39
Novembre	180	39
Décembre	260	42

#### 2.5.4 *Descriptions des simulations effectuées*

##### 2.5.4.1 *Historique du réservoir*

Cette phase reconstitue l'historique de la nappe. Elle repose sur la simulation numérique du réservoir prenant en compte l'ensemble des doublets exploitant la nappe dans le secteur depuis leur mise en service, chaque opération fonctionnant avec ses propres caractéristiques d'exploitation. Elle prend également en compte les exploitations actuellement abandonnées, afin de quantifier les perturbations froides résiduelles issues de ces opérations.

Plus précisément, la simulation se déroule sur une période partant de la mise en service du doublet le plus ancien, Aulnay-sous-Bois RDV, en février 1982 et elle inclut chacune des exploitations voisines au fur et à mesure de leur entrée en service ainsi que les arrêts d'exploitation survenus.

Cette première phase de calcul permet de connaître l'état thermique actuel de la nappe arrêté au 1<sup>er</sup> janvier 2012.

##### 2.5.4.2 *Simulation du doublet de Rosny-sous-Bois dans deux situations*

La modélisation du doublet de Rosny-sous-Bois est effectuée sur une durée de 30 ans se déroulant de janvier 2014 à janvier 2044.

Ce calcul est mené dans deux hypothèses :

- Simulation du doublet de Rosny-sous-Bois dans son environnement (prise en compte de l'ensemble des doublets voisins) : ce calcul représentant la situation réelle constitue la simulation principale.
- Simulation du doublet de Rosny-sous-Bois en situation isolée sur la même durée: ce calcul présente un double intérêt :
  1. Il permet d'évaluer la performance propre du doublet lié à son dimensionnement et ses paramètres d'exploitation, indépendamment de toute interférence avec une exploitation voisine
  2. Par comparaison avec les résultats du calcul principal (doublet dans son contexte), il permet d'évaluer l'impact thermique du voisinage sur le doublet de Rosny.

##### 2.5.4.3 *Simulation de référence*

Une simulation complémentaire de l'ensemble des doublets voisins sans implantation de doublet à Rosny-sous-Bois est effectuée sur la même période (janvier 2014 à janvier 2044).

Cette simulation de « référence » permet d'évaluer par comparaison avec les résultats de la simulation principale (doublet dans son contexte) l'impact thermique lié à la mise en service et à l'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois sur les exploitations voisines.

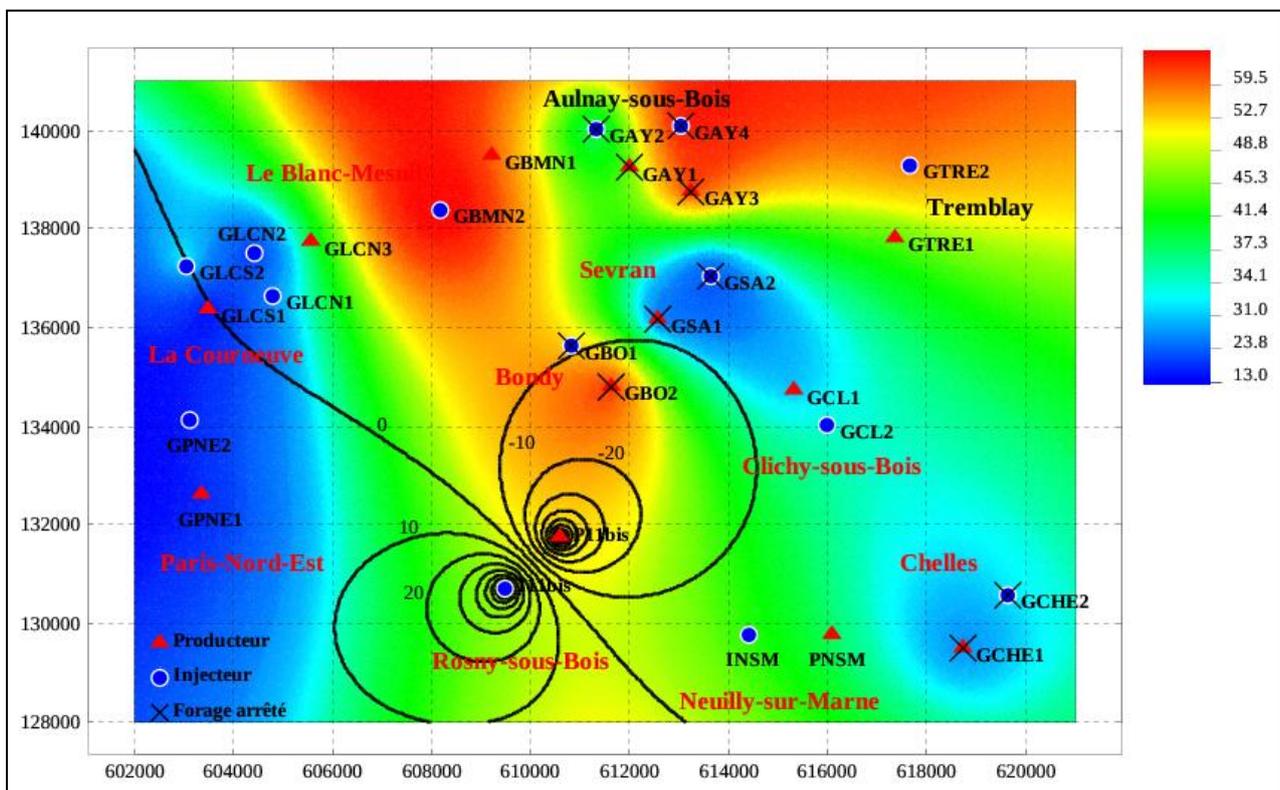
## 2.5.5 Résultats

## 2.5.5.1 Impact hydraulique

## - Impact piézométrique du doublet de Rosny-sous-Bois sur le voisinage

La figure suivante représente les variations piézométriques (en mètres d'eau) induites par le doublet de Rosny-sous-Bois en condition maximale d'exploitation (débit de 350 m<sup>3</sup>/h). Les isovaleurs sont représentées avec un pas de 10 m d'eau correspondant à une pression de 1 bar.

**Figure 47 : Variations piézométriques (en mètres d'eau) induites par le doublet de Rosny-sous-Bois fonctionnant au débit maximum (350 m<sup>3</sup>/h).**



Afin de tenir compte des contrastes de transmissivité sur le domaine, le calcul est effectué en transmissivité hétérogène (champ représenté en fond d'isovaleurs). La légende située à droite rappelle les valeurs de transmissivité (en Dm).

On remarque qu'aucune exploitation voisine actuellement en service ou en projet n'est située dans les zones de rabattement ou de hausse de niveau supérieures à 10 m, soit 1 bar. On remarque également que les exploitations de La Courneuve sont situées dans la zone d'impact minimum située sur l'axe de symétrie du doublet, correspondant aux points où les contributions de l'injecteur et du producteur s'annulent.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le tableau suivant précise l'impact en chaque forage (en bar).

**Tableau 32 : Tableau des variations piézométriques (en bars) induites par le doublet de Rosny-sous-Bois en chaque forage (régime de fonctionnement maximum : 350 m<sup>3</sup>/h)**

Doublets	Lieu d'impact	Impact maximum en bar
Clichy-sous-Bois	GCL1	- 0,8
	GCL2	- 0,7
Neuilly/Marne	PNSM	- 0,4
	INSM	- 0,5
Paris-Nord-Est	GPNE1	0,3
	GPNE2	0,2
La Courneuve Sud	GLCS1	0
	GLCS2	0
La Courneuve Nord	GLCN1	- 0,1
	GLCN2	- 0,1
	GLCN3	- 0,2
Le Blanc-Mesnil	GBMN1	- 0,3
	GBMN2	- 0,3
Tremblay	GTRE1	- 0,4
	GTRE2	- 0,4

Ce tableau permet de constater que l'impact hydraulique de Rosny-sous-Bois est très faible : de 0 bar pour les doublets de La Courneuve situés à proximité de l'axe de symétrie du doublet (axe d'impact nul) à - 0,8 bars dans le secteur de Clichy-sous-Bois. Ces valeurs sont calculées pour un régime d'exploitation maximum (350 m<sup>3</sup>/h), il s'agit donc des impacts maximum qui par ailleurs ne sont pas significatifs puisqu'ils sont inférieurs à 1 bar.

### - Impact piézométrique du voisinage sur le doublet de Rosny-sous-Bois

La figure suivante représente réciproquement les variations piézométriques cumulées induites par l'ensemble des exploitations en condition de fonctionnement maximum. Le calcul est effectué en transmissivité hétérogène (champ représenté en fond de figure). Les isovaleurs sont représentées avec un pas de 10 m d'eau correspondant à une pression de 1 bar. Les débits pris en compte sont les suivants :

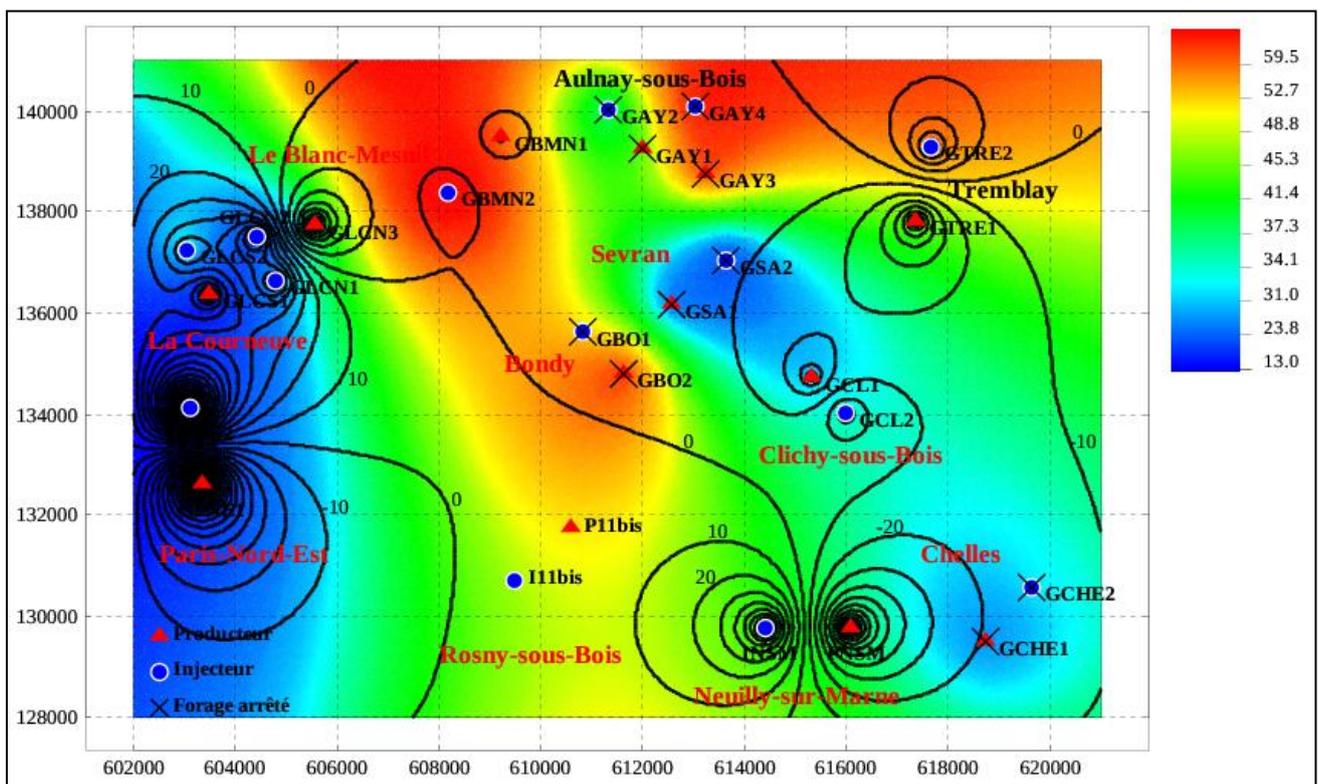
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 33 : Débits maximum des exploitations voisines pris en compte pour évaluer l'impact hydraulique sur le doublet de Rosny-sous-Bois**

Doublés	Débit maximum d'exploitation (m3/h)
Clichy-sous-Bois	90
Neuilly/Marne	350
Paris-Nord-Est	320
La Courneuve Sud	90
La Courneuve Nord	Production : 300
	Injections : 150
Le Blanc-Mesnil	80
Tremblay	250

**Figure 48 : Variations piézométriques cumulées (en mètres d'eau) induites par les exploitations voisines fonctionnant au débit maximum**



On voit que le doublet de Rosny-sous-Bois est situé dans une zone où l'impact cumulé des exploitations voisines est faible. Cette zone est majoritairement sous l'influence de l'injecteur de Neuilly/Marne qui se traduit par une hausse de niveau.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le tableau suivant ci-dessous précise l'impact en bar en chaque forage de Rosny-sous-Bois.

**Tableau 34 : Tableau des variations piézométriques cumulées (en bars) induites par les exploitations voisines fonctionnant au débit maximum en chaque forage de Rosny-sous-Bois**

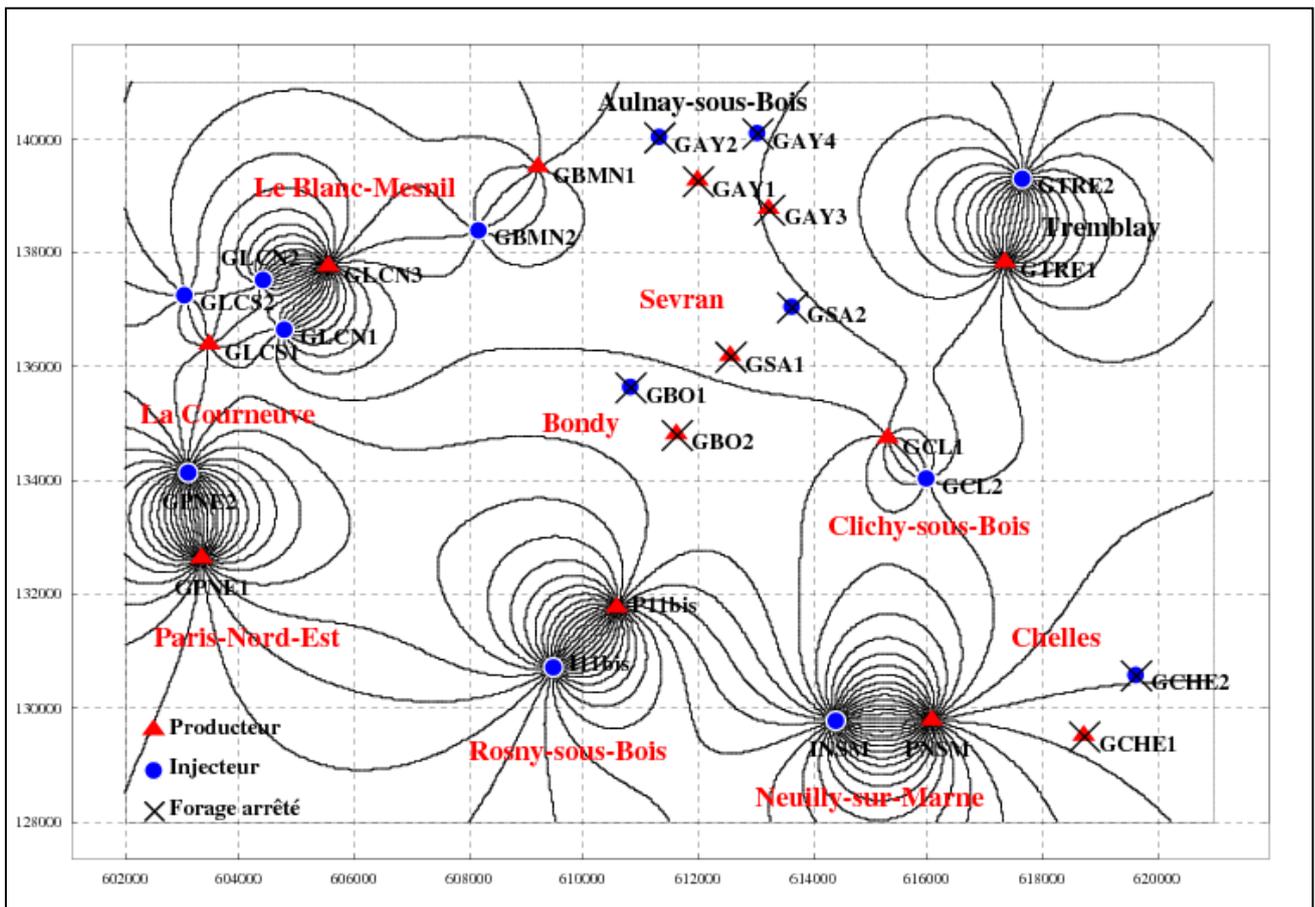
Lieu d'impact	Impact maximum en bar
P11bis	0,3 bar
I11bis	0,2 bar

On constate que l'impact cumulé des exploitations voisines, calculé en conditions maximum de débits, est faible et ne dépasse pas 0,3 bar. Cette influence est insignifiante car très inférieure à 1 bar.

- **Champ d'écoulement résultant de l'ensemble des exploitations du secteur incluant le doublet de Rosny-sous-Bois**

La figure suivante ci-dessous représentant les lignes de courant permet de visualiser le champ d'écoulement du secteur incluant le doublet de Rosny-sous-Bois. Le calcul est effectué pour des conditions maximales de fonctionnement. Le débit transitant dans chaque tube de courant est de 10 m<sup>3</sup>/h.

**Figure 49 : Champ d'écoulement des exploitations du secteur (Rosny-sous-Bois inclus) fonctionnant en débits maximaux (débit transitant dans chaque tube de courant : 10 m<sup>3</sup>/h)**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

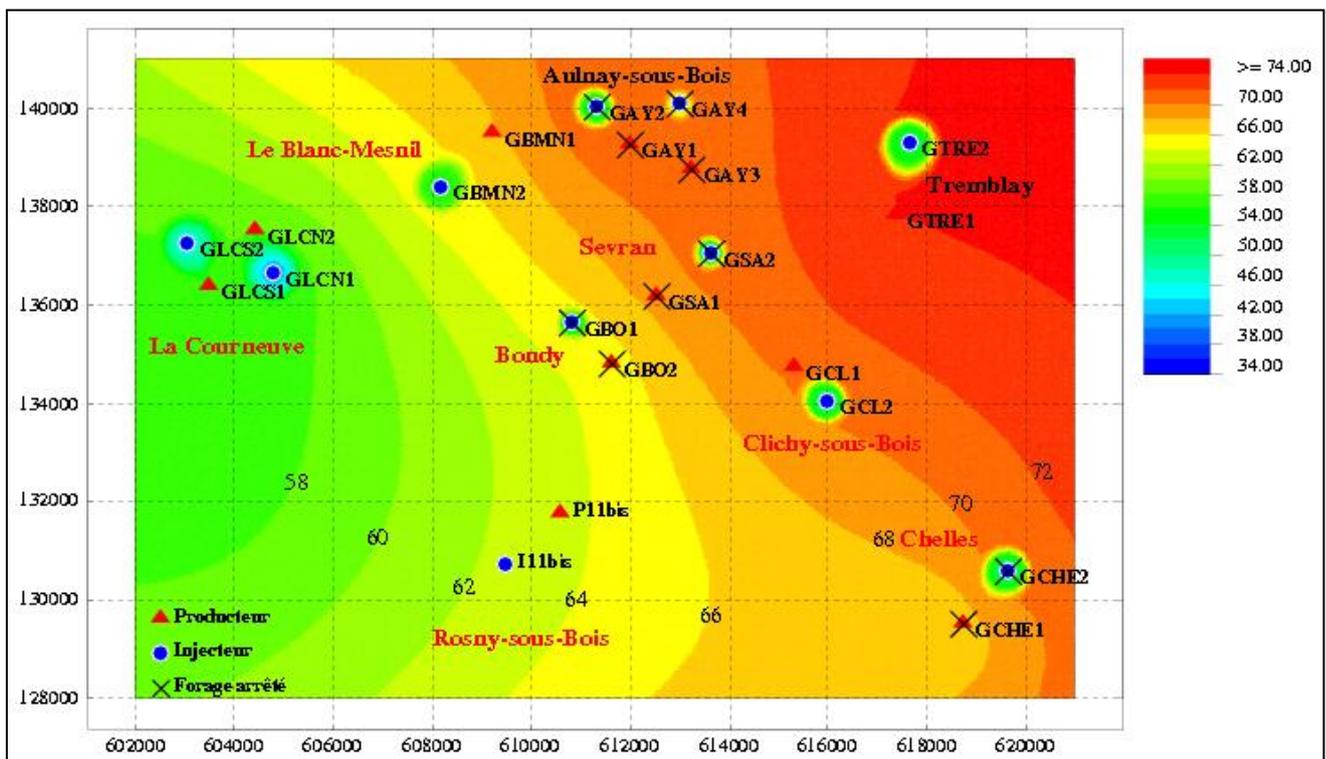
On remarque que les connexions hydrauliques du doublet de Rosny-sous-Bois avec ses plus proches voisins (Neuilly-sur-Marne en particulier) ne perturbent pas les lignes de courant internes principales de chaque système, qui conservent une allure globale de doublet isolé. Ces lignes de courant permettent de confirmer que le doublet de Rosny-sous-Bois ne présente pas d'impact hydraulique significatif sur ses voisins.

### 2.5.5.2 Impact thermique

#### - Etat thermique actuel du réservoir

La figure suivante représente l'état thermique actuel du réservoir au 1er janvier 2012. Les isothermes sont représentées avec un pas de 2 °C. Cette figure permet de constater que les perturbations issues des injecteurs du secteur sont très éloignées de Rosny-sous-Bois. Le réservoir dans le secteur qui nous intéresse est vierge et il a conservé son potentiel thermique initial (température comprise entre 62 °C et 64 °C°).

Figure 50 : Etat thermique actuel du réservoir calculé au 1<sup>er</sup> janvier 2012



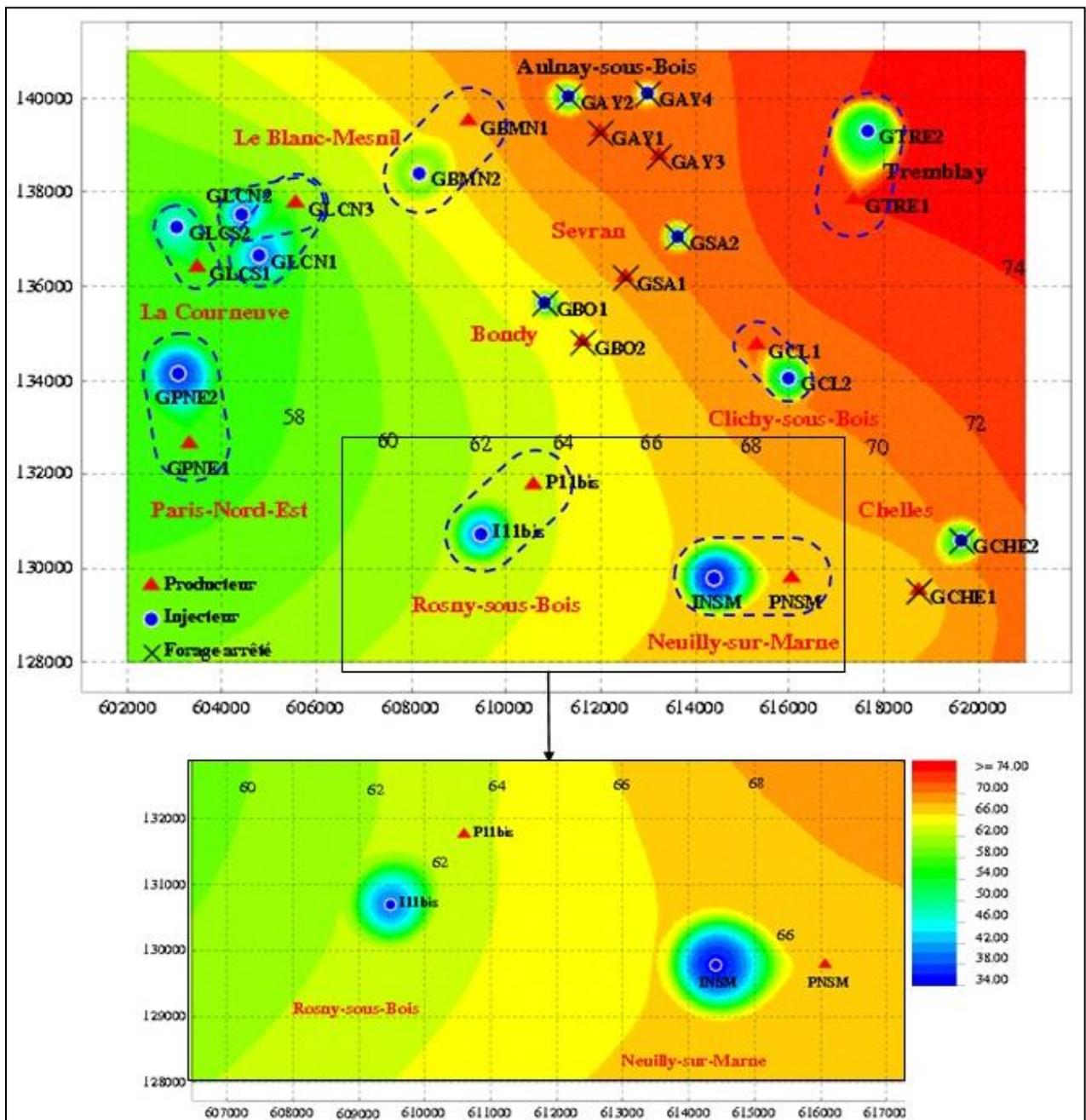
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### - Simulation de l'exploitation de Rosny-sous-Bois dans son environnement

La figure suivante représente le champ de température après 30 ans d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois.

**Figure 51 : Champ de température après 30 ans d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois (janvier 2044). Carte générale et zoom sur le secteur de Rosny-sous-Bois**



Le secteur de Rosny-sous-Bois est représenté sous forme agrandie. Les isothermes sont tracées avec un pas de 2°C.

On peut constater que la perturbation froide développée au droit de l'injecteur après 30 ans de fonctionnement est loin d'atteindre le producteur. Il n'y a donc aucune chute de température

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

après 30 ans. Cette excellente performance est directement liée au dimensionnement du doublet : l'écartement entre le producteur et l'injecteur de 1538 m. est confortable pour les débits d'exploitation et les températures de réinjection envisagés. Ce dimensionnement offre ainsi une opportunité d'augmentation du débit si des raccords ultérieurs venaient à se présenter.

Le tableau ci-dessous précise les températures au puits de production de Rosny-sous-Bois et de son plus proche voisin, Neuilly-sur-Marne :

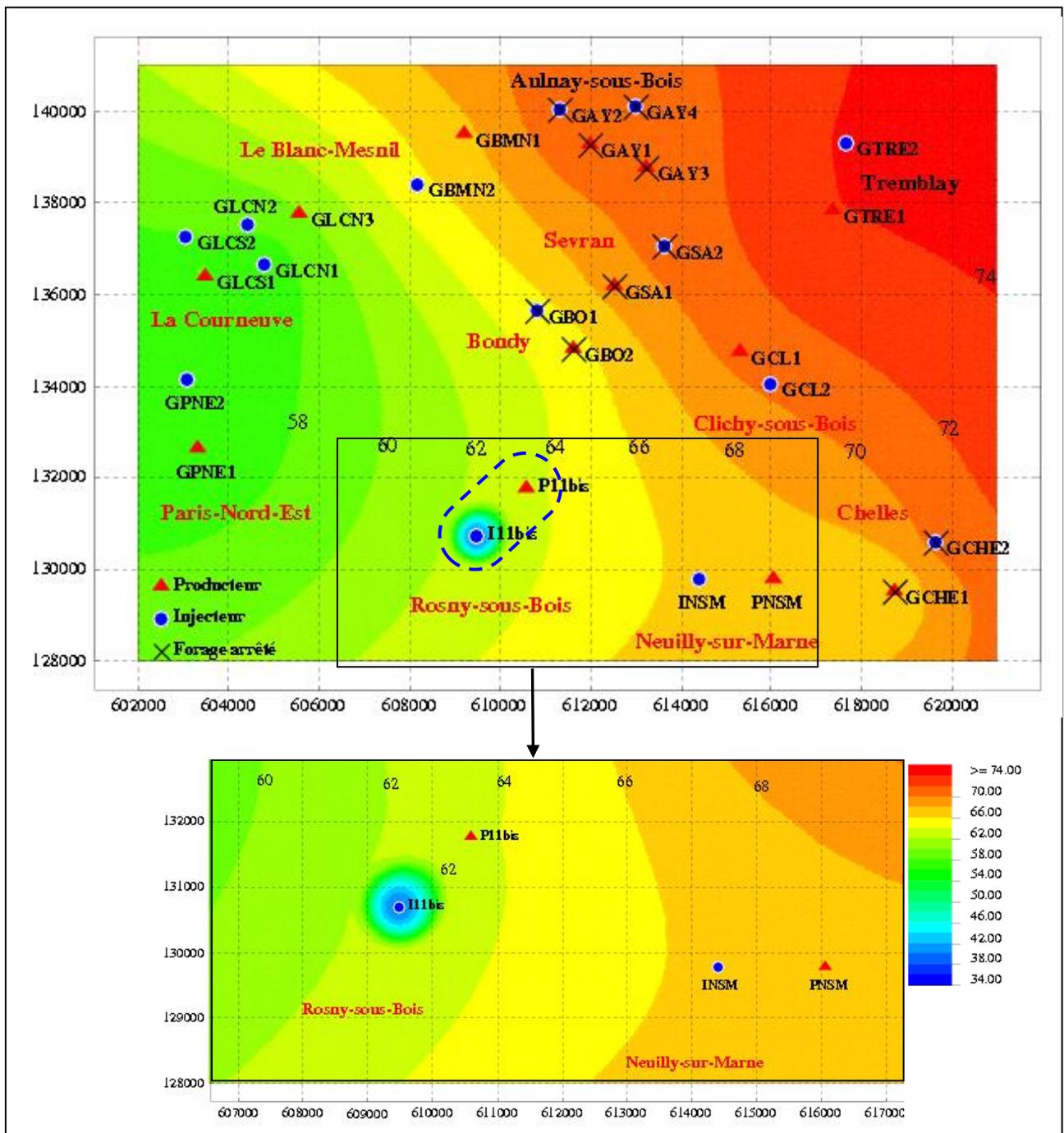
**Tableau 35 : Température de production après 30 ans d'exploitation**

	<b>Rosny-sous-Bois (P11bis)</b>	<b>Neuilly-sur-Marne (PNSM)</b>
Température de production en janvier 2044	63.3 °C	66.9 °C
Chute de température en 30 ans	0 °C	0 °C

- Simulation de l'exploitation de Rosny-sous-Bois en situation isolée

La figure suivante représente le champ de température après 30 ans d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois en situation isolée.

**Figure 52 : Champ de température après 30 ans d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois fonctionnant en situation isolée (janvier 2044). Carte générale et zoom sur le secteur de Rosny-sous-Bois**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

La portion proche du doublet est représentée sous forme agrandie. L'espacement entre isothermes est de 2 °C.

La perturbation froide développée est identique à celle de la simulation précédente. Ceci permet de confirmer que l'exploitation de Rosny-sous-Bois ne subit aucun impact de la part de ses voisins. La température de production après 30 ans est identique.

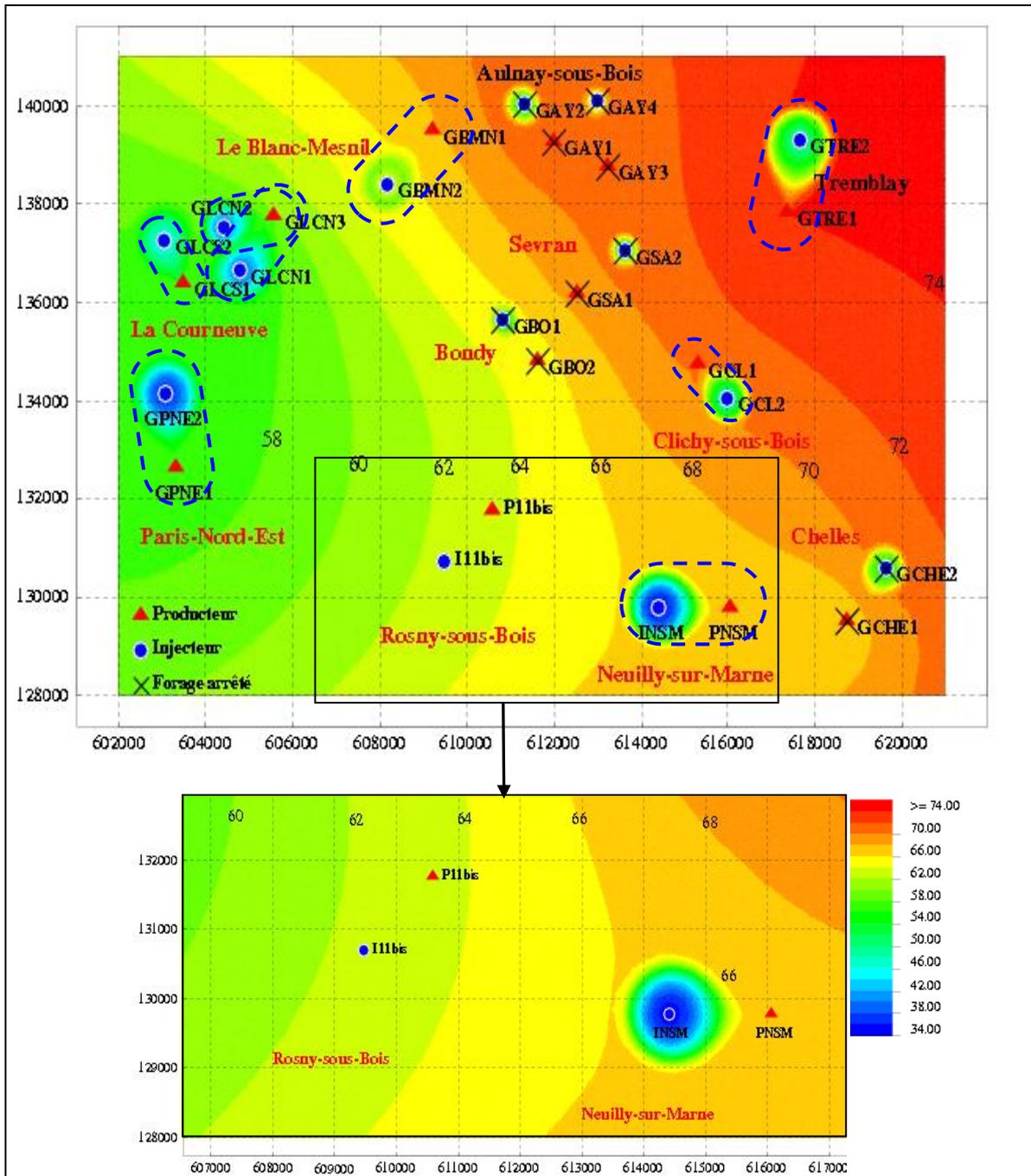
**Tableau 36 : Température de production après 30 ans d'exploitation de Rosny-sous-Bois en situation isolée**

	<b>Rosny-sous-Bois (P11bis)</b>
Température de production en janvier 2044	<b>63.3 °C</b>
Chute de température en 30 ans	<b>0 °C</b>

- **Simulation de référence : calcul de l'évolution thermique du réservoir en l'absence d'implantation de doublet à Rosny-sous-Bois**

Par comparaison avec la simulation du doublet de Rosny-sous-Bois dans son environnement, ce résultat permet de constater que le comportement thermique des doublets voisins (température de production et développement des perturbations froides) est identique avec ou sans implantation de doublet à Rosny-sous-Bois.

**Figure 53 : Champ de température en janvier 2044 sans implantation de doublet à Rosny-sous-Bois (simulation de référence). Carte générale et zoom sur le secteur de Rosny-sous-Bois**



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Ceci confirme que le doublet de Rosny-sous-Bois n'a aucun impact thermique sur les exploitations voisines.

Le tableau ci-dessous précise la valeur au puits de production de Neuilly-sur-Marne en absence d'implantation du doublet de Rosny-sous-Bois.

**Tableau 37 : Température de production à Neuilly-sur-Marne après 30 ans d'exploitation mais sans l'implantation du doublet de Rosny-sous-Bois**

	<b>Neuilly-sur-Marne (PNSM)</b>
Température de production en janvier 2044	<b>66.9 °C</b>
Chute de température en 30 ans	<b>0 °C</b>

### 2.5.6 Conclusion de la modélisation

La simulation de l'historique du réservoir a permis de constater que le secteur de Rosny-sous-Bois est situé dans une zone vierge hors d'atteinte des perturbations froides issues des exploitations du voisinage. L'état thermique du réservoir dans ce secteur permet de miser sur une température de réservoir comprise entre 62 °C et 64 °C.

Les simulations effectuées sur 30 années d'exploitation du doublet de Rosny-sous-Bois conduisent aux conclusions suivantes :

- La performance thermique du doublet de Rosny-sous-Bois est excellente. Il n'y a aucune chute de température en 30 ans d'exploitation et la perturbation froide développée à l'injecteur à ce stade de la simulation est loin d'atteindre le producteur. Ce résultat est lié au dimensionnement du doublet (distance entre injecteur et producteur confortable pour les débits et écarts de température exploités). Ce dimensionnement présente l'avantage d'offrir une souplesse en termes d'exploitation.
- Le doublet de Rosny-sous-Bois n'a aucun impact thermique sur les exploitations voisines
- Le doublet de Rosny-sous-Bois ne subit aucun impact thermique de la part de ses voisins.
- L'impact piézométrique du doublet de Rosny-sous-Bois sur les exploitations voisines en condition maximale d'exploitation (350 m<sup>3</sup>/h) n'est pas significatif. Les variations piézométriques induites sont comprises entre 0 et 0,8 bar en condition maximum de régime.
- L'impact piézométrique cumulé des exploitations voisines sur le doublet de Rosny-sous-Bois en condition maximale de fonctionnement n'est pas significatif. Il se traduit par une hausse maximum de 0,3 bar au producteur.

## 2.6 Description de la boucle géothermale

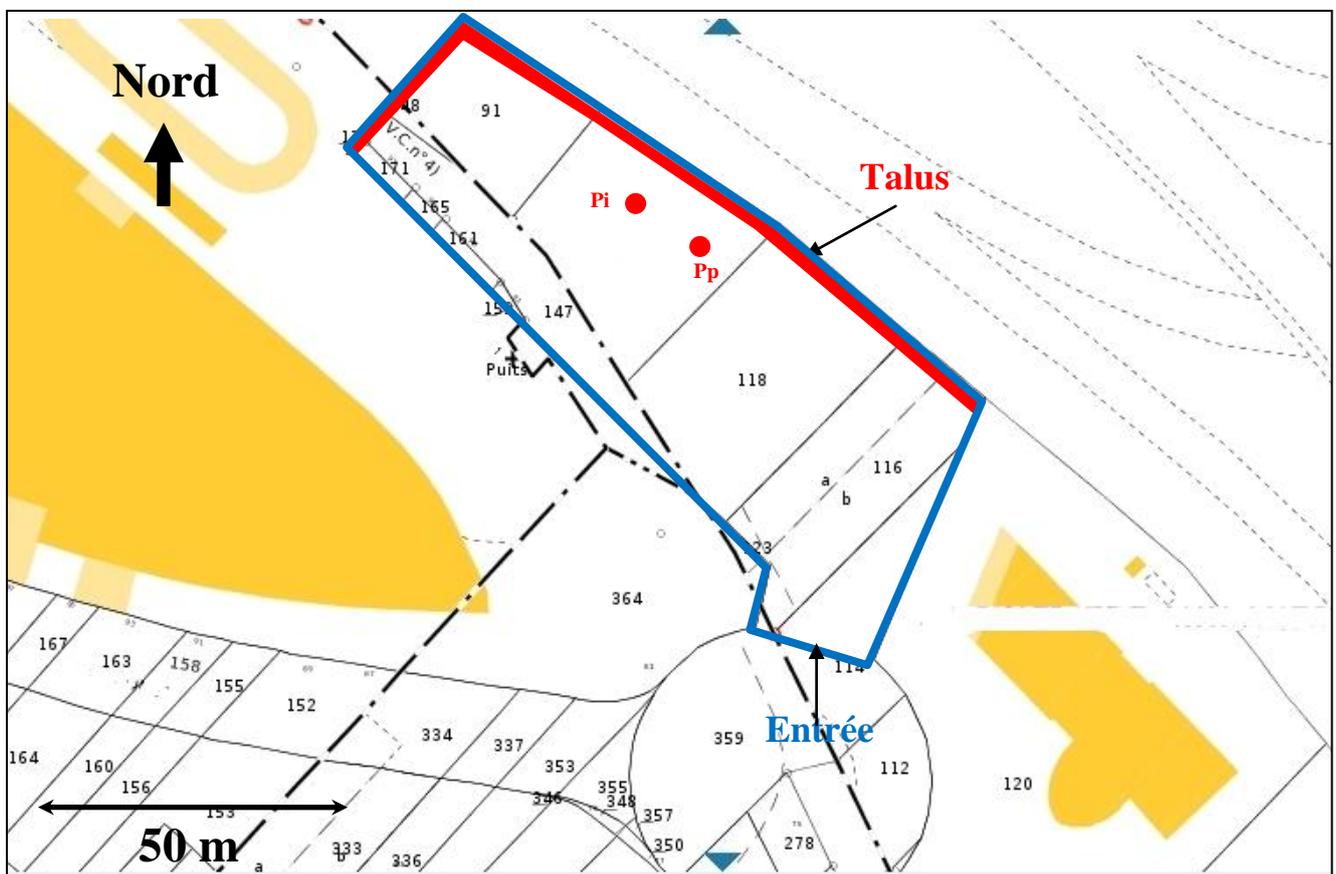
### 2.6.1 Implantation des forages

Les forages seront implantés sur un terrain appartenant à la SEMRO situé entre l'autoroute A86 et le centre commercial Domus.

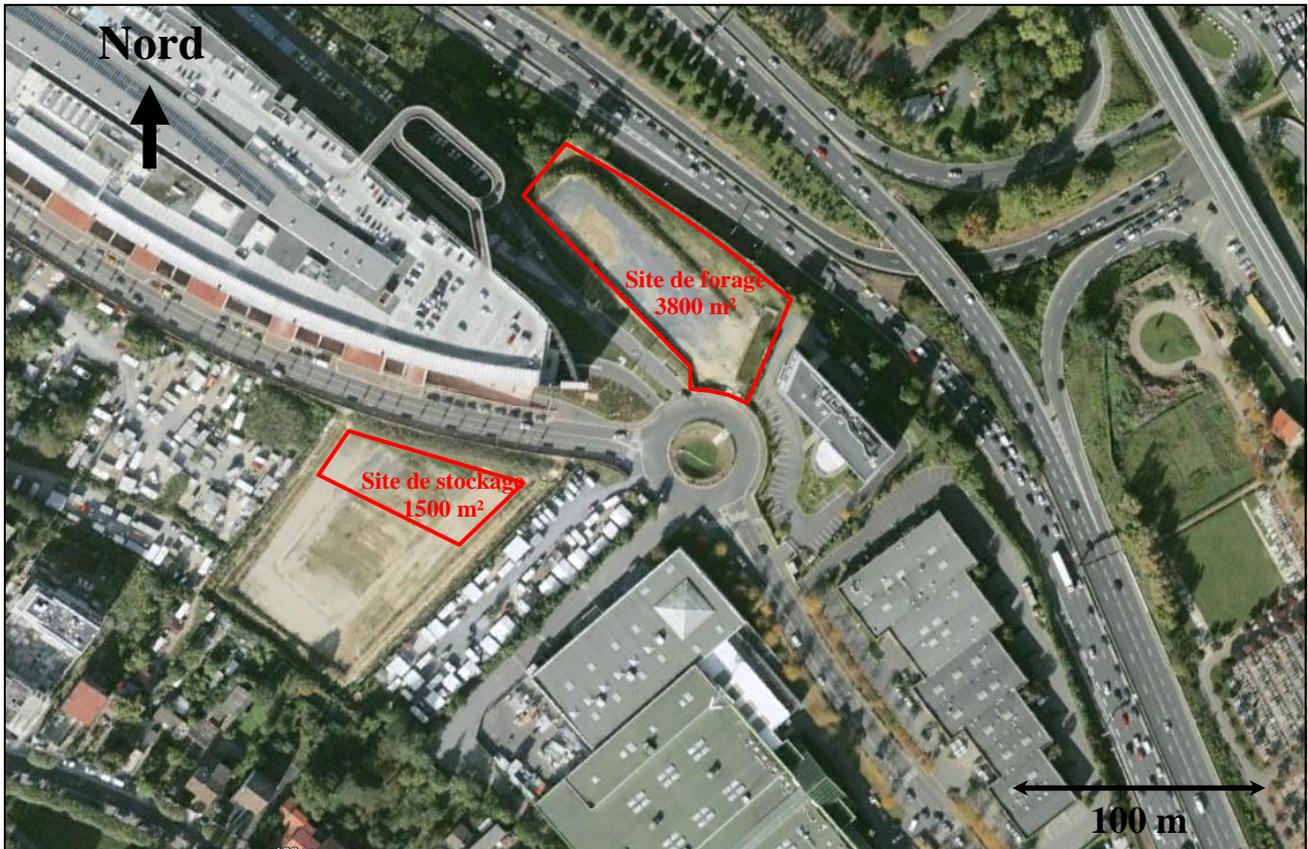
Ce terrain de 3800 m<sup>2</sup> rassemble les parcelles cadastrales suivantes :

- Sur la section Q : parcelles n°148, 165, 175, 159, 147, 161 et 171,
- Sur la section N : parcelles n°118, 90, 91, 116 et 114 (pour partie)

**Figure 54 : Plan cadastral du site de forage**



Le site de forage de 3800 m<sup>2</sup> permettra l'implantation de la majeure partie du matériel de forage. Un site de stockage de 1500 m<sup>2</sup>, situé de l'autre côté du centre commercial Domus, sera mis à disposition par la Société d'Economie Mixte de Rosny (SEMRO) pour le stockage des tubes et le parking des voitures pendant les travaux de forages.

**Figure 55 : Localisation des sites de forage et de stockage**

### 2.6.2 Description des forages

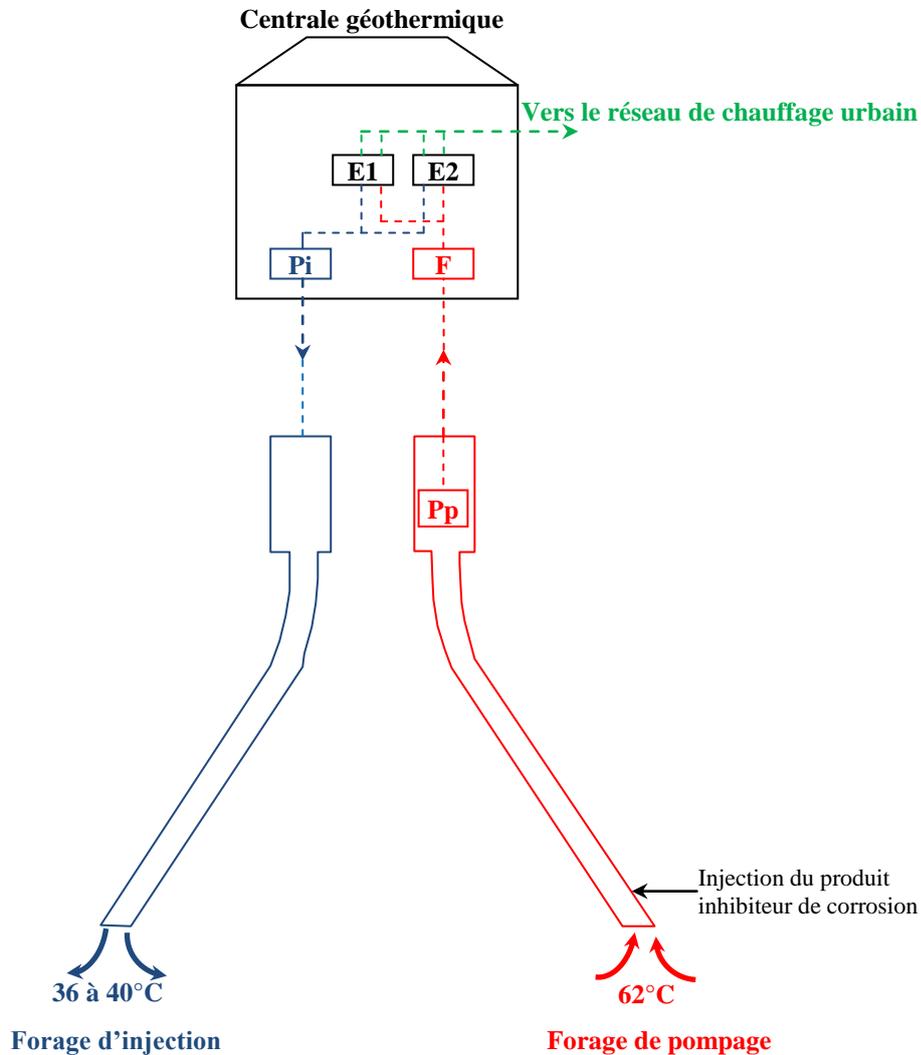
La description des techniques de forages et de leur géométrie est détaillée dans la demande d'autorisation d'ouverture de travaux (§ 3.5).

### 2.6.3 Equipements de la boucle géothermale

On entend par boucle géothermale, le doublet de forage et les équipements de surface jusqu'aux échangeurs situés dans la centrale géothermique.

La figure ci-après schématise le fonctionnement et les différents éléments de cette boucle géothermale qui seront détaillés dans la suite du paragraphe.

Figure 56 : Schéma de fonctionnement de la boucle géothermale



**E1 et E2 : échangeurs**

**F : filtre**

**Pp : pompe de production immergée**

**Pi : pompe d'injection**

### 2.6.3.1 Contraintes liées à l'eau du Dogger

L'eau du Dogger au droit de Rosny-sous-Bois est chaude (environ 62°C), corrosive car chargée en sels (environ 25g/l), en gaz dissous (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>) et en sulfures. De plus, le milieu est réducteur ce qui favorise le développement d'une microflore bactérienne de type sulfato-réductrice sur les cuvelages et dans le réservoir.

Ainsi, l'eau du Dogger présente plusieurs risques de dégradations pour les équipements de la boucle géothermale :

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### - Risque de corrosion :

De part sa salinité, le développement bactérien et la présence de sulfures, l'eau du Dogger est particulièrement corrosive.

La mise en œuvre d'un traitement par inhibiteur de corrosion, dès la mise en service des installations, est une nécessité dans le cas de la réalisation de puits en acier. Il permet de diviser par un facteur 5 à 10 les vitesses de corrosion sur l'acier au carbone des cuvelages. Cette injection est réalisée par l'intermédiaire d'un tubing continu dont le diffuseur est placé au niveau du sabot du tubage 9''5/8. Il est relié en surface à une station d'injection dont le fonctionnement est asservi au débit d'exploitation.

Cependant, la mise en place d'un traitement ne justifie pas l'abandon de certaines règles de l'Art en matière d'exploitation, telles que le respect de la pression de point de bulle ou le choix de matériaux adéquats pour l'équipement constitutif de la boucle géothermale.

Les processus de corrosion constituent un risque vis-à-vis de l'intégrité des cuvelages et donc de pollution des aquifères sus-jacents au Dogger, en particulier celui de l'Albien. Au droit de cet aquifère, un double tubage sera mis en place et l'espace annulaire sera cimenté afin de constituer une barrière étanche et minimiser ainsi le risque de perforation des cuvelages. On peut également mettre en place des cuvelages avec une surépaisseur d'acier de l'ordre de 3 mm pour augmenter la durée de vie des enveloppes (12 mm au lieu de 9,6 mm pour un cuvelage classique). En tout état de cause, les paramètres de la corrosion font l'objet, en cours d'exploitation, d'un suivi rigoureux dont le contenu et la fréquence sont intégrés à l'arrêté préfectoral d'exploitation.

### - Risque de dépôts :

Le refroidissement de l'eau et/ou le dégazage entraînent un risque d'entartrage par les sulfures de fer et les carbonates de fer et de calcium.

Toutefois, le maintien de la boucle géothermale supérieure à la pression de point de bulle permet d'éviter le dégazage et donc de limiter le phénomène d'entartrage.

### - Risque d'encrassement de la boucle géothermale

En exploitation, des particules plus ou moins grosses peuvent se détacher du réservoir du Dogger et remonter en surface. En l'absence de filtre, il y aurait un risque important de colmatage progressif des échangeurs et du forage d'injection.

Une filtration en tête de puits d'exhaure est donc classiquement mise en œuvre à l'aide d'un filtre à tamis de maille 250 à 500 µm. La perte de charge sur ce filtre renseigne sur la charge solide du fluide et permet de recueillir des solides en vue d'analyses éventuelles.

### 2.6.3.2 Constitution de la boucle géothermale

L'échangeur de chaleur constitue la limite géothermale / géothermique.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Les spécifications techniques des équipements seront déterminées pour un fonctionnement au débit maximal de 350 m<sup>3</sup>/h et une température d'exhaure d'environ 62°C.

Les équipements constituant la boucle géothermale sont décrits ci-dessous :

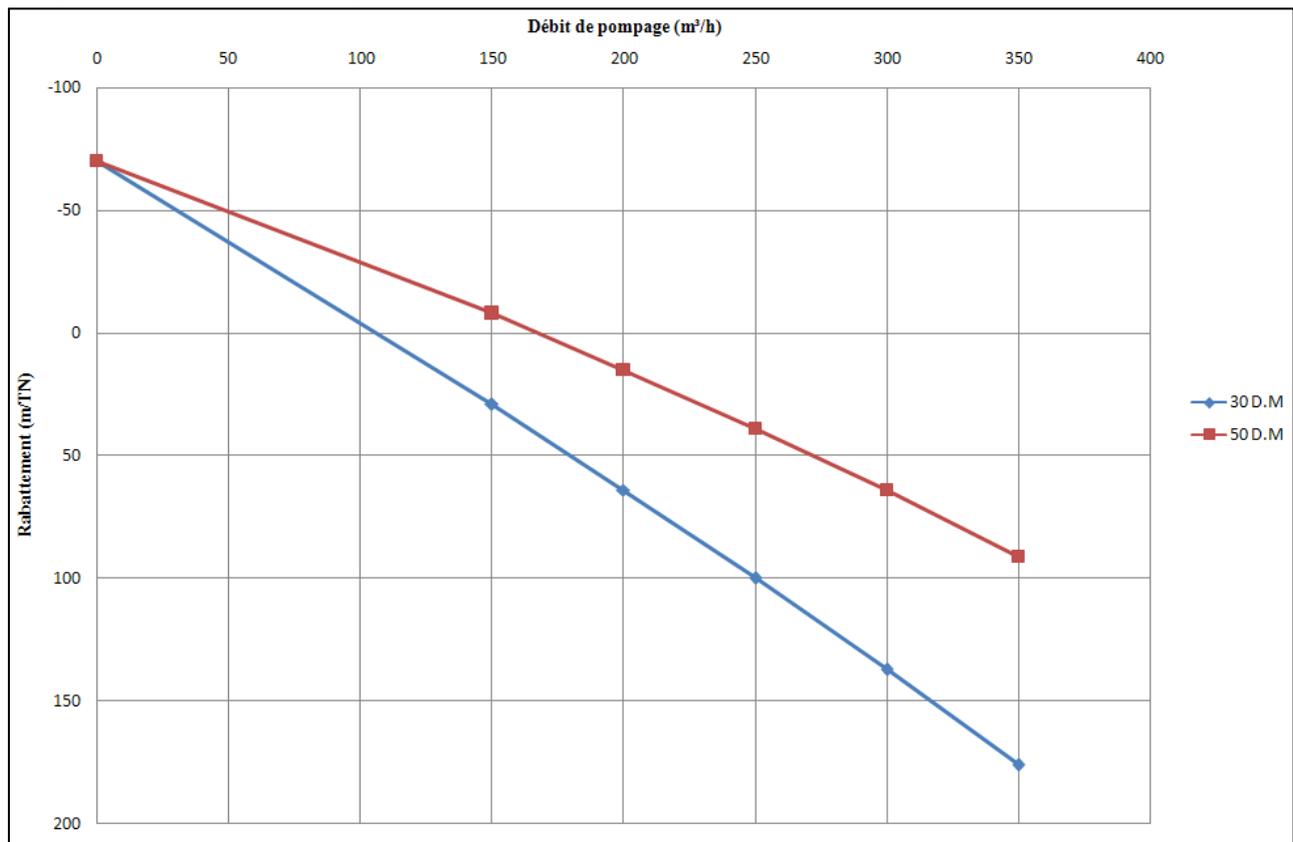
### Pompe de production et colonne d'exhaure :

Le dimensionnement de la pompe de production est basé sur le calcul des pertes de charges dans le réservoir (pour une transmissivité comprise entre 30 et 50 D.M) et dans les tubages et sur la pression prévisionnelle en tête de forage (7 bars).

Le tableau ci-après récapitule les puissances électriques de la pompe de production pour différents débits.

**Tableau 38 : Puissance prévisionnelle de la pompe de production**

Débit calcul (m <sup>3</sup> /h)	30 D.M		50 D.M	
	rabattement (m/TN)	puissance Kwe	rabattement (m/TN)	puissance Kwe
150	29	48	-8	22
200	64	96	15	51
250	100	162	39	92
300	137	246	64	145
350	176	350	91	212

**Figure 57 : Courbes de productivité en fonction de la transmissivité**

La pompe mise en place sera capable de pomper un débit de 350 m³/h pour une HMT de 240 m environ. Cette pompe sera placée vers 250 m de profondeur, soit environ 100 m sous le niveau dynamique, pour éviter les phénomènes d'écoulement turbulent.

La colonne d'exhaure permettant de remonter l'eau en surface aura un diamètre minimum de 175 mm.

La fréquence de renouvellement de la pompe de production est d'environ 4 à 5 ans.

Cette pompe sera associée à un variateur de vitesse permettant un fonctionnement à débit variable en fonction des besoins.

#### **Dispositif d'injection du produit inhibiteur de corrosion :**

Le tube permettant l'injection du produit inhibiteur de corrosion au pied du tubage Ø9"5/8 sera un tube en acier revêtu d'un diamètre proche de 20 mm, lesté à la base. La fréquence de renouvellement de ce tube est d'environ 7 ans. L'injection se fait par l'intermédiaire d'une pompe doseuse placée dans la centrale géothermique. Le débit d'injection est asservi au débit de la pompe de production. Le produit inhibiteur sera de type Aquaprox 491 dosé entre 3 et 5 ppm.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### Canalisation de surface jusqu'à la centrale géothermique :

Il s'agit des conduites calorifugées situées dans les caniveaux enterrés entre les forages et la centrale géothermique. Ces canalisations seront en acier inox dans un diamètre d'environ 200 mm.

### Dispositif de filtration :

Il s'agit de protéger les échangeurs des particules qui pourraient venir les encrasser par la mise en place en amont d'un filtre à tamis de maille 250 à 500 µm. La durée de vie de ce dispositif de filtration est d'environ 20 ans.

### Echangeurs à plaques :

Il s'agit d'échangeurs à plaques en titane dont la durée de vie est d'environ 20 ans. Ils seront dimensionnés pour un débit de pointe de 350 m<sup>3</sup>/h.

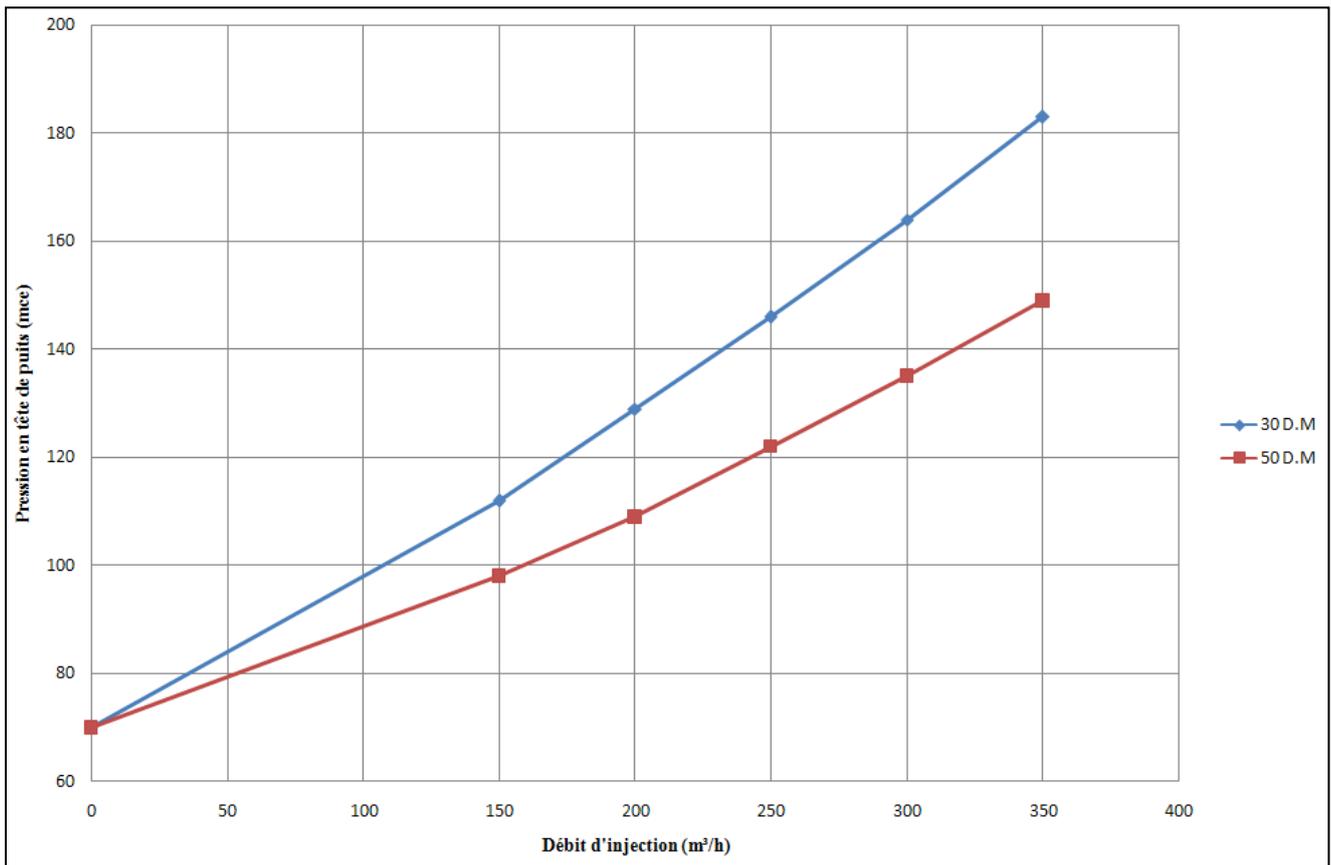
### Pompe d'injection :

De la même façon que pour la pompe de production, le dimensionnement de la pompe d'injection est basé sur le calcul des pertes de charges dans le réservoir (pour une transmissivité comprise entre 30 et 50 D.M) et dans les tubages et sur la pression prévisionnelle en tête de forage (7 bars).

Le tableau ci-après récapitule les puissances électriques de la pompe d'injection pour différents débits.

**Tableau 39 : Puissance prévisionnelle de la pompe d'injection**

Débit calcul (m <sup>3</sup> /h)	30 D.M		50 D.M	
	Pression (mce)	puissance Kwe	Pression (mce)	puissance Kwe
150	112	61	98	51
200	129	96	109	78
250	146	140	122	112
300	164	193	135	153
350	183	256	149	201

**Figure 58 : Courbes d'injectivité en fonction de la transmissivité**

La pompe mise en place sera capable d'injecter un débit de 350 m³/h pour une pression de 18 bars environ et aura une durée de vie d'environ 20 ans.

Cette pompe sera associée à un variateur de vitesse permettant un fonctionnement à débit variable en fonction des besoins.

### Régulation et contrôle :

Mise en place de moyens de suivis du débit, de la pression, de la température et des paramètres du fluide.

Les caractéristiques des équipements fixes de la boucle géothermale (puits, dispositif de traitement inhibiteur, conduite de surface, échangeurs) seront déterminées pour résister aux contraintes physiques et chimiques des fluides (eau géothermale, inhibiteur de corrosion) et limiter les pertes de charge.

Les caractéristiques des éléments mobiles de la boucle géothermale (pompes et variateurs associés) seront déterminées pour réguler la production d'eau géothermale en fonction des besoins en chaleur. Leur dimensionnement sera tel qu'il permettra d'anticiper sur une possible dégradation des caractéristiques des puits par augmentation des pertes de charge.

La durée de vie des équipements d'une boucle géothermale va dépendre de plusieurs facteurs:

- la qualité des matériels à l'achat ;
- le choix de matériaux appropriés à la corrosivité du fluide géothermal ;

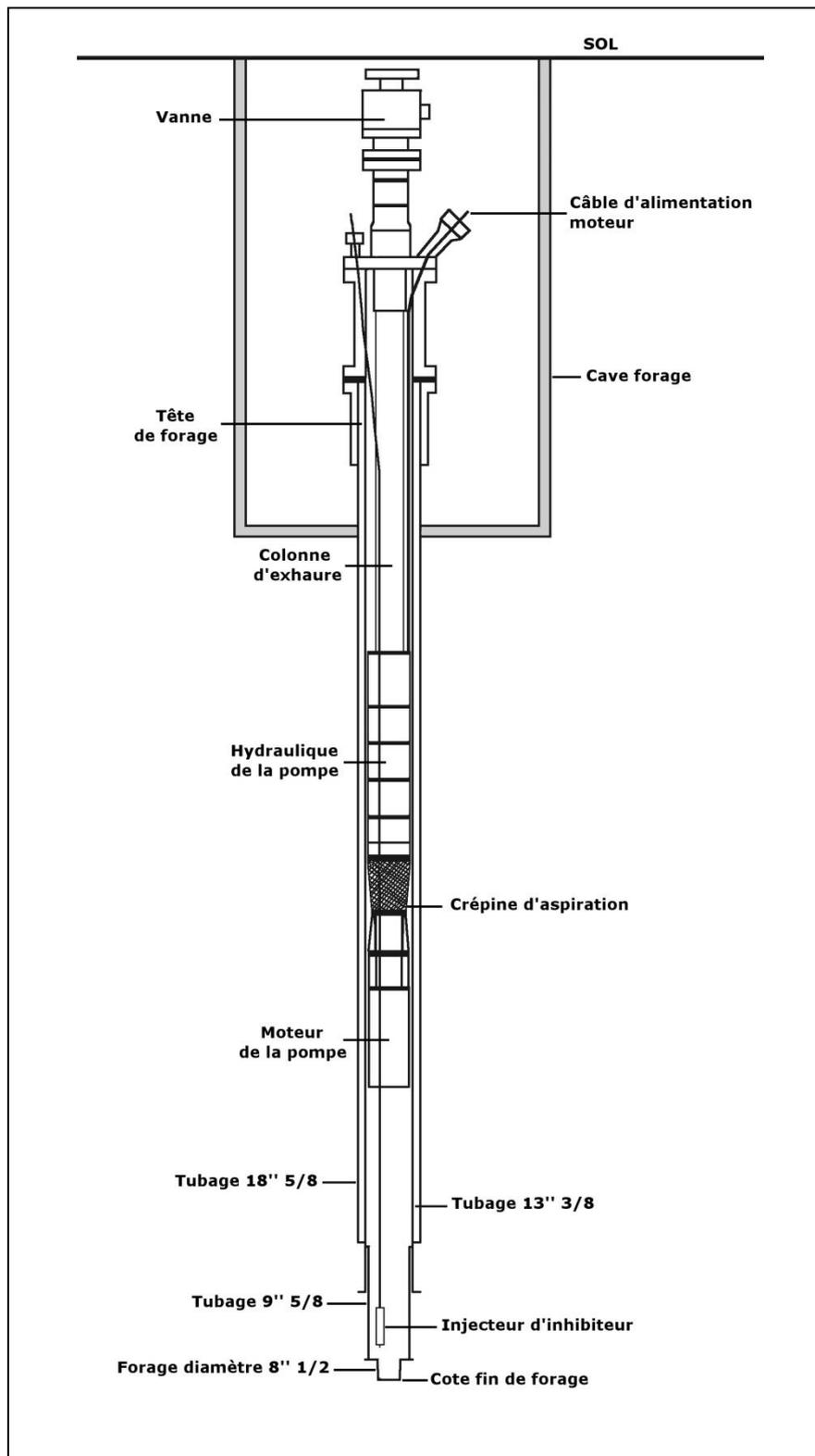
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- la maintenance et conduite des équipements ;
- l'efficacité du traitement inhibiteur de corrosion.

Le schéma suivant présente la complétion classique d'un forage producteur.

**Tableau 40 : Complétion schématique d'un forage producteur**



## **2.7 Suivi et entretien des forages et de la boucle géothermale**

### *2.7.1 Suivi de l'exploitation*

#### *2.7.1.1 Paramètres physiques*

Pendant l'exploitation du doublet de forages, l'exploitant et/ou une société spécialisée dans la gestion de forages profonds, réalisera des contrôles périodiques des paramètres physiques afin de maintenir une productivité optimum et de garantir le respect des contraintes environnementales inhérentes à l'exploitation du doublet. La fréquence du suivi sera validée par la DRIEE et imposée par l'arrêté préfectoral d'exploitation.

Les mesures effectuées seront les suivantes :

- productivité du puits producteur (mesure du rabattement et du débit),
- injectivité du puits d'injection (mesure de la pression en tête et du débit),
- consommations électriques, puissances et rendement des pompes de production et d'injection,
- efficacité et évaluation des pertes de charges sur l'échangeur,
- état de colmatage du filtre à tamis,
- état de fonctionnement des vannes en tête de puits, des manomètres, thermomètres, clapets,
- état du dispositif de régulation.

Ces mesures seront interprétées et comparées à des mesures de référence afin d'assurer les opérations de maintenance nécessaires au fonctionnement optimum de l'installation. Le rapport de suivi sera transmis à la DRIEE.

#### *2.7.1.2 Paramètres chimiques de l'eau*

Un suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau est nécessaire en cours d'exploitation du doublet afin d'éviter ou de limiter les atteintes comme le développement de dépôts, le développement bactériens, la corrosion... La fréquence du suivi physico-chimique (1 à 3 fois par an selon les résultats des analyses) sera validée par la DRIEE et imposée par l'arrêté préfectoral d'exploitation.

Les paramètres analysés dans le cadre de ce contrôle de routine seront les suivants :

- Paramètres physico-chimiques : silice, fer total et dissous, pH, Eh, conductivité, sodium, calcium, potassium, hydrogénocarbonates, chlore, sulfates, manganèse, nitrites, fluorures, strontium, sulfures,
- Gazs libres ou dissous : azote, méthane, hydrogène, dioxyde de carbone, hydrogène sulfuré, contrôle de valeur du point de bulle, détermination du rapport gaz/liquide,
- Paramètres bactériens : ferrobactéries et bactéries sulfato-réductrices,
- Contrôle des matières en suspension,
- Contrôle de la corrosivité du fluide (méthode des coupons de corrosion).

Ces mesures seront interprétées et comparées à des mesures de référence afin de programmer des mesures de diagnostic et/ou de réhabilitation des forages. Le rapport de suivi sera transmis à la DRIEE.

### 2.7.1.3 *Suivi de l'état des tubages*

La réalisation, tous les 3 ans pour le puits d'injection et tous les 5 ans pour le puits de production, d'une diagraphie « diamètreur » permettra de connaître l'état des tubages. En effet, cet outil mesure avec précision le diamètre des tubages et permet de visualiser la présence de dépôts mais surtout celle des zones atteintes par la corrosion. Le rapport de diagraphie sera transmis à la DRIEE.

La diagraphie « diamètreur » peut également être complétée par un traçage à l'eau douce pour mettre en évidence l'existence d'une fuite qui serait suspectée lors de la diagraphie.

### 2.7.2 *Entretien des forages*

Les différents suivis et diagraphies réalisés sur les forages peuvent amener à devoir procéder à une réhabilitation des ouvrages. En fonction des problèmes détectés, les solutions de réhabilitation pourraient être les suivantes :

- encrassement des tubages : les dépôts sur les tubages pourront être enlevés par la réalisation d'un curage hydraulico-mécanique. Il s'agit de descendre dans l'ouvrage, en rotation et en circulation, un outil de nettoyage composé des éléments suivants : un tricône classique, un porte outil, un outil de jetting à buses latérales, un clapet anti-retour ; l'ensemble placé à l'extrémité de masses tiges et de tiges de forages. Les méthodes de l'acidification « douce » ou du curage mécanique peuvent également être utilisées.
- perforation d'un tubage : le colmatage des perforations d'un tubage peut être réalisé par injection sous pression d'un laitier de ciment au droit de la perforation et mise en place d'un patch cylindrique de quelques mètres de long (résine époxy/fibre de verre). Toutefois, si de nombreuses perforations sont détectées, il sera nécessaire de procéder au rechemisage de l'ouvrage par la mise en place d'un tubage de diamètre inférieur et la cimentation de l'entrefer,
- perte de productivité ou d'injectivité : la stimulation du Dogger par acidification permet de recouvrer tout ou partie des caractéristiques de productivité et d'injectivité du réservoir.

## **2.8 Conditions d'arrêt de l'exploitation du doublet**

### 2.8.1 *Procédure d'abandon*

En cas de pertes définitive de productivité et/ou d'injectivité, d'une baisse de la température du gîte ne permettant plus son exploitation dans des conditions économiques optimum ou en cas de détériorations importantes de l'intégrité des forages (corrosion des tubages notamment) ne permettant de maintenir la protection des nappes superficielles, l'abandon des forages devra être envisagé.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

La fermeture d'un puits représente une série d'opération destinées à maintenir l'isolation des différents niveaux aquifères et pour ce faire des barrières doivent être disposées selon des règles précises de façon à :

- interdire toute possibilité de fuite du fluide géothermique vers la surface,
- prévenir toute pollution et protéger l'utilisation future des aquifères,
- empêcher la circulation des fluides entre niveaux géologiques perméables.

La procédure d'abandon des forages devra être soumise à l'approbation de la DRIEE, conformément à l'arrêté d'exploitation. Les pratiques d'abandon des forages géothermiques au Dogger sont les mêmes que celles appliquées pour les forages pétroliers.

Les règles de bouchage sont celles des industries extractibles. Elles précisent en particulier :

- L'isolement du réservoir : le premier bouchon de ciment sera placé de part et d'autre du sabot du cuvelage de production et permettra le remplissage par injection de ciment du forage au droit du réservoir et de la partie inférieure du cuvelage.
- L'isolement complémentaire à l'intérieur du cuvelage au droit des niveaux stratégiques de l'Albien et du Néocomien. Un bouchon de ciment devra être mis en place en face de ces niveaux avec un recouvrement de 50 m de part et d'autre de ces aquifères, soit un bouchon d'environ 425 m pour les forages de Rosny-sous-Bois.
- L'obligation de placer un bouchon de ciment sur la tête des liners. Un bouchon de ciment de 100 m de hauteur devra être mis en place en face et de part et d'autre de la réduction de diamètre 13''3/8 et 9''5/8 (entre 300 et 400 m de profondeur).
- Le bouchage de surface. Un bouchon de 100 m de hauteur doit être mis en place entre 100 m de profondeur et le fond de la cave de forage.

Les bouchons de ciment doivent être testés après leur mise en place. Le test consiste en une injection d'eau sous une pression de 20 bars et par l'application d'un poids de 5 tonnes sur le sommet du bouchon de ciment.

Il est également possible de remplir entièrement les puits de ciment. Cette façon de procéder est la plus fiable car l'intérieur du cuvelage est totalement cimenté et obstrué.

### 2.8.2 *Coût des travaux d'abandon*

Le coût des travaux d'abandon d'un forage au Dogger du type de ceux prévus à Rosny-sous-Bois est d'environ 500 k€ HT par puits.

### **3 DEMANDE D'AUTORISATION D'OUVERTURE DE TRAVAUX AU DOGGER**

#### **3.1 Implantation des forages**

Les forages seront implantés sur un terrain appartenant à la commune de Rosny-sous-Bois situé entre l'autoroute A86 et le centre commercial Domus.

Ce terrain de 3800 m<sup>2</sup> rassemble les parcelles cadastrales suivantes :

- Sur la section Q : parcelles n°148, 165, 175, 159, 147, 161 et 171,
- Sur la section N : parcelles n°118, 90, 91, 116 et 114 (pour partie)

La figure suivante représente l'implantation du chantier de forage sur le terrain. Ce terrain de 3800 m<sup>2</sup> permettra l'implantation de la majeure partie du matériel de forage. Un terrain d'environ 1500 m<sup>2</sup> situé de l'autre côté du centre commercial Domus sera mis à disposition par la SEMRO pour le stockage tubes et le parking des voitures pendant les trois mois de travaux.

Préalablement à tous travaux, le site de forage sera entouré par une palissade de chantier de 2,5 m de hauteur, fermée par un grillage à l'entrée du site.

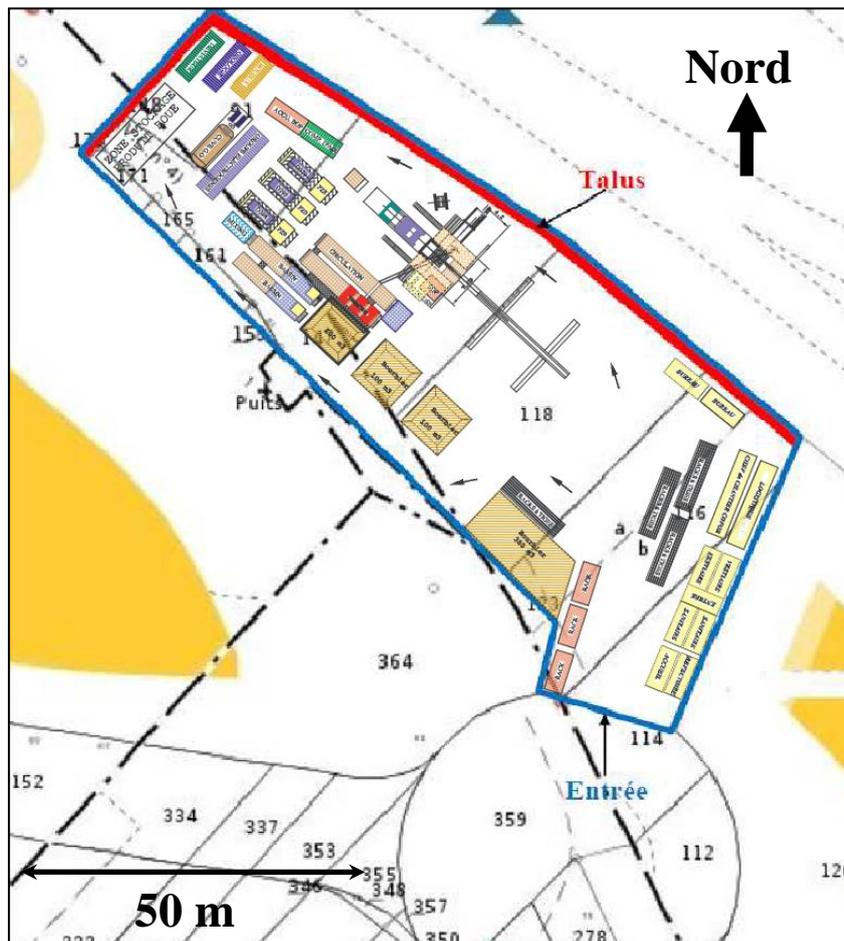
Un panneau de chantier, un panneau d'interdiction du chantier au public et un panneau d'obligation de port des équipements de sécurité seront mis en place à l'entrée du site.

Par ailleurs, pour faciliter l'accès au chantier, un balisage de guidage sera mis en place sur les principales voies d'accès au chantier.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 59 : Implantation du chantier de forage sur le site



### 3.2 Organisation du chantier

- Horaires de travail : En raison des spécificités techniques d'un tel chantier, les travaux seront réalisés sans interruption 24h/24 en 3 postes de 8 heures et 7j/7.
- Effectif : Toutes entreprises confondues, le nombre de personnel présent en simultanément sur le chantier sera d'environ 15 personnes (5 personnes de l'entreprise de forages, 5 personnes des travaux soustraits, 5 personnes liés à l'encadrement des travaux)
- Supervision : un maître d'œuvre supervisera l'ensemble des travaux (plateforme, forages, test de débit, mise en place des moyens de pompages, remise en état du site) et veillera au respect du planning de l'opération.

### **3.3 Machines de forages utilisées**

#### *3.3.1 Phase avant puits*

Le forage de l'avant puits jusqu'à une profondeur de 60 m environ sera réalisé à l'aide d'une machine de type BENOTO (grue équipée d'une benne preneuse et d'un louvoyeur de tube).

**Figure 60 : Grue de forage type BENOTO**



Cette technique de foration est utilisée pour des forages de diamètre important (>800 mm). La foration par havage se fait au moyen d'une benne circulaire munie de coquilles ouvertes qui percutent le sol comme un trépan et remonte les déblais, coquilles fermées. L'outil est manœuvré au moyen d'un treuil principal monté sur une grue. Parallèlement à l'extraction des déblais, le forage est tubé avec des éléments de tubes à verrouillage rapide, qui à mesure du havage sont enfoncés (ou retirés) par un mouvement de louvoyement. Ce mouvement louvoyant est assuré par un louvoyeur muni de vérins, enserrant la tête du tubage, actionné par une centrale hydraulique, des vérins de fonçage et d'arrachage assurent les mouvements verticaux de ce tubage.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Figure 61 : Benne de havage**



### 3.3.2 Phase forage rotary

La réalisation de forages déviés d'environ 2000 m de profondeur nécessite l'utilisation d'une machine de forage d'une capacité minimale au crochet d'environ 200 tonnes équipée d'un mât d'environ 50 m de haut.

**Figure 62 : Rig de forage au rotary**



Avec cette méthode, un tricône à molettes désagrège le terrain en fond de trou, en éléments plus ou moins grossiers (cuttings) qui sont remontés à la surface par le fluide de forage (boue bentonitique, boue polymère, eau...). Le fluide de forage, constitué d'un mélange d'eau et de bentonite (argile naturelle) est utilisé en circuit fermé et injecté par une pompe à haute pression. En plus de la remontée des cuttings, le fluide de forage contribue au soutien des parois du puits et maintient en place par pression hydrostatique les fluides présents dans les terrains perméables.

Le puits est foré par intervalles ou phases de diamètres décroissants et concentriques. A la fin de chaque phase, un tubage en acier est mis en place dans le puits puis cimenté à l'extrados jusqu'à la surface. En général, deux ou trois phases de forage sont nécessaires pour atteindre le réservoir.

**Figure 63 : Tricônes à molettes**



### **3.4 Plateforme de forages**

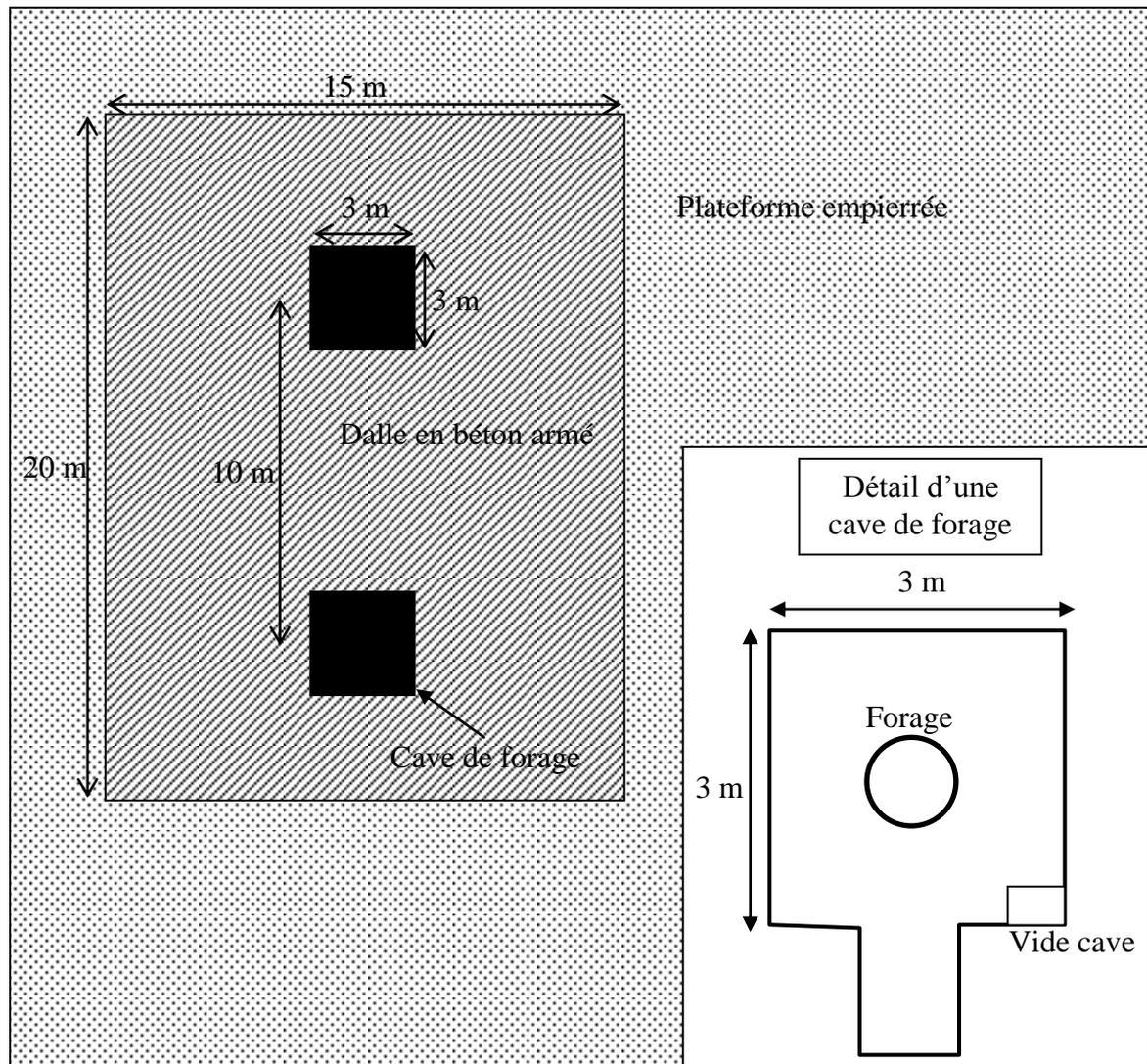
Le site de forage sera aménagé de la façon suivante :

- Une plateforme de 3800 m<sup>2</sup> empierrée et compactée façon voirie lourde permettant la circulation de camions et d'engins de manutention,
- Un réseau de caniveaux périmétriques pour drainer les eaux de ruissellement vers les bourniers via un déshuileur,
- Trois bourniers étanches qui permettront la décantation de la boue de forage et la récupération des cuttings. Ils seront également l'exutoire des eaux pompées pendant les essais de puits,
- Un ouvrage maçonné en parpaing pour le stockage de la boue desséchée.

A la fin des travaux de forage, seules les caves de forages et les caniveaux souterrains permettant le passage des canalisations de refoulement et d'injection seront conservés.

La figure ci-après montre un schéma de la plateforme de forage après les travaux.

Figure 64 : Schéma de la plateforme de forage



### 3.5 Coupe technique prévisionnelle

Le dimensionnement des forages est déduit des besoins en puissance de la boucle de surface. Ainsi le diamètre foré de 8''1/2 dans réservoir a été choisi. De plus, la nécessité de masquer le réservoir stratigraphique de l'Albien par un double tubage a conduit à choisir les diamètres de tubages suivants : 9''5/8, 13''3/8 et 18''5/8.

De plus, la déviation et la direction des forages ont été choisies en fonction de la température du gisement qui est plus élevée au nord-est. Ainsi, le forage de production sera dévié vers le nord-est avec un angle de 35°. Le forage d'injection sera dévié vers le sud-ouest avec le même angle. Cette déviation permettra d'obtenir un écartement entre les points d'impact au toit du Dogger d'environ 1530 m ce qui permettra d'éviter le recyclage thermique.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 3.5.1 *Avant Puits*

La mise en place, au moment de l'aménagement de la plateforme et du génie civil, d'un tube en acier Ø700 mm minimum jusqu'à 60 m de profondeur environ permettra de masquer les formations tertiaires susceptibles de contenir du gypse afin de limiter les risques de pertes de boue de forage dans ces terrains. Elle permet également de stabiliser les premiers mètres de terrains parfois décompressés qui seront fortement sollicités lors des phases de forage plus profondes.

Les travaux seront les suivants :

- Forage Ø900 mm par la technique du battage/havage jusqu'à 60 m de profondeur environ,
- Mise en place d'un tube guide en acier Ø700 mm jusqu'à 60 m de profondeur environ, ancré dans le calcaire grossier du Lutétien,
- Cimentation du tube en acier entre 60 m et environ 4 m de profondeur (radier de la cave de forage).

### 3.5.2 *Phase de forage en diamètre 26" (660 mm)*

La mise en place d'un tube en acier Ø18"5/8 (473 mm) entre 0 et 350 m de profondeur permettra de finir de masquer les aquifères tertiaires superficiels et de s'ancrer dans la craie avant le démarrage de la déviation.

Les travaux seront les suivants :

- Forage Ø26" par la technique du rotary à la boue entre 60 et 350 m environ dans la craie du Sénonien,
- Mise en place d'un tube en acier au carbone Ø18"5/8 (type API – K 55, ep. 9 mm minimum, filetages type VAM ou BUTTRESS) entre 0 et 350 m de profondeur, ancré dans la craie du Sénonien,
- Cimentation sous pression sur toute la hauteur du tube en acier.

### 3.5.3 *Phase de forage en diamètre 17"1/2 (445 mm)*

La mise en place d'un tube en acier Ø13"3/8 (340 mm) entre 0 et 1155 m permet de tuber complètement la montée en inclinaison et assure une première protection de l'aquifère stratégique de l'Albien et du Néocomien.

Les travaux seront les suivants :

- Forage vertical Ø17"1/2 par la technique du rotary à la boue entre 350 et 400 m environ dans la craie du Sénonien,
- A partir de 400 m de profondeur, début de la déviation à raison de 1°/10 m forés, jusqu'à atteindre la déviation de 35° vers 750 m forés,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- Forage Ø17"1/2 en déviation stabilisée de 35° entre 750 m et 1155 m forés pour s'ancrer d'environ 40 m dans le Portlandien et ainsi masqué une première fois l'aquifère de l'Albien et du Néocomien,
- Mise en place d'un tube en acier au carbone Ø13"3/8 (type API – K 55, ep. 11 mm minimum, filetages type VAM ou BUTTRESS) entre 0 et 1155 m de profondeur, ancré dans le Portlandien,
- Cimentation sous pression sur toute la hauteur du tube en acier.

### 3.5.4 Phase de forage en diamètre 12"1/4 (311 mm)

La mise en place d'un tube en acier Ø9"5/8 (245 mm) entre 350 et 1900 m forés (toit du réservoir du dogger) permet de protéger une seconde fois l'aquifère de l'Albien et du Néocomien par un second tube en acier.

Les travaux seront les suivants :

- Forage Ø12"1/4 en déviation stabilisée de 35° par la technique du rotary à la boue entre 1155 et 1900 m forés environ jusqu'au toit du Dogger,
- Mise en place d'un tube en acier au carbone Ø9"5/8 (type API – K 55, ep. 12 mm minimum, filetages type VAM ou BUTTRESS) entre 0 et 1900 m de profondeur,
- Cimentation sous pression du tube en acier jusqu'à 350 m de profondeur.

### 3.5.5 Phase de forage en diamètre 8"1/2 (216 mm)

Cette phase correspond au forage du réservoir du Dogger. Elle comprend :

- Le forage Ø8"1/2 en déviation stabilisée de 35° par la technique du rotary à la boue entre 1900 et 2083 m forés,
- La découpe du tube en acier Ø9"5/8 à 350 m de profondeur pour conserver une chambre de pompage en diamètre 13"3/8.

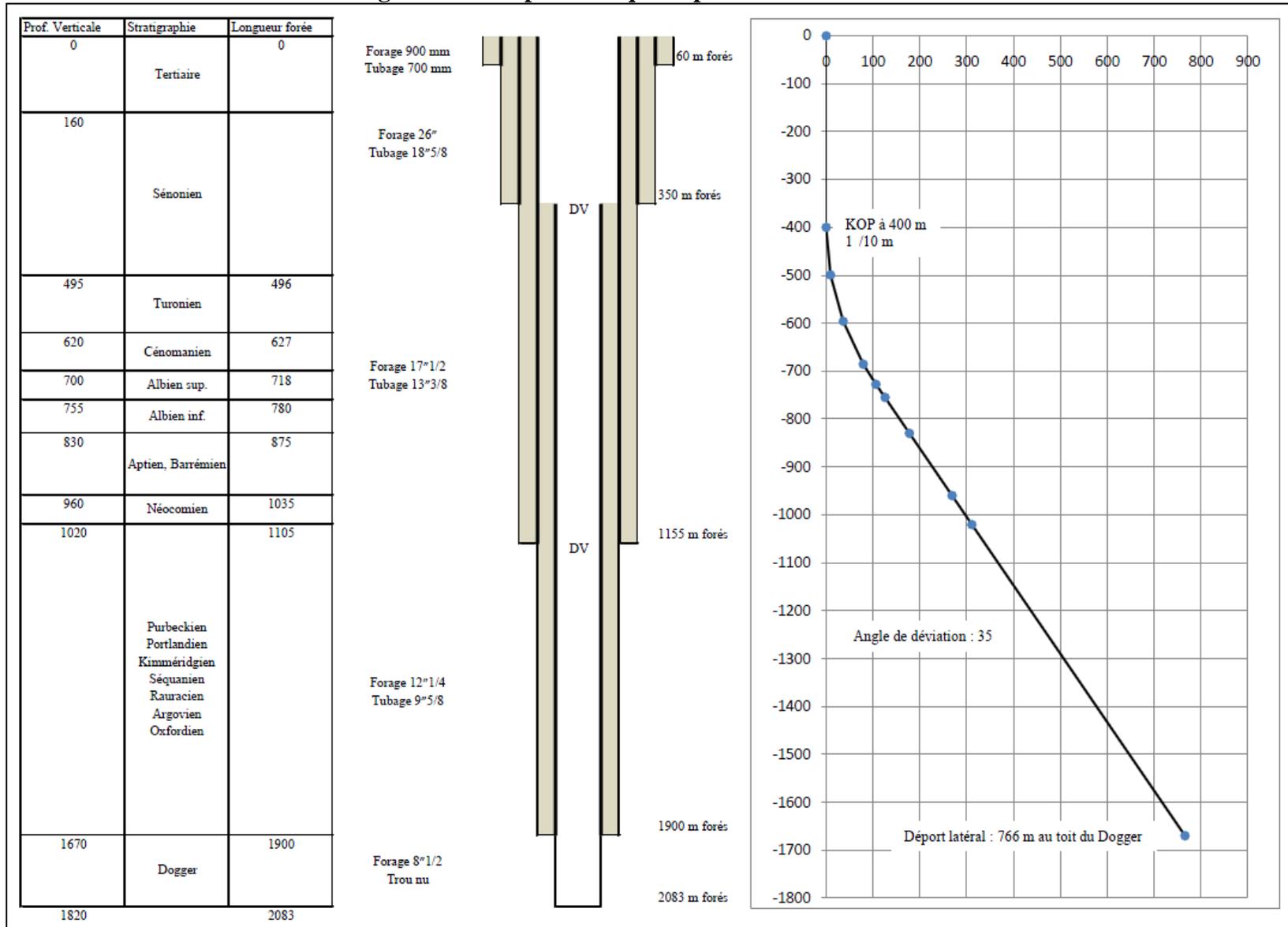
Pendant le forage, des échantillons de terrain seront prélevés tous les 3 à 5 mètres, observés à la loupe binoculaire et décrits par le géologue de l'opération qui établira la coupe lithologique des terrains traversés.

La figure suivante représente la coupe technique des forages ainsi que le profil de la déviation.

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Figure 65 : Coupe technique et profil de déviation**



### **3.6 Programme de diagraphies différées**

Pendant les travaux de forages, des diagraphies différées seront réalisées selon le programme suivant :

Diagraphies en trou nu :

- Gamma ray pour le calage de la géologie des terrains traversés : en fin de chaque phase de forage jusqu'à la phase 12"1/4,
- Diamètreur à 4 palpeurs pour les mesures de géométrie, d'orientation, d'inclinaison, pour l'estimation du volume de laitier de ciment des tubes 13"3/8 et 9"5/8 et l'interprétation du flowmètre du trou en 8"1/2 : en fin des phases 17"1/2 à 8"1/2,
- Diagraphie de porosité et de radioactivité naturelle pour localiser les niveaux producteurs du Dogger dans le trou nu en 8"1/2.

Diagraphies en trou équipé :

- Contrôle de cimentation (CBL-VDL) des tubes 13"3/8 et 9"5/8,
- Diamètreur à 4 palpeurs des tubes 13"3/8 et 9"5/8.

### **3.7 Essai de production**

A la fin des travaux de forage, des essais de production seront réalisés de manière suivante :

- la mise en eau du puits,
- le dégorgement en production artésienne et si nécessaire à l'air lift,
- la stimulation du réservoir par injection d'acide chlorhydrique (en plusieurs passes),
- les essais d'évaluation de la productivité des différents niveaux.

Les essais de productivité comprendront :

- une phase de fermeture du puits après stimulation pour assurer la recompression de l'aquifère,
- une phase de production à débit constant d'une durée de 12 heures environ pendant laquelle seront enregistrées les diagraphies de production (flowmétrie, température) et effectués les prélèvements de fluide géothermal,
- une phase de remontée de pression d'une durée de 12 heures environ pendant laquelle on enregistrera la remontée de pression du réservoir au moyen d'une sonde de pression positionnée au pied du tubage 9"5/8.

### **3.8 Remise en état du site**

Après évacuation des déchets, effluents et liquides et le repli des machines de forage, le site sera remis dans son état initial.

Cette remise en état consistera en :

- une destruction de la maçonnerie servant au stockage de la boue desséchée et un comblement des bourbiers,
- une remise en état et en forme des matériaux déplacés,
- un démontage de la palissade de chantier.

### **3.9 Durée et échelonnement des travaux**

La durée des travaux de forages tels qu'ils sont décrits ci-avant est estimée à 53 jours calendaires par forage en tenant compte des éventuels aléas (hors avant puits). Ainsi, l'avancement du chantier pourra être le suivant :

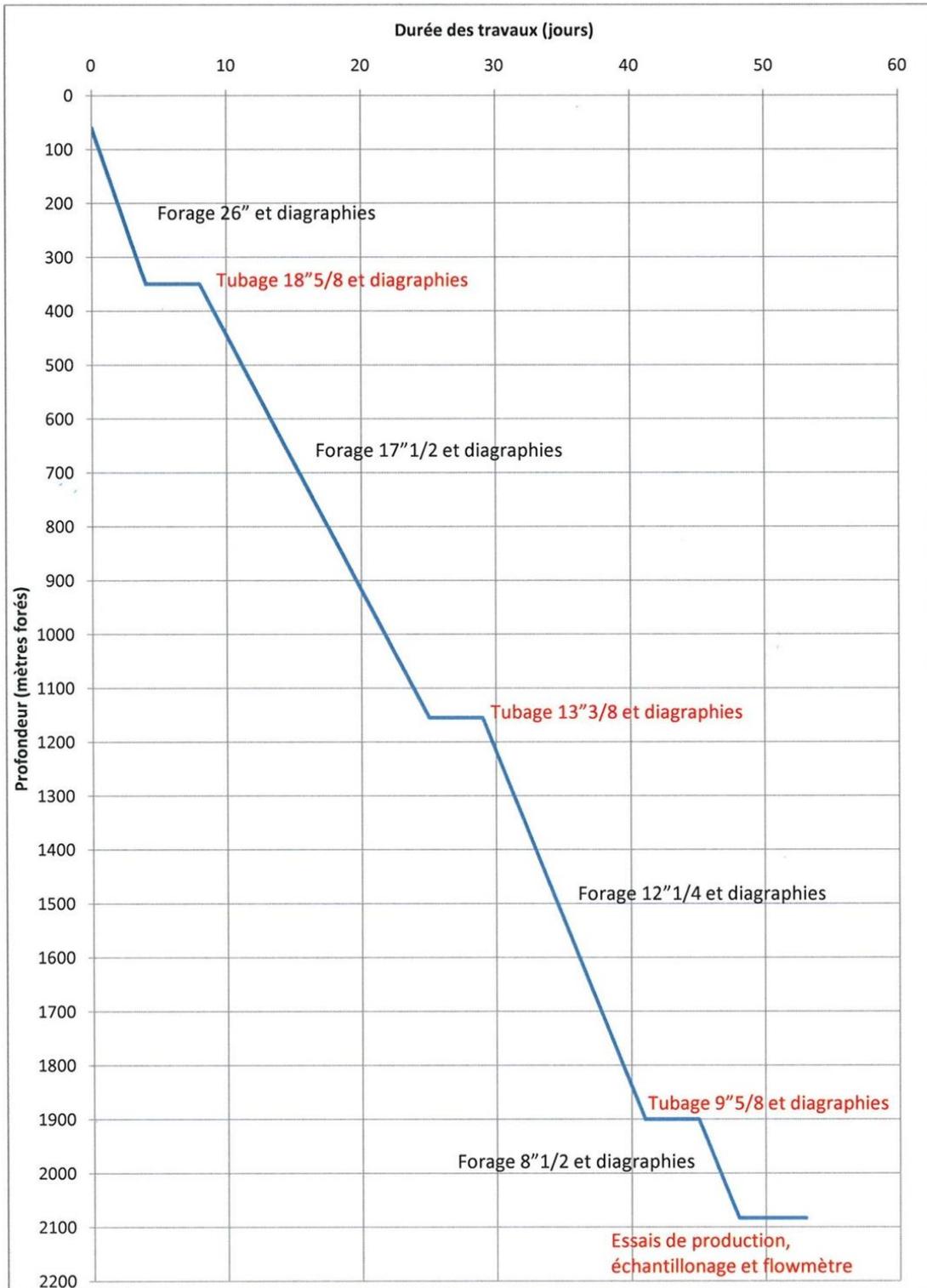
- Phase 26" : 8 jours
- Phase 17"1/2 : 21 jours
- Phase 12"1/4 : 16 jours
- Phase 8"1/2 et essais : 8 jours

Sans aléas, la durée des travaux par forages pourra être ramenée à 45 jours.

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 66 : Avancement prévisionnel des travaux



## **4 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

### **4.1 Présentation du projet**

#### *4.1.1 Justification du projet*

En 2010, une étude départementale a été lancée par le SIPPEREC pour dresser un état des lieux et des perspectives de développement de la géothermie en Seine-Saint-Denis. Les résultats de cette étude ont notamment permis de conclure qu'une opération de géothermie profonde sur la nappe du Dogger était envisageable sur la commune de Rosny-sous-Bois. C'est pourquoi, la commune de Rosny-sous-Bois a confié au SIPPEREC une mission de maîtrise d'ouvrage déléguée pour mettre en œuvre les actions nécessaires à la réalisation des travaux.

#### *4.1.2 Contexte géographique et administratif*

Rosny-sous-Bois est une commune située au Sud du département de la Seine-Saint-Denis en Région Ile-de-France. La commune s'étend sur 5,9 km<sup>2</sup> et compte 40 867 habitants d'après le recensement de 2009.

Elle se développe dans le fond et sur les flancs d'une vallée qui sépare deux plateaux dont celui d'Avron à l'Est.

Rosny-sous-Bois se situe à 15 km à l'Est du centre de Paris, à 11 km au Nord de l'aéroport Charles De Gaulle, et à 2 km au Nord-Est de Fontenay-sous-Bois.

**Figure 67: Localisation géographique de Rosny-sous-Bois**

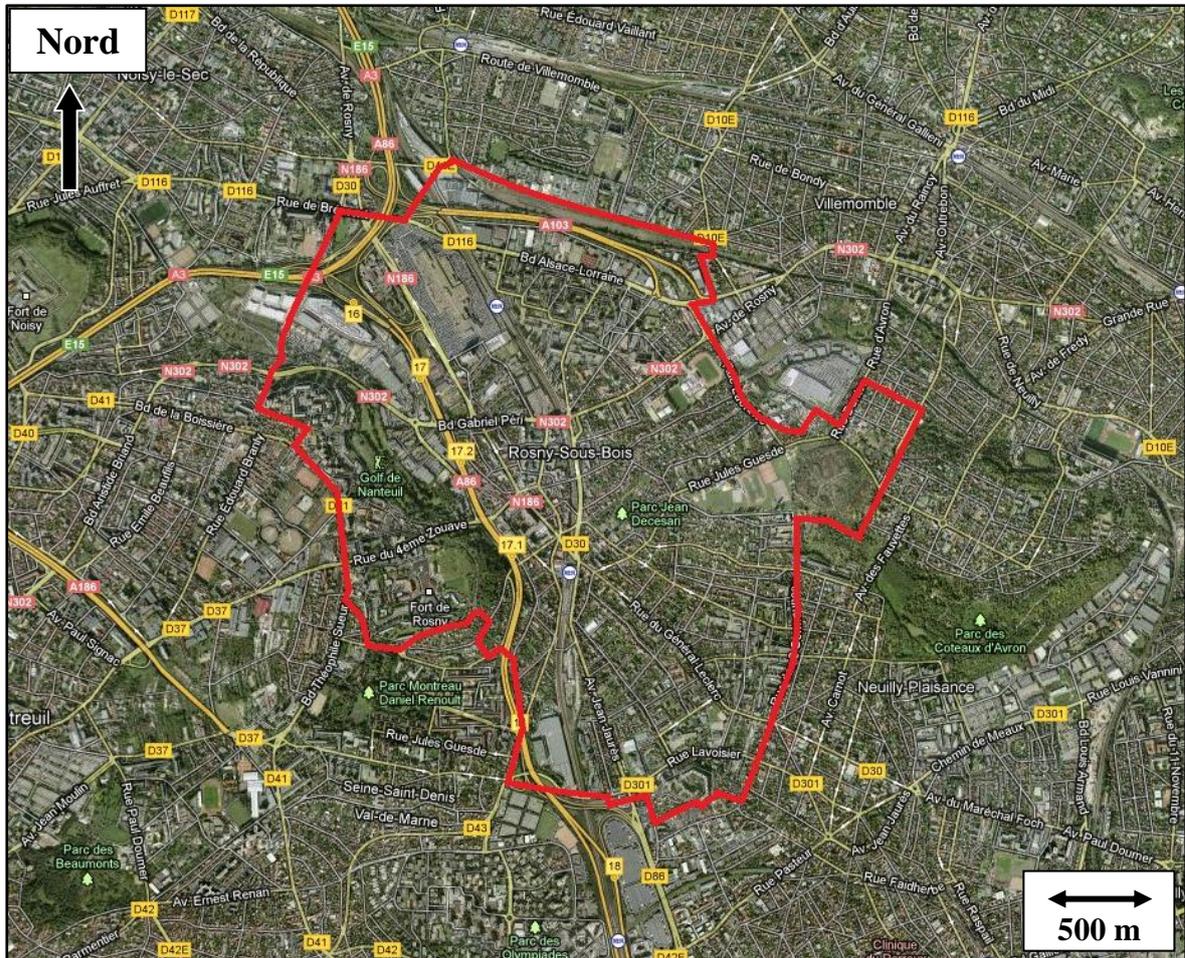


## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

La commune de Rosny-sous-Bois est traversée du Nord au Sud par l'autoroute A86, d'Est en Ouest par la N302, et limitée au Nord par l'A103.

Figure 68: Réseau routier de Rosny-sous-Bois

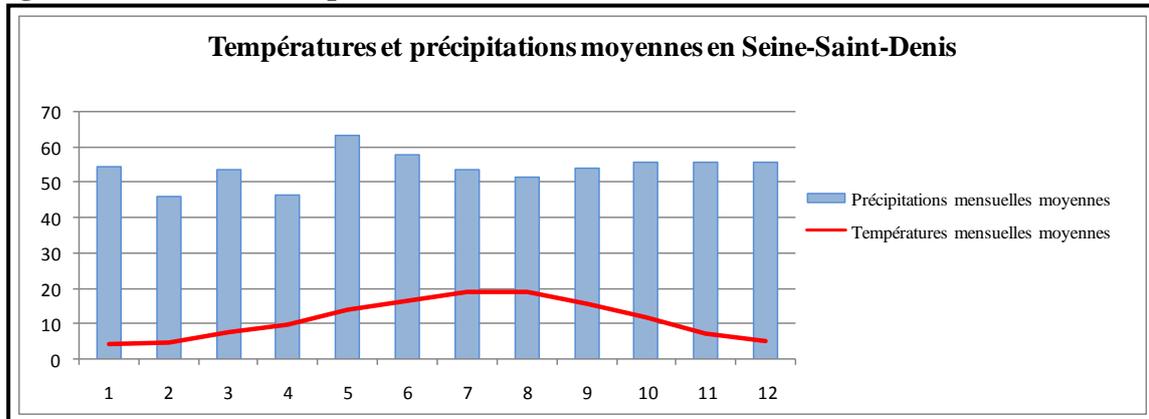


### 4.1.3 Contexte climatologique

#### 4.1.3.1 Températures et précipitations

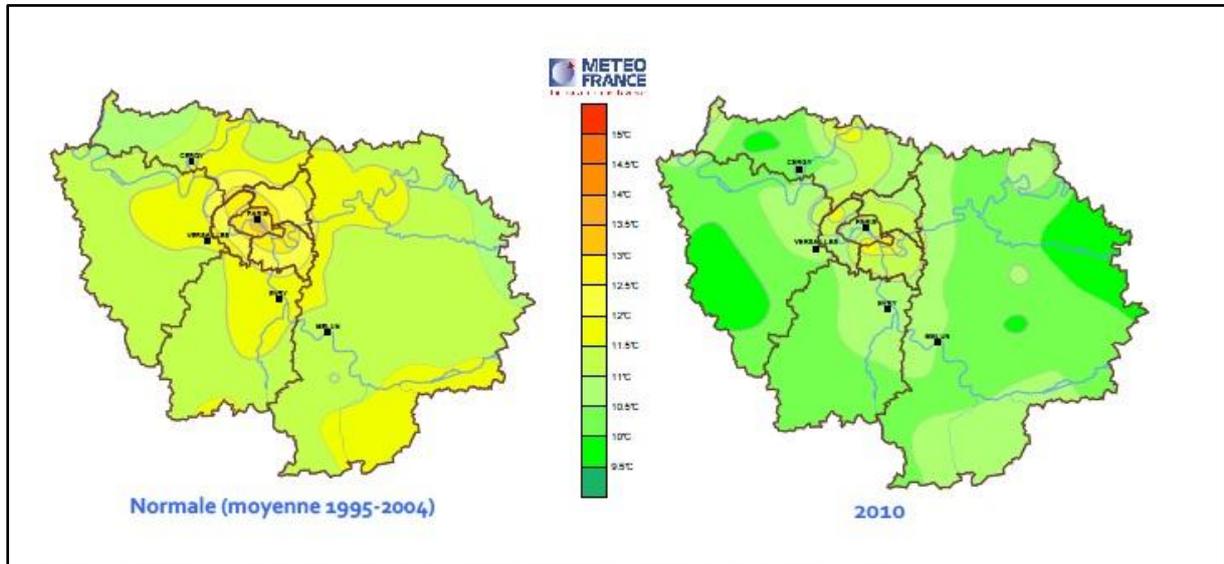
Le contexte climatique de Rosny-sous-Bois est semblable à celui du département de Seine-Saint-Denis. Le département bénéficie d'un climat de type océanique comme celui de Paris, qui se caractérise par des températures relativement fraîches en été (environ 20°C) et plutôt douces en hiver (environ 6°C), et par une intensité de pluie assez homogène en toute saison.

Figure 69 : Climat du département de Seine-Saint-Denis (source Météo France)



La densité urbaine de l'agglomération parisienne crée un îlot de chaleur urbain, comme l'illustre la carte ci-dessous. En moyenne, en son centre, la température moyenne annuelle est entre 2 et 3 °C supérieure à la périphérie de l'Ile-de-France. Le département de Seine-Saint-Denis, est intégré dans cet îlot de chaleur urbain.

Figure 70: Température moyenne annuelle en Ile-de-France (source Météo France-DIRIC)



## SIPPEREC

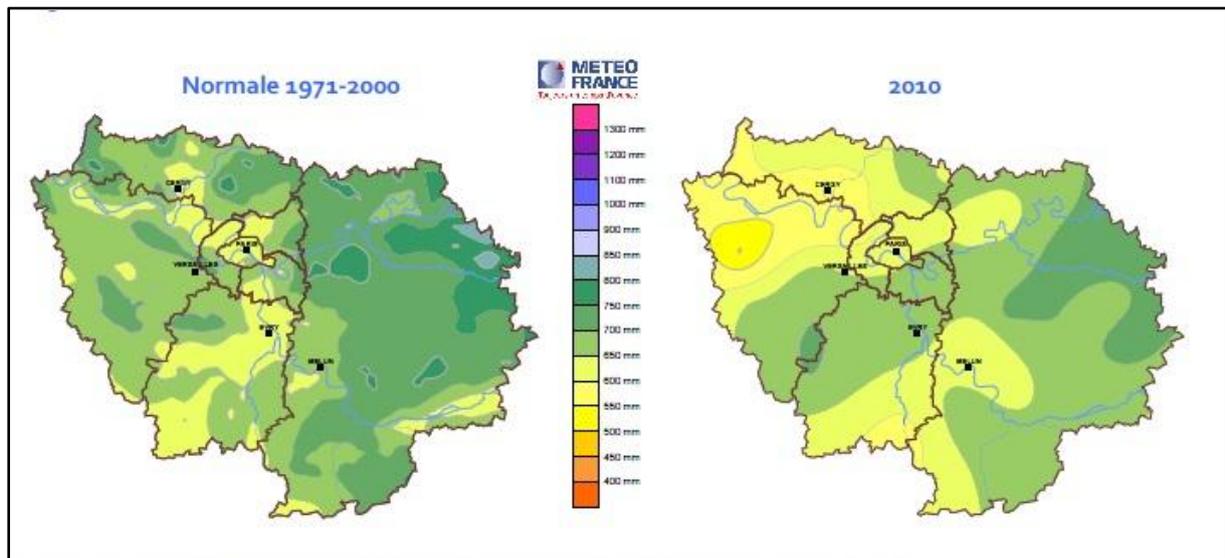
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Comme chaque année, les cumuls 2010 des précipitations sont plus importants sur l'Est de la région. Après plusieurs années de déficits, parfois marqués, l'année 2010 est proche de la normale dans la majeure partie de la région.

En effet, dans la région Ile-de-France, les déficits pluviométriques se sont succédés depuis 2003. Seule l'année 2007 était légèrement excédentaire. Si 2010 apparaît dans la normale, c'est grâce à de bonnes pluies estivales venant juste de compenser un printemps très sec.

Dans le département de Seine-Saint-Denis, les cumuls de précipitations en 2010 se rapportent à la normale, il ne sont pas influencés par les tendances pluviométriques situées à l'Est de la région.

**Figure 71: Cumuls de précipitations en Ile-de-France (source Météo France-DIRIC)**



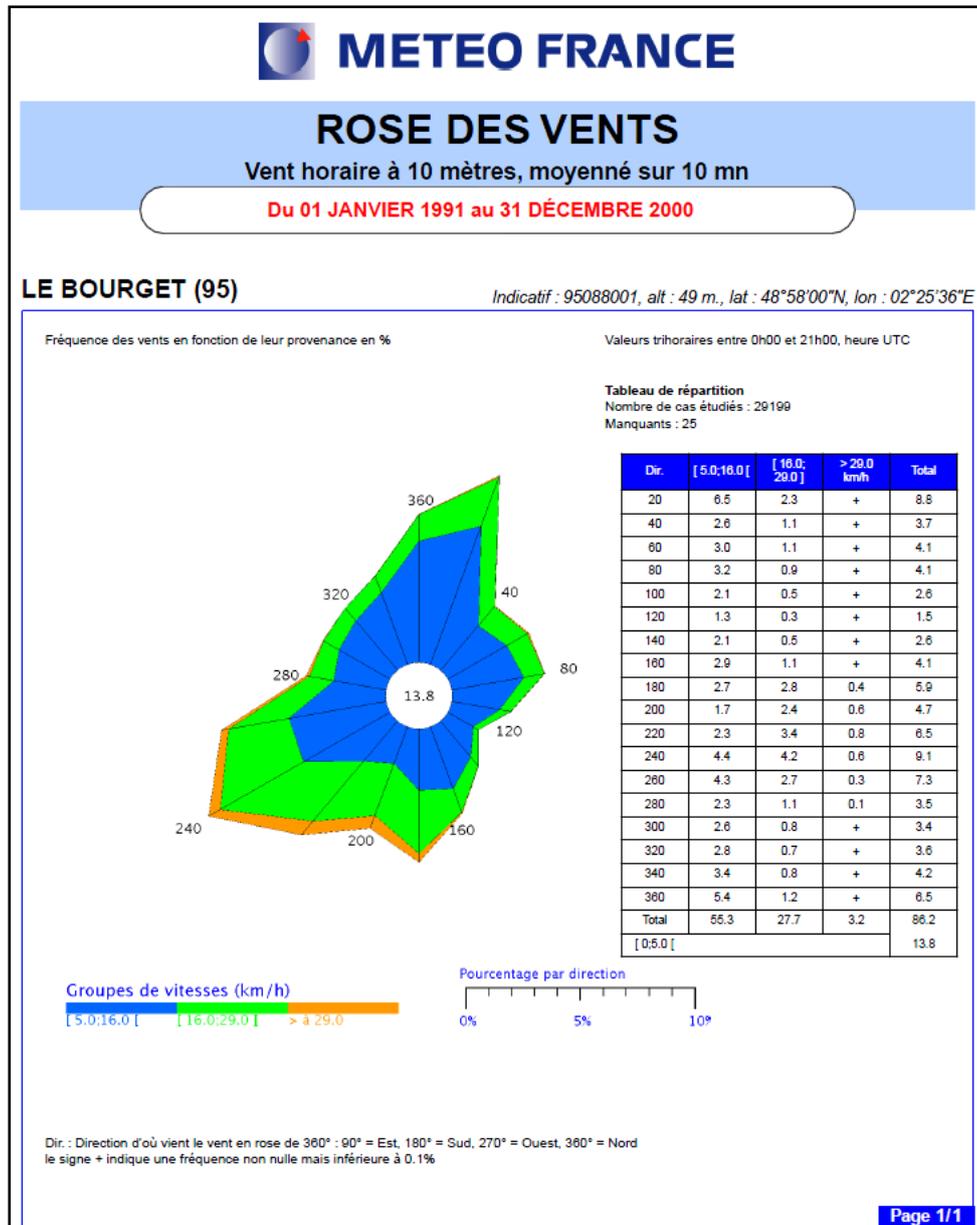
### 4.1.3.2 Vent

Pour estimer la direction du vent à Rosny-sous-Bois, la station la plus proche et donc la plus représentative est celle du Bourget.

La rose des vents de la station du Bourget, réalisée par Météo France (cf figure ci-dessous), indique que le vent est à dominante:

- Sud-Ouest pour 23 % environ des événements considérés
- Nord-Est pour 19 % environ des événements considérés.

Figure 72: Rose des vents de la station du Bourget, période 1991-2000 (source Météo France)



#### 4.1.4 Plan local d'urbanisme et servitudes

##### 4.1.4.1 PLU de Rosny-sous-Bois

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune de Rosny-sous-Bois, approuvé le 24 septembre 2009, remplace le document du Plan d'Occupation des Sols (POS). Le PLU est à présent le document de référence en matière de demandes d'autorisation du droit du sol. Il correspond à un document d'urbanisme et de planification confectionné sous la responsabilité de la commune, qui précise les orientations en termes d'urbanisme. Le PLU s'organise autour de 5 documents:

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- un Projet d'Aménagement et Développement Durable (PADD),
- un plan de zonage,
- un règlement,
- un rapport de présentation,
- des annexes.

La Loi Solidarité et Renouveau Urbain du 13 décembre 2000 et la loi Urbanisme-Habitat du 2 juillet 2003 ont profondément remanié les outils réglementaires du PLU.

Les principaux changements apportés par le PLU sont relatifs à:

- la réalisation d'un Projet d'Aménagement et Développement Durable (PADD) qui affiche la notion de projet au cœur du PLU,
- le changement partiel de dénomination et de nature des zones : la zone N remplace la zone ND et NA,
- l'évaluation environnementale instituée par le décret n°2005-608 du 27 mai 2005 qui conforte la prise en compte et l'évaluation de l'impact du plan sur l'environnement avec la mise en place d'indices d'évaluation.

Le PLU découpe le territoire communal en 2 types de zones distinctes, auxquelles correspond un règlement d'occupation des sols:

- les zones urbaines (U),
- la zone naturelle (N).

Les zones urbaines couvrent à la fois l'ensemble des territoires urbains constitués, et des secteurs où les équipements publics existants ou en cours de réalisation, ont une capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter. Elles ont vocation à accueillir un tissu qui correspond autant aux fonctions résidentielles qu'à celles d'activités ou d'équipements publics.

Les différentes zones urbaines à Rosny-sous-Bois sont les suivantes:

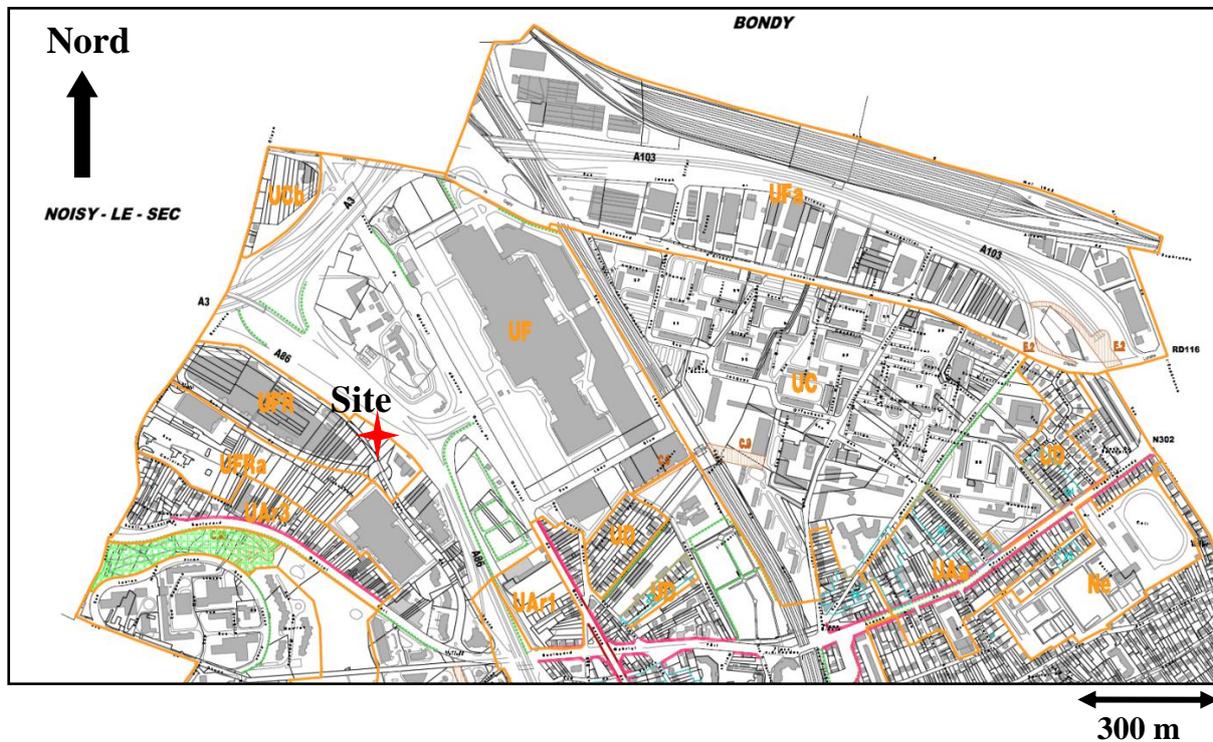
- la zone UA qui correspond au centre-ville élargi,
- les zones UC et UD à vocation principalement résidentielle,
- la zone UD, qui correspond à une zone spécialisée,
- la zone UFR se référant à la zone économique.

Les zones urbaines représentent 532,3 ha environ dans le PLU, soit 90% du territoire.

Le site choisi pour les travaux de forage dépend du secteur FR de la zone U du PLU de la commune de Rosny-sous-Bois. D'après le PLU, la zone UFR correspond à la partie de la ZAC Saussaie Beauclair dédiée aux activités économiques, et notamment au centre commercial. Elle s'étend sur une surface de 10,3 ha, soit 1,8% de la commune de Rosny-sous-Bois.

Elle a pour vocation de permettre la réalisation des opérations prévues dans cette zone, ainsi que d'intégrer les ZAC dans le droit commun du PLU.

Figure 73: Plan de zonage du Nord de Rosny-sous-Bois



#### 4.1.4.2 *Projet d'aménagement et développement durable*

Contrairement aux anciens Plans d'Occupation des Sols (POS), les PLU prennent en considération non seulement les questions d'urbanisme, mais aussi celles relatives à l'habitat, à l'environnement, aux déplacements dans le cadre d'un PADD qui constitue le projet de la ville.

La ville de Rosny-sous-Bois a engagé une série d'études et de réalisations de projets qui traduisent et déterminent concrètement les orientations du PADD. Ces dernières ont été déclinées pour répondre aux enjeux d'aménagement et d'urbanisme et sont les suivantes:

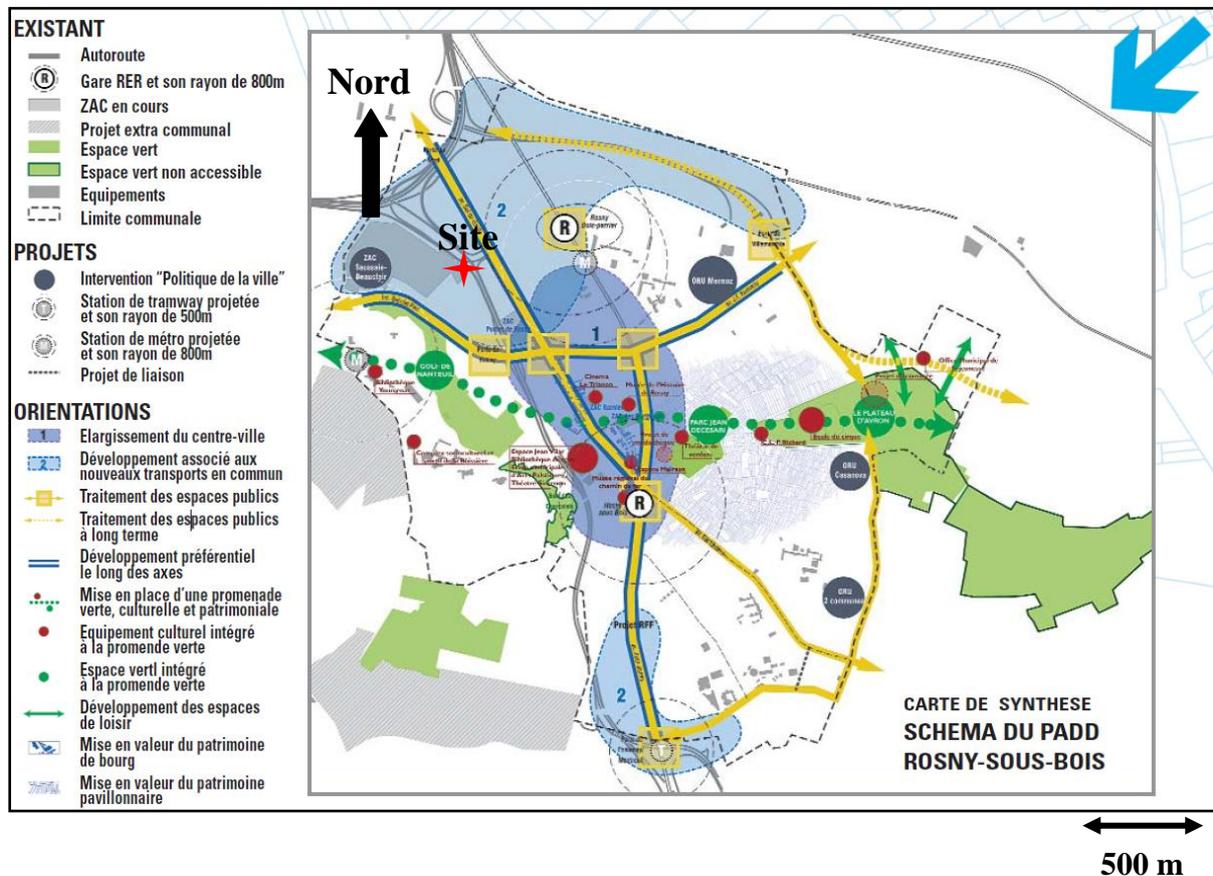
- Poursuivre un développement équilibré et durable: accueillir les nouveaux arrivants et répondre aux besoins des logements, favoriser le dynamisme économique,
- Valoriser le cadre de vie: patrimoine environnemental, développement de l'offre en espaces verts, préservation du patrimoine architectural,
- Faciliter les déplacements: accompagner l'arrivée des nouvelles infrastructures de transports (prolongement de la ligne 11 et du tramway T1), encourager l'utilisation des transports en commun...

La carte ci-dessous illustre de manière concrète le PADD de la commune de Rosny-sous-Bois. Elle synthétise les projets et les orientations générales de la ville.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 74: Schéma du PADD de Rosny-sous-Bois



### 4.1.4.3 Servitudes au droit du site

Les servitudes d'utilité sont créées par d'autres législations ou réglementations que celles d'urbanisme, affectant directement l'utilisation des sols, bien qu'applicables indépendamment des règles du PLU.

Il importe néanmoins que ce dernier soit en cohérence avec les servitudes. C'est pourquoi les servitudes relatives à des risques présents sur la commune sont annexées au document du PLU.

La liste des servitudes d'utilité publique est définie selon l'article L.126-1 du code de l'Urbanisme par décret en Conseil d'Etat, et est présentée ci-dessous sous forme de tableau.

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 41 : Liste des servitudes d'utilité publique de Rosny-sous-Bois**

<b>Nature de la servitude</b>	<b>Référence juridique</b>	<b>Implication</b>	<b>Service compétent</b>
Protection des monuments historiques	Art. L.621-27 du code du patrimoine	Accord de l'architecte des Bâtiments de France pour: - les modifications apportées à l'immeuble classé ou inscrit - les modifications apportées au mode d'utilisation du sol et aux constructions dans un rayon de 500 m autour de l'immeuble classé ou inscrit.	Direction des Affaires Culturelles Agence des bâtiments de France de Seine-Saint-Denis.
Servitude d'alignement	Décret n°62.1245 du 20/01/1962 Décret n°61-231 du 06/03/1961	Interdiction de construire et de procéder à des travaux confortatifs.	
Servitudes relatives à l'établissement des canalisations de transport et de distribution du gaz	Art.12 modifié de la loi du 15/06/1906 Art.298 de la loi de finance du 13/07/1925 Art.25 du décret 64-481 du 23/01/1964 Circulaire ministérielle du 13/11/1985	Obligation de réserver le libre passage et l'accès aux agents de l'entreprise exploitante pour la pose, l'entretien et la surveillance des installations.	DRIEE Ile-de-France Gaz de France
Servitudes relatives à l'établissement des canalisations électriques	Art.298 de la loi de finance du 13/07/1925 Art.25 du décret 64-481 du 23/01/1964	Obligation de réserver le libre passage et l'accès aux agents de l'entreprise exploitante pour la pose, l'entretien et la surveillance des installations	Electricité de France
Voisinage de cimetière	Art. L.361.1 et L.361.4 du Code des Communes	Bande de protection 100 m: secteur où des restrictions sont apportées au droit à bâtir	Commune
Protection des installations sportives	Art.41 et 42 de la loi 84.610 du 16/07/1984 Décret 86.884 du 14/03/1986	Autorisation de la personne publique qui a subventionné l'équipement pour toute modification.	Direction Départementale de la Jeunesse et du Sport
Plan de prévention aux risques naturels	Art.16 de la loi du 02/02/1995 Décret du 05/10/1995	Consultation obligatoire d'un bureau spécialisé pour toute occupation du sol.	Commune
Servitudes relatives aux chemins de fer	Loi du 15/07/1845 sur la Police des Chemins de fer Art.6 du décret du 30/10/1935	Obligation d'alignement Interdiction de construire autre qu'un mur de clôture à moins de 2 m d'un chemin de fer	SNCF Région Est

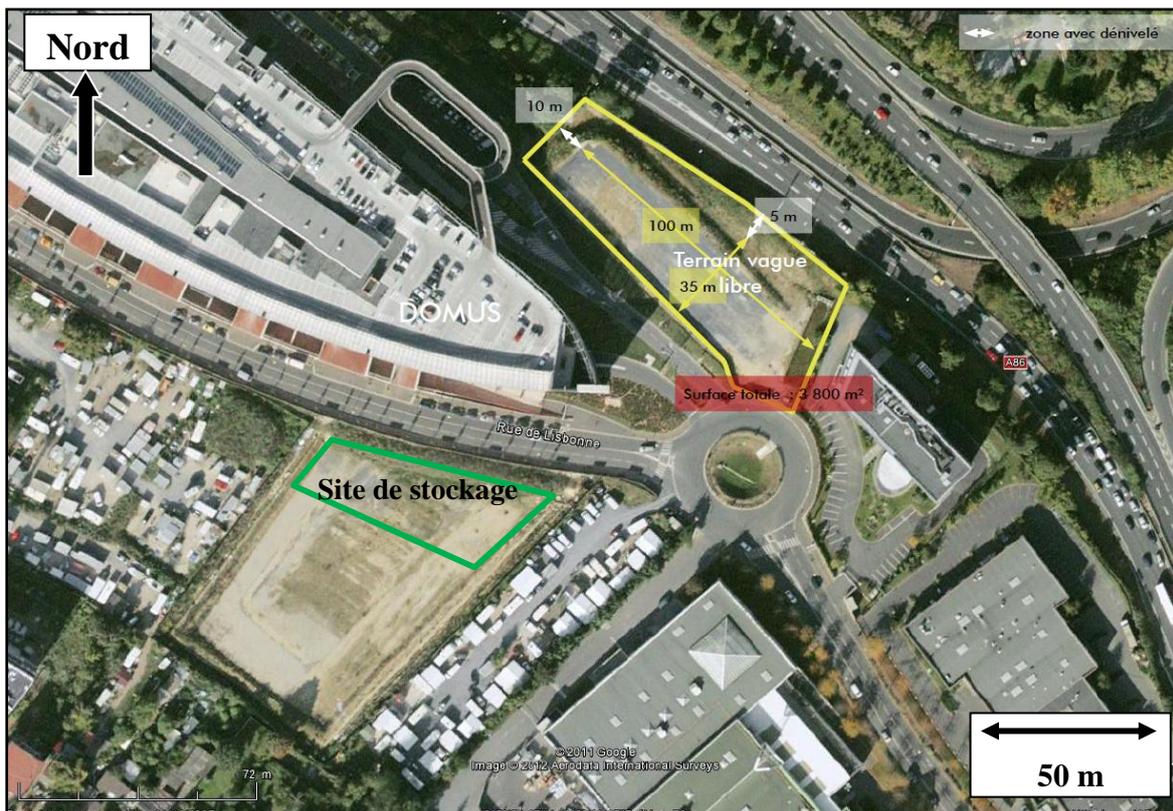
Le site d'implantation des forages géothermiques de Rosny-sous-Bois n'est soumis à aucune servitude d'utilité publique présentée dans le tableau ci-dessus.

## 4.2 Etat initial du site et de son environnement

### 4.2.1 Localisation et description du site

Le site choisi pour la réalisation des forages de recherche d'un gîte géothermique au Dogger se situe au Nord de la commune de Rosny-sous-Bois, dans la ZAC Saussaie Beauclair. Il sera divisé en deux parcelles de terrain. La première est située entre le centre commercial DOMUS et l'autoroute A86, d'une superficie d'environ 3800 m<sup>2</sup>, et servira précisément à la réalisation des forages. La seconde, d'une superficie d'environ 1500 m<sup>2</sup>, est située à proximité, rue de Lisbonne, en face du centre DOMUS. Son existence ne sera que temporaire (le temps des travaux) et servira au stockage du matériel et au parking des véhicules de chantier.

Figure 75: Localisation des sites de forage et de stockage à Rosny-sous-Bois



Le site de forage est une friche, actuellement en cours de remblaiement, qui ne présente aucune végétation (cf figure ci-après). Il est important de souligner le caractère industriel du site étant donnée sa situation géographique et donc l'environnement qui lui est propre, de manière à affirmer l'absence de faune et de flore au niveau du site pour le chapitre qui suit.

**Figure 76: Site de forage**



Le site de stockage est également un terrain vague légèrement enherbé par endroit, comme l'illustre la figure qui suit.

**Figure 77: Site de stockage**

#### 4.2.2 *Inventaire des projets proches du site*

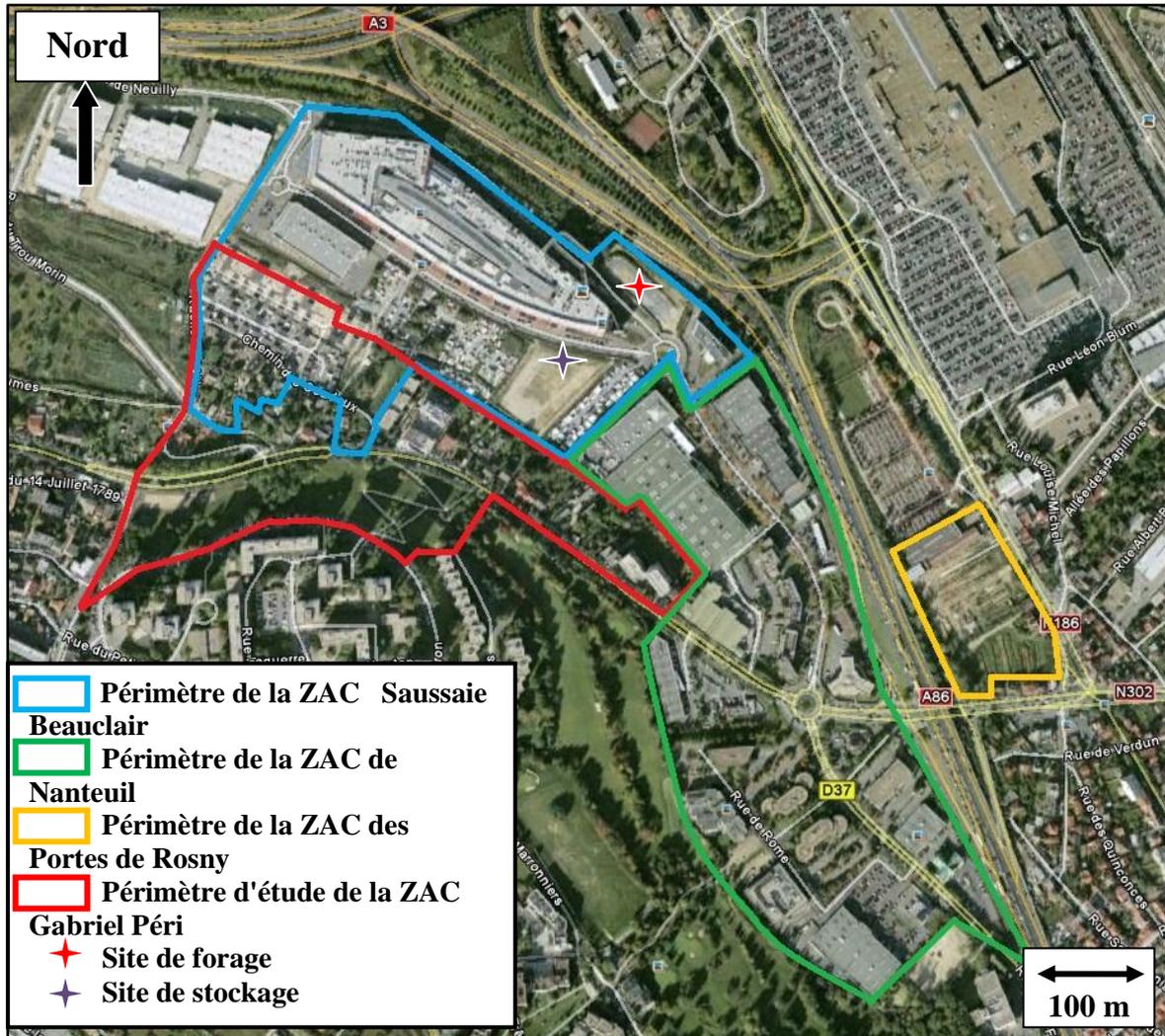
Divers projets urbains sont en cours d'étude ou de réalisation sur la commune de Rosny-sous-Bois. Ces projets sont illustrés sur la carte ci-dessous, et témoignent d'une nette proximité par rapport au site. En effet, d'après la figure ci-dessous, trois zones d'aménagement concertées existent déjà ainsi que des opérations de renouvellement urbain. Les zones d'activité sont:

- **ZAC de Nanteuil**: d'une superficie de plus de 15 ha, cette zone est située à proximité des grandes infrastructures routières (A86, A3, N186), et à environ 60 m au Sud du site,
- **ZAC des Portes de Rosny**: d'une superficie supérieure à 2 ha, ce site est délimité par 3 grandes infrastructures de transport telles que l'avenue Charles De Gaulle au Nord-Est, le boulevard Gabriel Péri au Sud-Est et l'A86 au Sud-Ouest, et situé à environ 300 m au Sud Est du site,
- **ZAC Saussaie-Beauclair**: d'une superficie de 13 ha, cette zone se trouve au Nord de la commune, limitée par l'autoroute A86 à l'Est et par la zone urbanisée à l'Ouest.

La zone à l'étude est:

- **ZAC Gabriel Péri** située à environ 165 m du site de forage.

Figure 78: Localisation des projets à Rosny-sous-Bois



#### 4.2.3 Habitations et installations situées à proximité du site

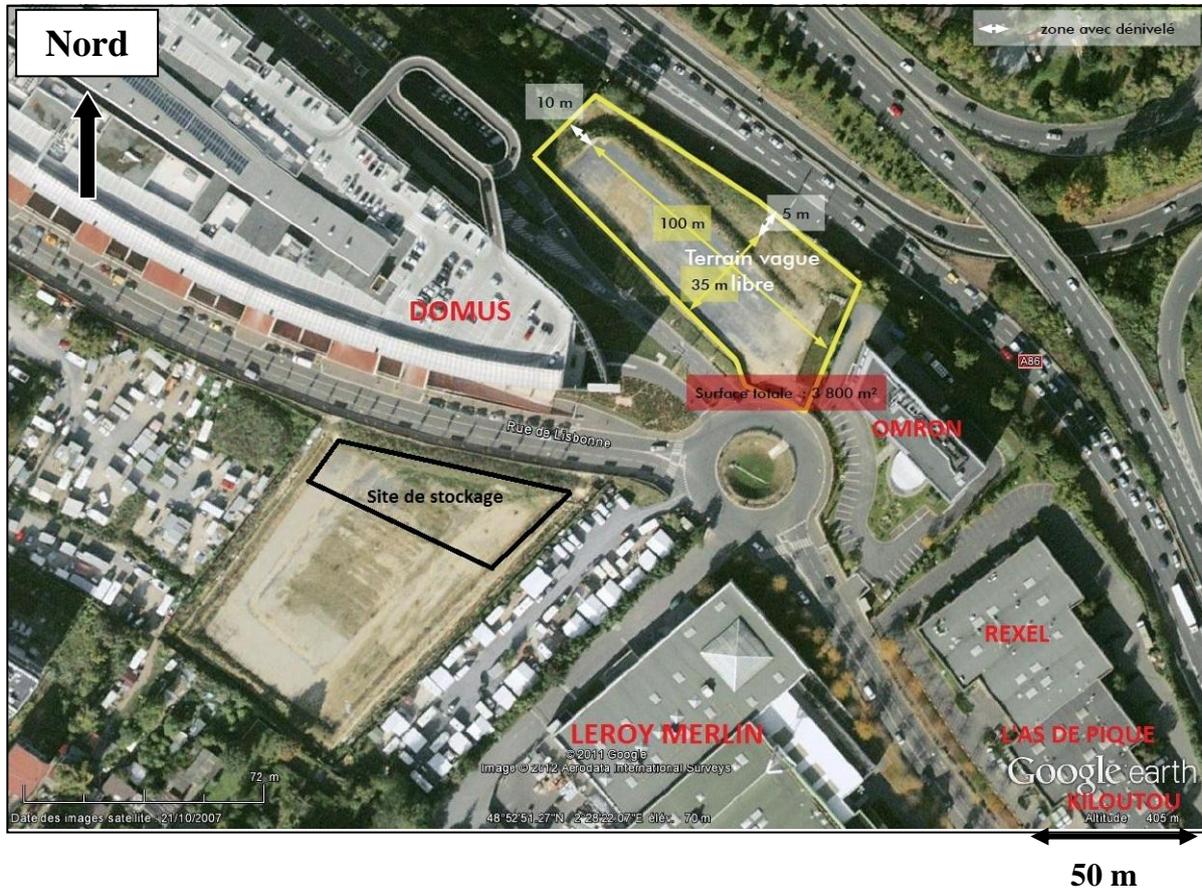
A part les installations propres à la zone d'activités, aucune habitation n'est présente à proximité du site de forage(cf figure suivante). Cependant, à proximité du site on note la présence des bâtiments commerciaux suivants:

- DOMUS situé à environ 35 m au Sud-Ouest
- OMRON, situé à environ 25 m au Sud-Est
- LEROY MERLIN, situé à environ 60 m au Sud-Ouest
- REXEL situé à environ 90 m au Sud-Est
- L'AS DE PIQUE situé à environ 150 m au Sud-Est
- KILOUTOU, situé à 170 m au Sud-Est

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 79: Localisation des installations à proximité des sites de forage et de stockage



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 80: Photos des installations voisines



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

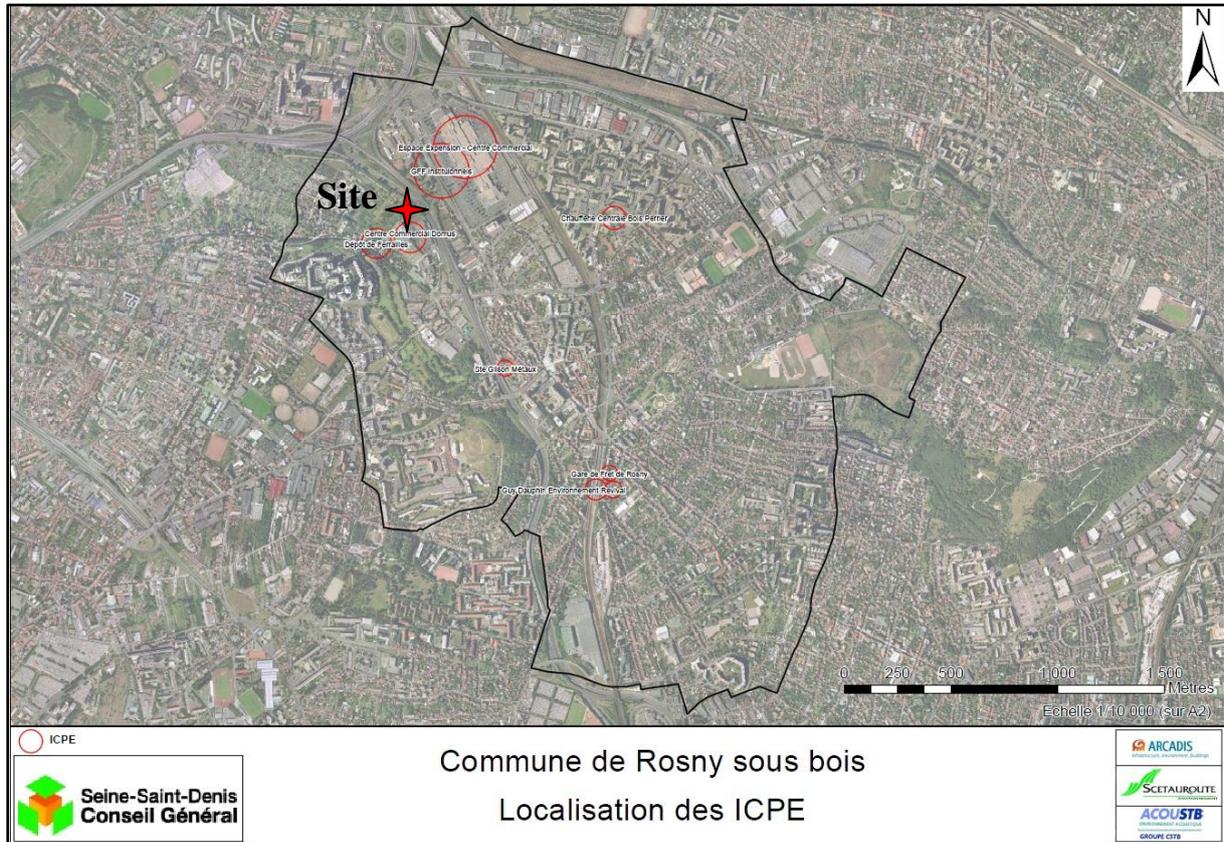
Concernant le site de stockage, il est situé à environ 20 m au Sud du Domus, et à environ 80 m au Nord-Ouest des premières habitations (cf figure ci-dessous).

**Figure 81: Habitations à proximité du site de stockage**



D'autre part, il existe deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), soumises à autorisation, à proximité du site: le centre DOMUS, et un dépôt de ferrailles situé à l'arrière du centre commerciale à environ 230 m du site (cf figure suivante).

**Figure 82: Localisation des ICPE à Rosny-sous-Bois**



#### 4.2.4 *Accessibilité du site*

Le site est accessible par l'autoroute A86, puis en empruntant la sortie 17, par le boulevard Gabriel Péri, enfin par la rue de Lisbonne.

L'accès aux sites de forage et de stockage se fait par le biais d'un rond-point qui permet l'accès au centre commercial Domus (cf figure ci-après).

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Figure 83: Accès au site**



### 4.2.5 Richesses naturelles

La ville de Rosny s'inscrit dans le projet de trame verte des Forts de l'Est qui constitue un des maillons de l'armature de liaisons vertes proposées dans le Plan Vert Régional (1995). Ce réseau permettra, d'irriguer l'agglomération et de la relier aux massifs forestiers périphériques et à l'espace rural. La liaison verte des forts de l'Est rattache l'aqueduc de la Dhuis (commune de Raincy) à la base de loisirs de Romainville, en passant par le plateau d'Avron et la corniche du Fort de Rosny.

#### 4.2.5.1 Espaces verts

Environ 15% de la ville de Rosny-sous-Bois est couverte par des espaces verts à plus ou moins forte composante naturelle, ce qui est proche de la moyenne départementale (16.5%). Les espaces verts gérés par la ville représentent 60 ha du domaine de la commune, répartis de la manière suivante :

- 35 ha comprenant les squares, le parc Decésari, les cimetières, les espaces d'accompagnement et de voiries et les écoles.
- Les stades s'étendent sur 15 ha
- 10 ha pour le golf

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Les espaces publics comme les espaces privés, et particulièrement les jardins des zones pavillonnaires, favorisent le verdissement de la commune. En effet, ce dernier est relativement important, puisque la ville a été récompensée d'une troisième fleur en 2003, au concours national des Villes fleuries (après une première en 1998 et une seconde en 1999). Cette attribution témoigne de la reconnaissance nationale de la qualité des espaces verts de la commune.

Suivant l'indicateur de l'IAURIF, 25% du territoire est desservi par un espace vert de proximité. Ces chiffres, relativement peu élevés, soulèvent la question de la satisfaction des besoins des rosnéens en espaces verts de proximité, accessibles à tous. Néanmoins, il existe dans la commune un réel potentiel pour développer et diversifier l'offre en espaces verts fonctionnels, de par la requalification de l'existant (pelouse du stade Pierre Letessier...) et la valorisation du patrimoine naturel de Rosny-sous-Bois (plateau d'Avron).

### 4.2.5.2 Patrimoine arboré



La commune dénombre un patrimoine arboré de 4700 individus dont 2500 arbres situés le long des routes. Ces derniers bordent 13,3 km de voirie, soit près d'un quart du linéaire total de la voirie.

Il n'existe pas d'inventaire du nombre d'individus pour chacune des essences présentes sur le territoire. Ces dernières sont assez diverses avec des espèces telles que les chênes, les platanes ou les marronniers.

Le patrimoine arboré de Rosny-sous-Bois, plutôt jeune du fait des nombreux programmes d'aménagement réalisés

depuis une quinzaine d'année, présente un état sanitaire globalement bon, d'après un diagnostic réalisé en 2003.

### 4.2.5.3 Biodiversité (ZNIEFF, NATURA 2000, Zone humide)

Il n'y a pas d'inventaire floristique ou faunistique réalisé sur l'ensemble des espaces verts communaux. Toutefois, en 2001, le parc Jean Decésari a fait l'objet d'un inventaire ornithologique qui a dénombré 23 espèces d'oiseaux communes en ville et dans nos régions telles que la fauvette à tête noire ou le pinson des arbres.

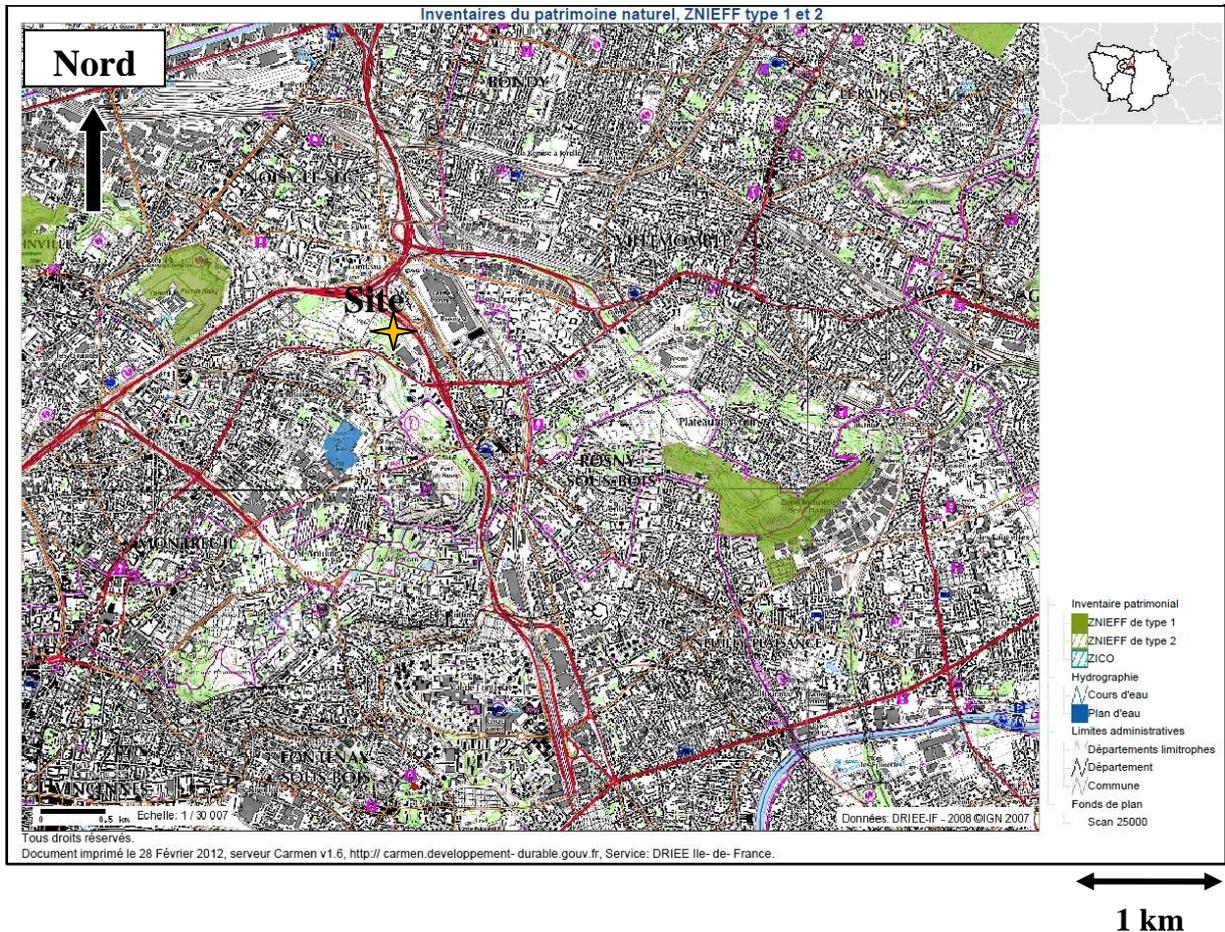
La commune a la particularité d'avoir sur son territoire deux grands espaces naturels non aménagés que sont la Plaine de Rosny (15 ha), partie rosnéenne du Plateau d'Avron, et le bois de Charcalais (4 ha) pour lequel il n'y a pas de connaissance fine sur son intérêt en termes de biodiversité.

La partie rosnéenne du Plateau d'Avron fait partie d'une ZNIEFF de type 1, qui compte 33 espèces dominantes (cf figure suivante). Aussi, il est important de constater qu'une ZNIEFF de type 1 est aussi présente à Noisy-le-Sec et Romainville, communes voisines de Rosny-sous-Bois.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 84: Localisation des ZNIEFF à Rosny-sous-Bois et ses environs



La plaine de Rosny constitue la continuité naturelle du plateau côté Neuilly-Plaisance, inventorié en ZNIEFF. Elle est constituée de prairies sèches développées sur des sols calcaires et de mares temporaires. Ainsi, la diversité des milieux a permis le développement d'une faune variée d'intérêt pour la biodiversité (oiseaux, amphibiens, insectes). Deux espaces semi-naturels prolongent vers l'Ouest la plaine de Rosny.



- le Stade Pierre Letessier qui abrite des équipements sportifs et de grandes surfaces en herbes et en pelouses,



- et le parc Jean Décésari qui abrite des zones boisées, des zones ouvertes principalement en pelouses, des vignes, ainsi que trois mares.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Le Plateau d'Avron dans sa totalité fait, quant à lui, partie du site Natura 2000 « sites Seine-Saint-Denis » désigné en avril 2006 au titre de la Directive Oiseaux (cf figure ci-dessous). La zone de protection spéciale "Sites de Seine-Saint-Denis" n°1112013 est un site polynucléaire qui recouvre les espaces verts et naturels du département de la Seine-Saint-Denis. L'entité qui concerne la commune de Rosny-sous-Bois est l'entité n°9 "Plateau d'Avron". Cette dernière se situe à cheval sur les communes de Neuilly-Plaisance sur 55 ha et de Rosny-sous-Bois sur 15 ha. La partie rosnéenne intégrée dans le site de protection spéciale est la "Plaine de Rosny".

De plus, il est bien de souligner que des zones Natura 2000 sont présentes au même titre que Rosny-sous-Bois, sur les communes de Montreuil et de Noisy-le-Sec.

**Figure 85: Nature et biodiversité: Localisation Natura 2000 à Rosny-sous-Bois et ses environs**



Pour favoriser la préservation des zones humides et leur insertion dans la politique de l'eau, de la biodiversité et de l'aménagement du territoire à l'échelle de l'Ile-de-France, la DRIEE a porté en 2009, une étude cherchant à renforcer la connaissance des zones potentiellement humides de la région, conformément à deux familles de critères: les critères relatifs au sol et ceux relatifs à la végétation. Ces zones sont référencées en classe d'alerte.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

A Rosny-sous-Bois, la présence de telles zones est observée à environ 1,3 km au Sud-Est du site et à environ 500 m au Sud-Ouest du site. Ces dernières appartiennent à la classe 3, définissant des zones pour lesquelles les informations existantes laissent présager une forte probabilité de présence d'une zone humide, qui reste à vérifier et dont les limites sont à préciser. Ce même type de zones potentiellement humides est présent sur les communes avoisinantes comme Noisy-le-Sec au Nord-Ouest, Montreuil à l'Ouest, Neuilly-Plaisance au Sud-Est et Villemomble au Nord-Est (cf figure suivante).

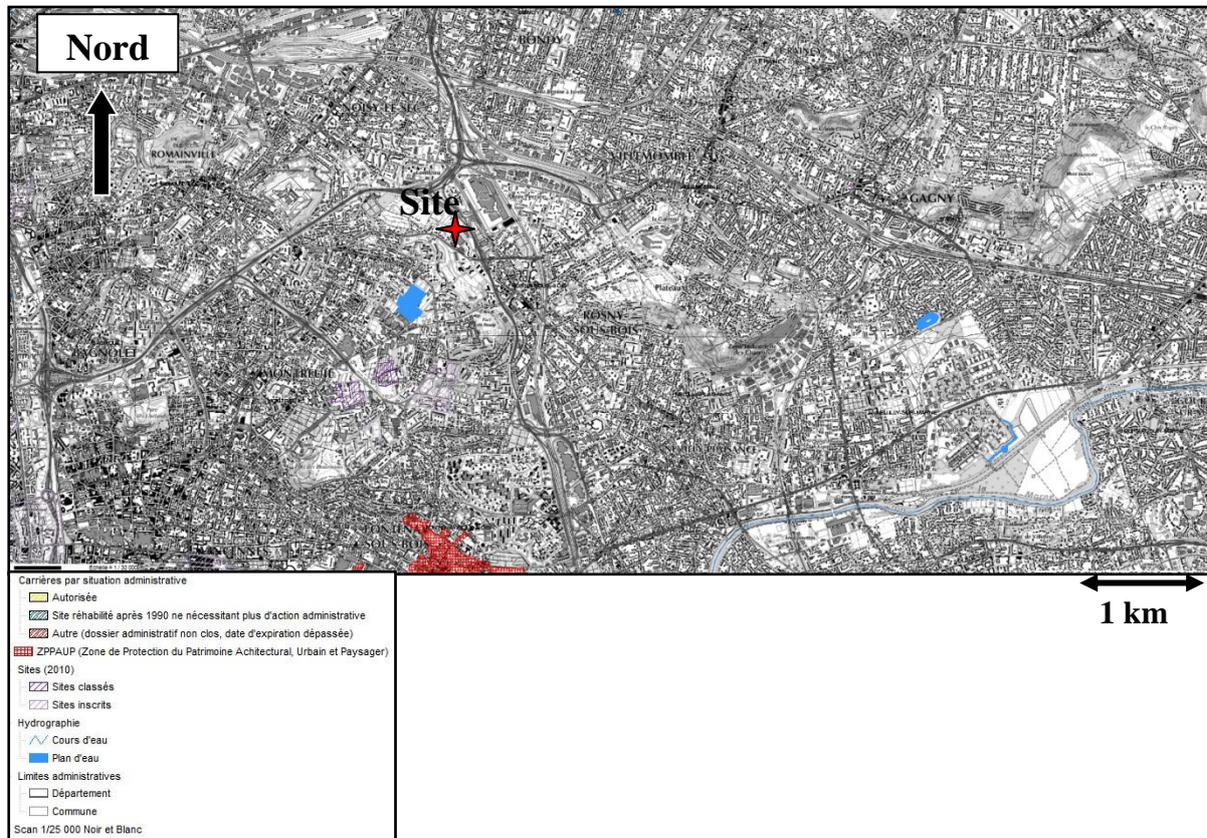
**Figure 86: Localisation des zones potentiellement humides à Rosny-sous-Bois et ses environs**



Concernant le patrimoine paysager, culturel ou urbain, la ville de Rosny-sous-Bois ne recense aucun site classé ou inscrit (cf figure qui suit). Toutefois, ce n'est pas le cas pour la commune de Montreuil, située à l'Ouest de Rosny-sous-Bois, puisque qu'elle compte la présence:

- d'un site inscrit situé à environ 1,3 km du site,
- de 4 sites classés, à une distance comprise entre 1.5 km et 2 km environ.

Figure 87: Paysages: sites inscrits et classés à Rosny-sous-Bois et ses environs



La ZAC Saussaie-Beauclair est une zone industrielle, organisée autour de bâtiments commerciaux, favorisant donc pas l'implantation de la faune et la flore dans ce secteur.

#### 4.2.6 Patrimoine culturel

Le patrimoine culturel de la ville de Rosny-sous-Bois s'illustre à travers divers édifices représentant les grandes périodes de construction de la commune.

L'église Sainte-Geneviève appartient indéniablement au patrimoine urbain, paysager et affectif de la ville. Construite sur les bases de l'ancienne église romane datant du XIII<sup>ème</sup> siècle, cette église remplace une autre détruite pour son ancienneté en 1857, dont elle reprend le style néo-roman. Cette église est considérée comme un monument institutionnel et à ce titre revêt une importance effective et symbolique dans la construction de la commune rosnéenne. Enfin, elle est à conserver et à restaurer grâce à ses qualités architecturales.



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



L'école du centre est une école publique placée au cœur de la politique républicaine de la III<sup>ème</sup> république et implantée au centre du Rosny « moderne » qui se développe à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Cette école possède une architecture typique de la région des banlieues parisiennes avec des particularités locales. La conservation de cette institution est de première importance pour cette commune.

La maison rurale de bourg du 33 rue de Nanteuil est une ferme édifée sur un plan rectangulaire, élevée sur deux niveaux et couverte d'une toiture en bâtière. Cet édifice est l'un des derniers témoins d'une époque où l'économie rurale développait à Rosny-sous-Bois un habitat unifamilial où lieu de travail et logement étaient étroitement liés.

Pour ces raisons, la restauration et la préservation de cette maison est considérée.



Le théâtre Georges Simenon, inauguré en 2009, a fait l'objet d'une restructuration dans le cadre du développement des Arts du cirque, grande ambition de la ville de Rosny-sous-Bois. Cette volonté de la commune émane de son passé favorable à la promotion de ce mouvement et de l'actuelle présence de l'Ecole Nationale des Arts du Cirque située sur le Plateau d'Avron. Les caractéristiques techniques de cette nouvelle scène lui permettent d'accueillir toute forme de spectacle (théâtre, concert, cirque, danse).

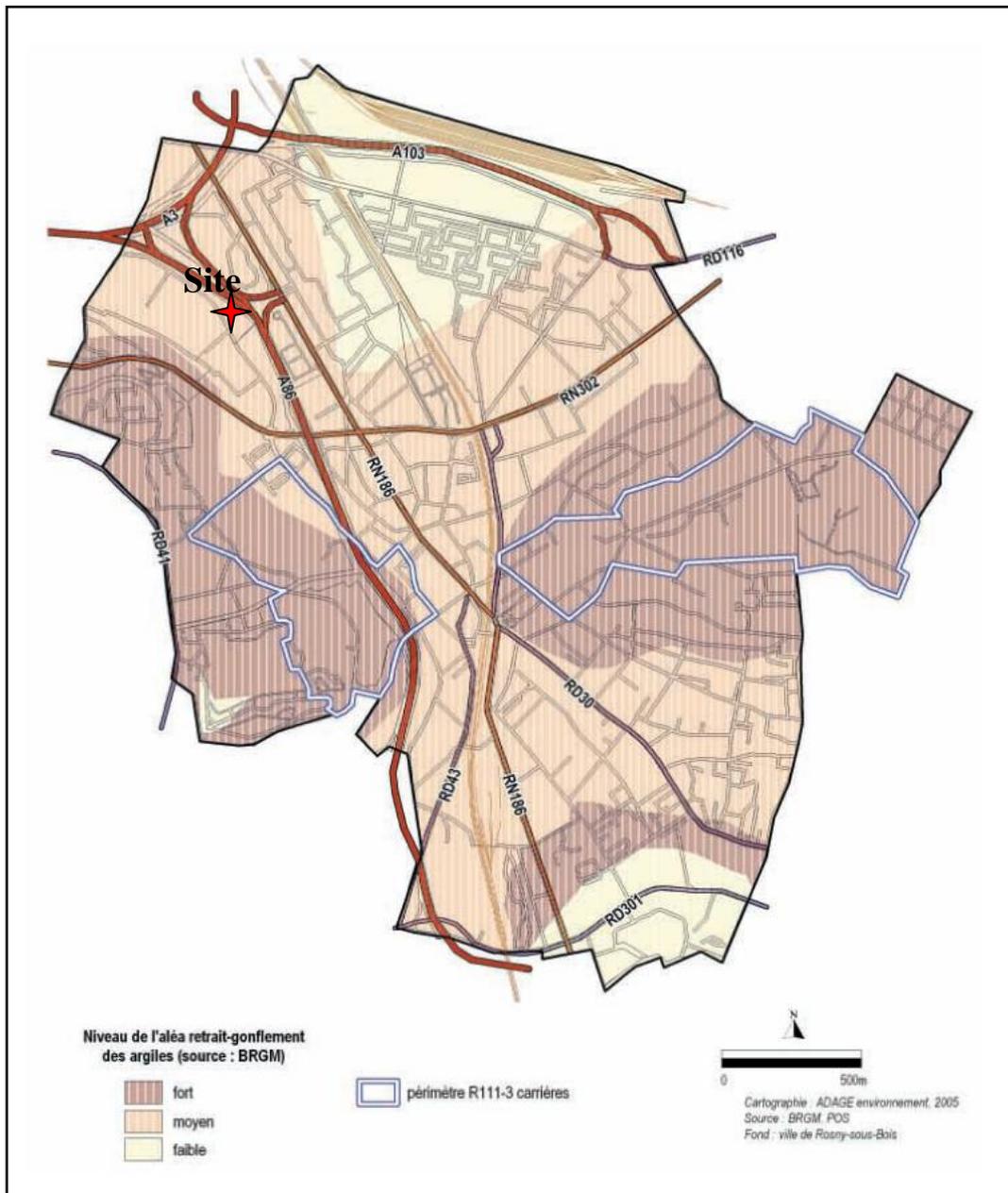
### 4.2.7 *Qualité du sol*

Le principe d'une gestion économe des sols est inscrit dans le code de l'urbanisme et renforcé dans le programme de mise en œuvre des conclusions du Grenelle de l'Environnement.

La commune de Rosny-sous-Bois est touchée par le risque de mouvement de terrain lié à la nature du sous-sol argileux (retrait et gonflement) et gypseux (risque d'effondrement lié à la dissolution), et à l'exploitation qui en a été faite préalablement (carrière de gypse). Un Plan de Prévention des Risques (PPR) retrait-gonflement des argiles a été prescrit (cf figure ci-dessous). A noter que le site est classé en niveau de l'aléa retrait-gonflement moyen.

Par ailleurs, la base de données nationale des sites et sols pollués ne recense aucun site sur Rosny-sous-Bois. De plus, des inventaires régionaux des anciens sites industriels et activités de service, sont réalisés sur la base de l'examen d'archives. Cet inventaire, récemment achevé, est en cours de diffusion auprès des communes. Les sites recensés, pour lesquels il n'y a pas de pollution identifiée aujourd'hui, doivent faire l'objet d'une attention particulière en cas de réaménagement.

Figure 88: plan de Prévention des Risques, retrait-gonflement des argiles



#### 4.2.8 Qualité de l'air

##### 4.2.8.1 Réglementation

S'agissant de la qualité de l'air, trois niveaux de réglementation imbriqués peuvent être dégagés: européen, national, local.

L'ensemble de ces réglementations a pour principales motivations:

→ l'évaluation de l'exposition de la population et de la végétation à la pollution atmosphérique,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- l'évaluation des actions entreprises par les différentes autorités, dans le but de limiter cette pollution,
- l'information sur la qualité de l'air.

De plus, les directives européennes sont transposées dans la réglementation française, et les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le code de l'Environnement.

Les textes réglementaires relatifs à la qualité de l'air ambiant sont les suivants:

- **Directive européenne n°2008/50/CE** du 14 avril 2008 et la directive n°2004/107/CE du 15 février 2004 établissent des mesures visant à:

- définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air, afin d'éviter de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans l'ensemble.
- préserver la qualité de l'air ambiant lorsqu'elle est bonne et l'améliorer dans les autres cas.

- **Décret n°2002-213** du 15 février 2002 portant transposition des directives n°1999/30/CE du conseil du 22 avril 1999 et n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000 du Parlement et du conseil et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.

- **Décret 2003-1085** du 12 novembre 2003 portant transposition de la Directive n°2002/3/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 février 2002 et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.

### 4.2.8.2 *Qualité de l'air dans le département de Seine-Saint-Denis*

La surveillance de la qualité de l'air ambiant est assurée en France par des associations indépendantes comme AIRPARIF (type loi 1901), chargées pour le compte de l'Etat et des pouvoirs publics, de la mise en œuvre des moyens de surveillance.

L'association AIRPARIF a été créée en 1979, et est agréée par le Ministère de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble de la région Ile-de-France.

Ses missions relèvent de:

- la surveillance de la qualité de l'air,
- l'information à l'égard des citoyens, des médias, des décideurs...,
- la compréhension des phénomènes de pollution,
- l'évaluation de l'efficacité des méthodes conseillées pour lutter contre la pollution atmosphérique et le changement climatique.

AIRPARIF a réalisé une étude dans l'intérêt de mettre en valeur les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote, particules PM10, en ozone, et en benzène sur la région de l'Ile-de-France, et dans le département de Seine-Saint-Denis, au niveau du trafic routier (cf figures ci-après).

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Il est important de prendre en considération les indicateurs, liés aux émissions des polluants par le trafic routier et établis par AIRPARIF à partir des données de stations de mesure:

- **Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)**: lié aux transports routiers, la valeur réglementaire correspondant à une qualité de l'air acceptable est de 40 µg/m<sup>3</sup> (objectif qualité 2010). Les niveaux moyens annuels évalués à Rosny-sous-Bois sont aussi supérieurs à cette valeur: 42 µg/m<sup>3</sup> pour les sites de l'ancien cimetière et du stade Armand Girodit, et 41 µg/m<sup>3</sup> pour le site du square Gardebleid, ce qui décrit l'impact de la circulation routière sur la qualité de l'air de la commune.

- **Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**: libéré dans l'atmosphère par les cheminées des usines et du chauffage domestique, la valeur réglementaire associée à l'objectif qualité est inférieure à 50 µg/m<sup>3</sup>, et la valeur limite de protection des écosystèmes doit être inférieure à 20 µg/m<sup>3</sup>.

- **Particules fines (PM10)**: elles proviennent en grande partie des transports, mais aussi de l'activité industrielle et du chauffage domestique.

- **Le benzène**: un des précurseurs de la formation d'ozone, il ne doit pas dépasser la valeur limite de 2 µg/m<sup>3</sup> afin de pouvoir atteindre l'objectif qualité.

- **L'ozone (O<sub>3</sub>)**: polluant secondaire issu principalement des transports et de l'utilisation des solvants et des hydrocarbures, l'objectif qualité pour la protection de la santé humaine a imposé une valeur limite de 110 µg/m<sup>3</sup>.

Selon les cartes exposées ci-dessous, de manière générale, la concentration moyenne de l'air dans la région Ile-de-France, en 2010 est plutôt bonne à moyenne, à distance des axes routiers, mais dépasse le seuil "objectif qualité" à proximité des routes, comme c'est le cas du site choisi. Cette tendance se reflète surtout dans les émissions en dioxyde d'azote, qui apparaissent en concentration importante. Cependant, il est bon de noter que la concentration en benzène aux abords des routes est beaucoup moins alarmante que ne l'est celle du dioxyde d'azote ou encore des particules PM10.

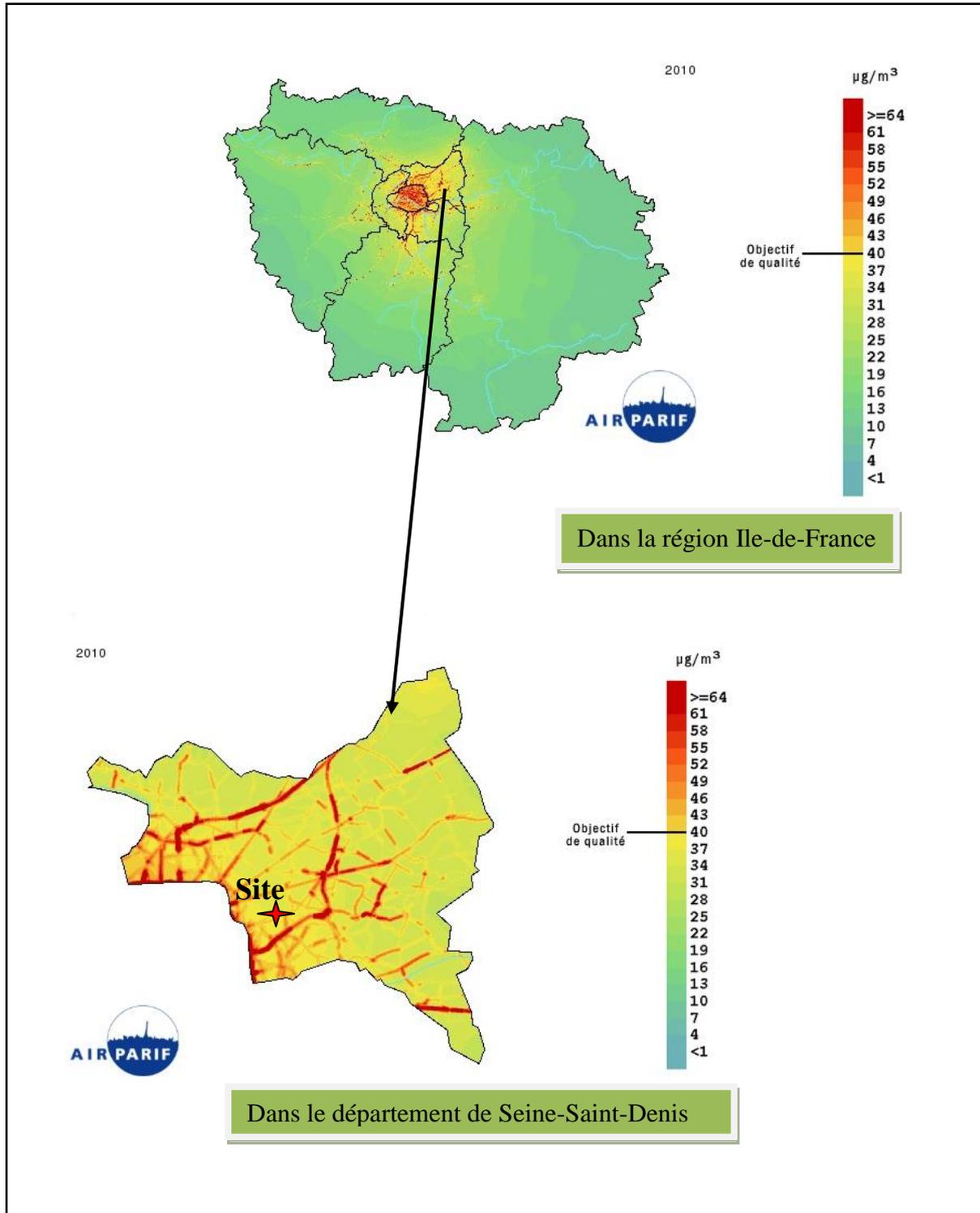
En Seine-Saint-Denis, les mesures des différents polluants en situation de fond sont comparables à celles des autres départements de la petite couronne. Les moyennes annuelles du département sont proches des moyennes de l'ensemble de l'agglomération parisienne. Les dépassements des seuils réglementaires sont comparables à ceux des autres départements.

Concernant le nombre de jours de dépassement de l'objectif qualité ozone (seuil de 120 µg/m<sup>3</sup> sur 8 heures), celui-ci est relativement homogène en Ile-de-France, et varie entre 5 et 10 jours en 2010. Les niveaux d'ozone sur le département de Seine-Saint-Denis, même s'ils dépassent certains seuils, sont conformes au niveau moyen régional. A noter aussi, une nette amélioration des émissions en O<sub>3</sub> entre 2007 et 2010.

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

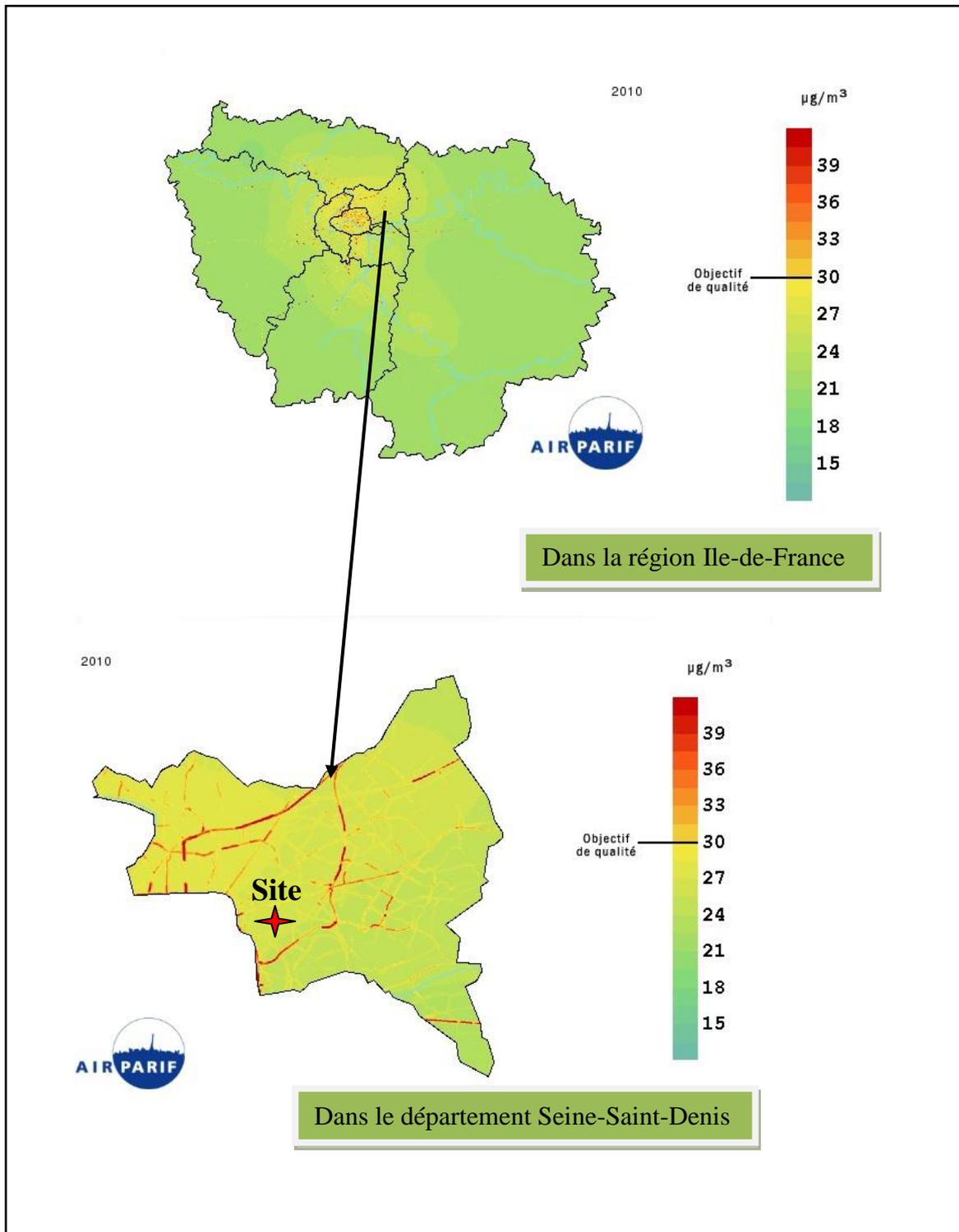
**Figure 89: Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), fond et proximité au trafic routier, 2010**



# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

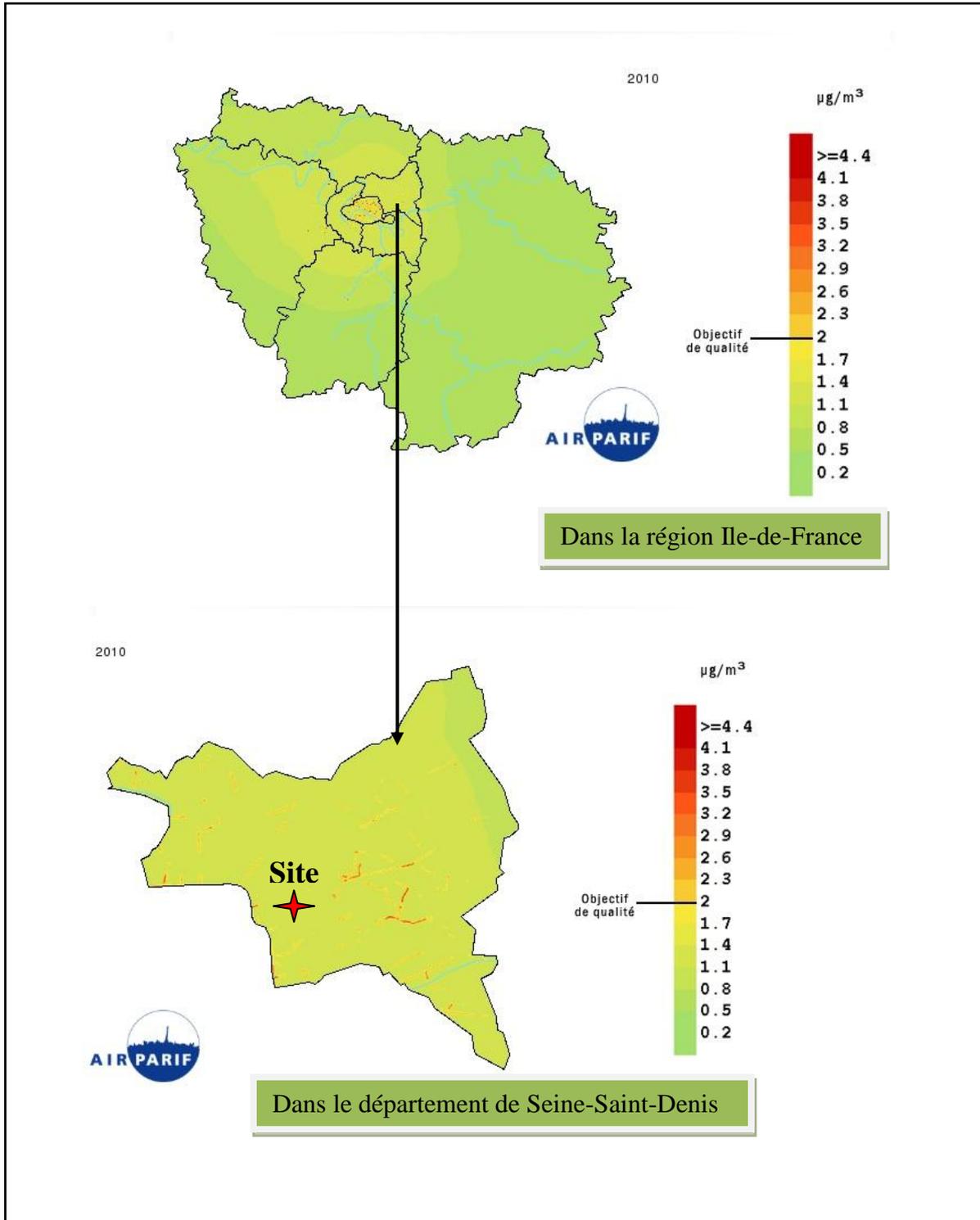
**Figure 90: Concentration moyenne annuelle en particules PM10, fond et proximité au trafic routier, 2010**

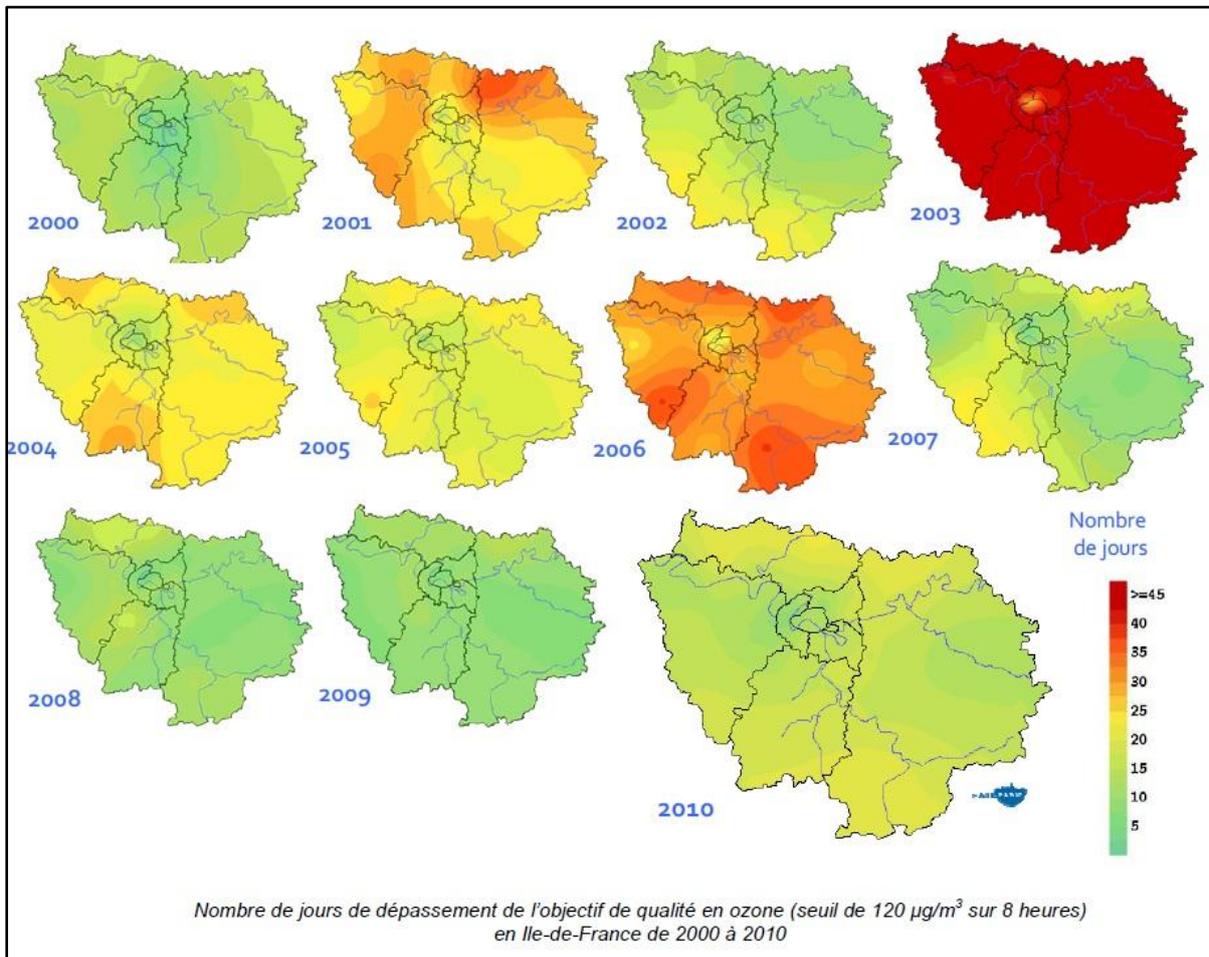


# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Figure 91: Concentration moyenne annuelle en benzène, fond et proximité au trafic routier, 2010**



**Figure 92: Nombre de jours de dépassement de l'objectif de qualité en ozone (seuil de  $120 \text{ g/m}^3$  sur 8 heures) en Ile-de-France de 2000 à 2010**

#### 4.2.8.3 Qualité de l'air à Rosny-sous-Bois

Dans la commune, entre 2002 et 2005, la qualité de l'air enregistrée fut bonne à très bonne en moyenne, 77% du temps, moyenne à médiocre 22% du temps et mauvaise à très mauvaise le reste du temps (1%).

D'après les données AIRPARIF, les émissions à l'échelle de la commune de Rosny-sous-Bois ont pour principales origines:

- les transports routiers pour les oxydes d'azote,
- le chauffage domestique et tertiaire pour le dioxyde de soufre,
- le chauffage domestique et tertiaire ainsi que les transports routiers pour le dioxyde de carbone,
- les transports routiers et l'industrie pour les poussières et hydrocarbures.

Comme il est indiqué ci-dessus, ce sont les transports routiers qui constituent la principale source de pollution atmosphérique dans la commune de Rosny-sous-Bois, comme pour la région de l'Île-de-France. A noter, qu'autour de certains grands sites industriels, et aussi

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

d'importants nœuds de circulation routière, comme il en existe à Rosny (échangeur A3/A86, A103), des émissions aussi fortes qu'en certains points de Paris peuvent être rencontrées.

### 4.2.9 *Qualité de la ressource en eau*

#### 4.2.9.1 *Les eaux superficielles*

La moitié nord de Rosny-sous-Bois est parcourue par une petite rivière, le ru du Moleret, affluent de la Morée, qui prend sa source au pied des coteaux de la Boissière. Le développement de l'urbanisation a conduit à fortement remanier ce cours d'eau qui a intégré au réseau d'assainissement unitaire, rendant la présence de l'eau totalement invisible dans le paysage urbain.

#### 4.2.9.2 *Les eaux souterraines*

Les aquifères étant potentiellement concernés par la pollution, sont ceux dits « superficiels ». Voici l'inventaire des nappes définies au droit du site :

#### **Les nappes du Tertiaire :**

Ces différents réservoirs sont connus pour tenir un rôle important dans l'alimentation en eau potable de la région parisienne. Ces réservoirs se découpent en plusieurs formations aquifères et horizons semi-perméables, se développant sur une épaisseur comprise entre 80 et 90 m.

→ *La nappe du calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (nappe de l'Eocène supérieur)*

Les sables de Beauchamp sont aquifères sur des surfaces importantes au Nord de Paris, surtout dans le synclinal de Saint-Denis, sous la boucle de Gennevilliers entre autre.

Dans la zone synclinale, le calcaire de Saint-Ouen constitue le réservoir de la première nappe libre dans le 18<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Il est également aquifère sous les alluvions à Saint-Maur ou encore Maisons-Alfort.

Ces deux premières nappes sont en général peu exploitées car elles sont peu productives et souvent polluées.

→ *La nappe du Lutétien-Yprésien (Eocène inférieur et moyen)*

L'aquifère multicouche s'étend très largement au Nord de la Seine et de la Marne et occupe, dans la région Ile-de-France à l'affleurement, une surface de 4000 km<sup>2</sup>. C'est l'aquifère superficiel prédominant dans le département de Seine-Saint-Denis. Il comprend plusieurs entités aquifères, séparées par des intercalations semi-perméables: les calcaires du Lutétien (marnes et calcaire et calcaire grossier) et les sables de l'Yprésien (sables de la Cuise, du Soissonais et d'Auteuil), qui sont particulièrement productifs au niveau de la fosse de Saint-Denis.

#### **La nappe de la craie :**

Dans la boucle de Boulogne, les eaux de la partie supérieure de la craie, en équilibre avec celles des alluvions constituent une nappe presque horizontale qui se maintient au niveau de la

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

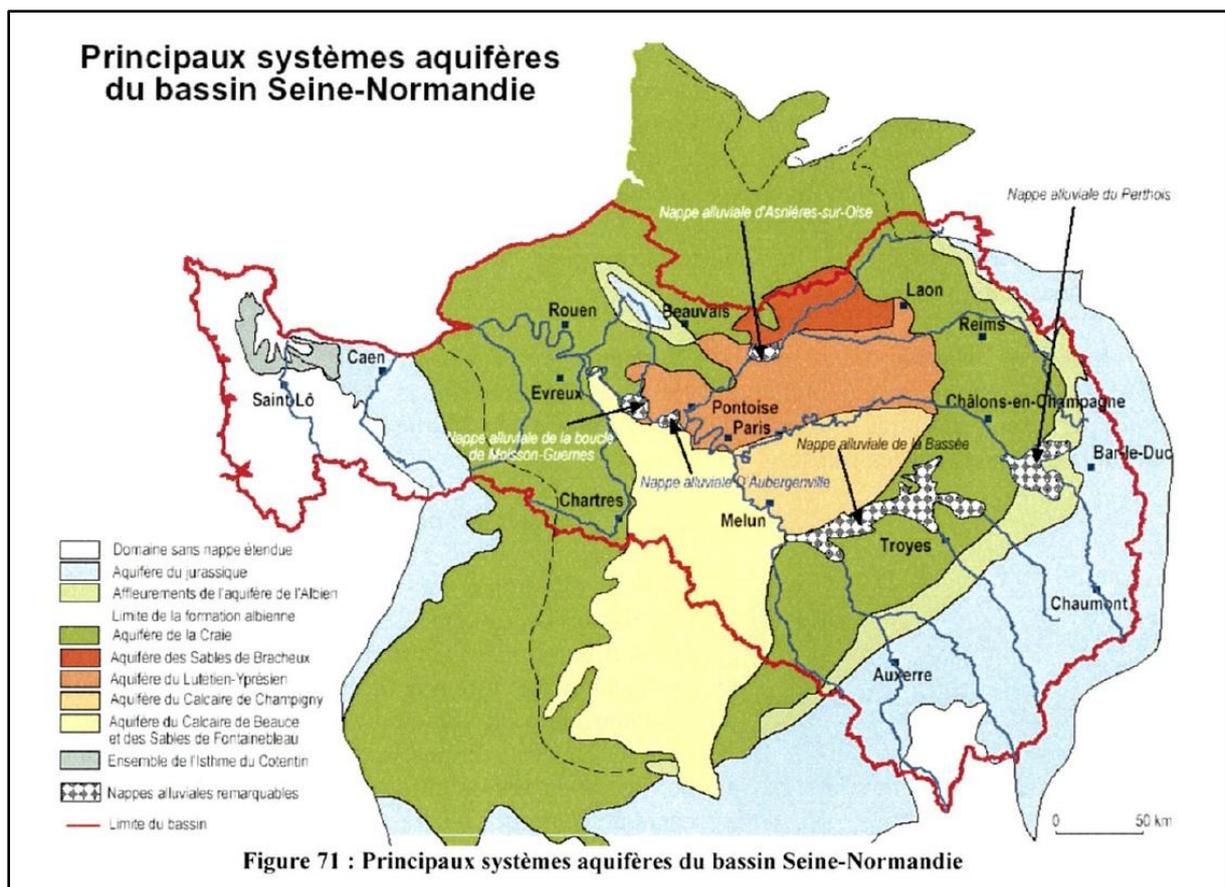
Seine. Dans ce contexte, sous recouvrement alluvionnaire, la craie constitue un aquifère très productif.

Sous recouvrement tertiaire, comme c'est le cas à l'Est de Paris, et notamment à Rosny-sous-Bois, la craie est peu fissurée donc peu productive.

### La nappe de l'Albien et du Néocomien :

La nappe de l'Albien existe sous les 2/3 du bassin parisien dans plusieurs niveaux sableux, dont certains sont colorés en vert par des grains de glauconie, d'où son nom des « sables verts ». Cet aquifère d'âge Crétacé, n'affleure pas dans la région Ile-de-France mais constitue un aquifère profond situé sous l'aquifère de la craie sur une extension de plus de 100 000 km<sup>2</sup>. Sa profondeur augmente depuis les affleurements de bordure vers le centre pour atteindre 1000 m sous le Brie. Cet aquifère est donc bien protégé des pollutions de surface et constitue un réservoir stratégique de secours pour l'alimentation en eau potable de la région parisienne.

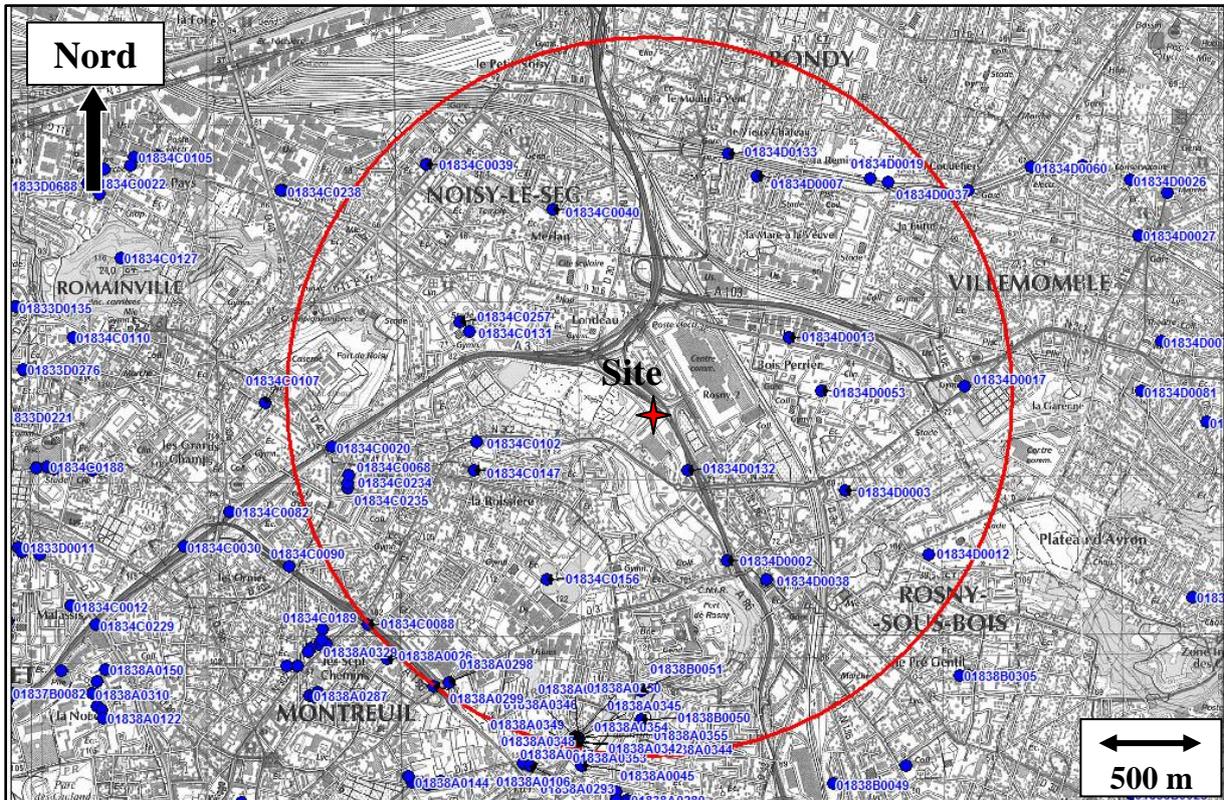
Figure 93: Les principaux aquifères du bassin Seine-Normandie



# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 94: Localisation des forages d'eau dans un rayon de 2 km autour du site à Rosny-sous-Bois



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 42: Inventaire des forages d'eau dans un rayon de 2 km autour du site à Rosny-sous-Bois**

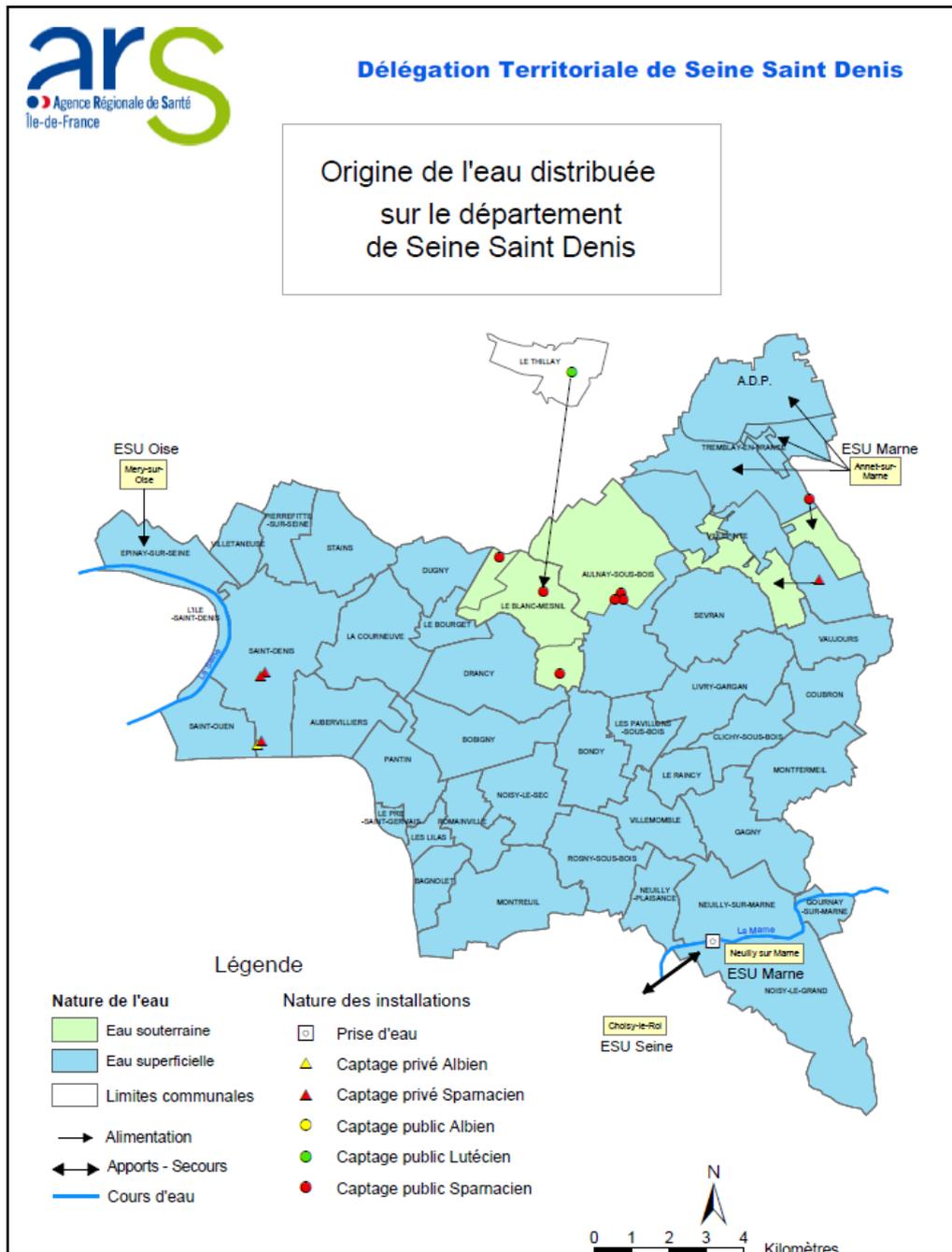
Référence	X Lambert 2	Y Lambert 2	Département	Commune	Nature	Profondeur atteinte	Date de réalisation	Etat de l'ouvrage	Maître d'ouvrage	Profondeur eau
01834D0007/S1	610637,0	2432748,0	SEINE-SAINT-DENIS	BONDY	SONDAGE	10,0			ETS MEUNIER	5,4
01834D0019/F1	611267,0	2432737,0	SEINE-SAINT-DENIS	BONDY	FORAGE	80,0	1962-01-01	ACCES,EXPLOITE,TUBE-METAL,POMPE.	SIMCA INDUSTRIE	0,0
01834D0037/F2	611367,0	2432717,0	SEINE-SAINT-DENIS	BONDY	FORAGE	80,0	1975-01-01	ACCES,EXPLOITE,POMPE,TUBE-METAL.	SIMCA INDUSTRIE	0,0
01834C0235/F3	608360,1	2431011,6	SEINE-SAINT-DENIS	ROMAINVILLE	SONDAGE	202,0				1,8
01834C0234/F2	608365,1	2431036,6	SEINE-SAINT-DENIS	ROMAINVILLE	SONDAGE	20,0				1,7
01834C0020/S3	608280,0	2431242,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROMAINVILLE	SONDAGE	15,0			PONTS-ET-CHAUSSEES	3,3
01834C0068/F1	608370,0	2431082,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROMAINVILLE	SONDAGE	20,0				1,6
01834D0003/S1	611127,0	2430996,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	SONDAGE	20,0			MR.ROBIDA	2,9
01834D0013/F	610812,0	2431847,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	FORAGE	45,0			USINE SAPAG	17,6
01834C0257/F3	608990,5	2431937,1	SEINE-SAINT-DENIS	NOISY-LE-SEC	SONDAGE	19,5			EDUCATION NATIONALE	12,9
01834C0040/F	609506,0	2432567,0	SEINE-SAINT-DENIS	NOISY-LE-SEC	FORAGE	40,0			WALWOGEL	30,0
01834C0131/F1	609041,0	2431887,0	SEINE-SAINT-DENIS	NOISY-LE-SEC	SONDAGE	14,6			EDUCATION NATIONALE	0,0
01834C0102/S1	609076,0	2431267,0	SEINE-SAINT-DENIS	NOISY-LE-SEC	SONDAGE	15,0				6,0
01834C0039/F	608805,0	2432818,0	SEINE-SAINT-DENIS	NOISY-LE-SEC	FORAGE	69,5			I.G.CARRIERE SEINE ET FORAGES ET MATERIEL .	6,4
01834D0132/F1	610251,2	2431106,5	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	FORAGE	31,0	1998-08-28	EXPLOITE,POMPE.	ATC CONCEPT	20,0
01834D0053/S	610992,0	2431547,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	FORAGE	40,9			ASSISTANCE PUBLIQUE	0,0
01834D0038/F2	610686,0	2430496,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	SONDAGE	26,5				11,0
01834D0133/F1	610476,5	2432877,6	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	FORAGE	25,0	1997-07-28	EXPLOITE.		25,0
01834D0012/P	611587,0	2430636,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	PUITS	42,4			ETS SUSSET	0,0
01834D0002/S2	610466,0	2430606,0	SEINE-SAINT-DENIS	ROSNY-SOUS-BOIS	RECONNAISSANCE	12,0	1960-02-01		SAPAG,CABINET MEUNIER	0,0
01834D0017/F	611787,0	2431577,0	SEINE-SAINT-DENIS	VILLEMOMBLE	FORAGE	849,8	1934-01-01	EXPLOITE.	VILLE DE PARIS	0,0
01838A0026/F	608580,0	2430056,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	FORAGE	130,4			GUILLAUME ET BOUTON	59,6
01838A0351/PZ10	609637,0	2429600,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	0,0		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	0,0
01838A0350/A18	609618,0	2429603,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	0,0		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	0,0
01838A0349/A23	609634,0	2429585,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	4,2		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	1,8
01838A0348/A15	609625,0	2429587,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	3,2		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	2,0
01838A0347/A17	609615,0	2429593,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	0,0		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	0,0
01838A0346/A11	609625,0	2429615,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	0,0		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	0,0
01838A0345/PZ3	609633,0	2429612,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	4,0				2,4
01838A0344/PZ5	609618,0	2429590,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	4,0				2,4
01838A0355/A21	609619,0	2429620,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	PIEZOMETRE	0,0		EXPLOITE.	RELAIS TOTAL	0,0
01838B0050/HY	609986,0	2429716,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	SOURCE	0,0				0,0
01838A0298/S8	608925,3	2429925,9	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	SONDAGE	21,7	1971-05-25		PONTS-ET-CHAUSSEES	0,0
01838A0299/S9	608835,3	2429905,9	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	SONDAGE	42,0	1971-05-25		PONTS-ET-CHAUSSEES	0,0
01838B0051/HY	609986,0	2429876,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	SOURCE	0,0				0,0
01834C0088/S7	608475,0	2430251,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	SONDAGE	50,6			P ET C ARRDT DE L'EST	1,8
01834C0147/S2	609065,0	2431107,0	SEINE-SAINT-DENIS	MONTREUIL	SONDAGE	24,0	1970-04-01	REMBLAI.	GRUPE IMMOBILIER LENCHENER 32 CHAMPS-ELYSEES PA	0,0

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

La carte ci-dessous indique l'origine de l'eau distribuée en Seine-Saint-Denis, par la position des captages existant dans le département. Ainsi, selon la carte, la commune de Rosny-sous-Bois n'est pas concernée par la présence de captage pour l'alimentation en eau potable.

Figure 95: Origine de l'eau distribuée sur le département de Seine-Saint-Denis



## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 4.2.10 Bruit et vibration

#### 4.2.10.1 Les textes réglementaires

Plusieurs textes réglementaires ont été rédigés dans le cadre des nuisances sonores. Ces derniers relatent les moyens mis à disposition pour illustrer le niveau sonore existant aux abords des routes, des voies ferrées ou même des aéroports.

Les textes qui suivent sont relatifs à la production de cartographies du bruit dans l'environnement.

- **Délibération du conseil municipal de Rosny-sous-Bois** approuvant la cartographie du bruit élaboré par le Conseil Général de Seine-Saint-Denis.

- **Directive européenne 2002/49 du 25 juin 2002** relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Elle impose aux états membres de mettre au point une cartographie du bruit et des plans d'actions de lutte contre le bruit pour l'ensemble des agglomérations de plus de 100 000 habitants dont Rosny fait partie.

Ces cartes ont pour objectif de déterminer l'exposition au bruit de la population, de préserver les zones calmes et réduire les effets nuisibles de l'exposition au bruit au moyen de plan de prévention du bruit dans l'environnement.

- **Décret 2006-361 du 24 mars 2006** relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement, il précise le contenu des cartes décrites ci-dessus. Plusieurs documents sont nécessaires à l'élaboration de la carte de bruit:

- des cartes graphiques avec courbes isophones,
- une estimation du nombre de personnes exposées sous forme de tableaux,
- un résumé exposant les résultats de l'évaluation et la méthodologie employée,
- un plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).

- **Arrêté du 4 avril 2006** relatif à la description des valeurs limites de dépassement de seuil.

- **Circulaire du 25 mai 2004** relative au bruit des infrastructures de transports terrestres.

- **Décret n°95-21 du 9 janvier 1995** relatif au classement des infrastructures de transports terrestres.

#### 4.2.10.2 Environnement sonore à Rosny-sous-Bois

Dans l'année 2006-2007, le Conseil général de Seine-Saint-Denis en concertation avec les communes a mis à jour la carte réalisée en 2004, carte stratégique intégrant le bruit des trafics routier, ferré et aérien sur l'ensemble de son territoire. Les niveaux de bruit sont calculés avec des trafics moyens sur l'année.

Trois types de cartes sont réalisés pour la commune de Rosny:

- Cartes des isophones: cartes avec 10 zonages de couleur en fonction de l'appartenance à une plage comprise entre moins de 40 dB(A) et plus de 80 dB(A).
- Carte de dépassement de seuil: cartes indiquant le dépassement des valeurs limites décrites dans l'arrêté du 4 avril 2006.
- Carte situant les ICPE soumises à autorisation susceptibles d'être bruyantes.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

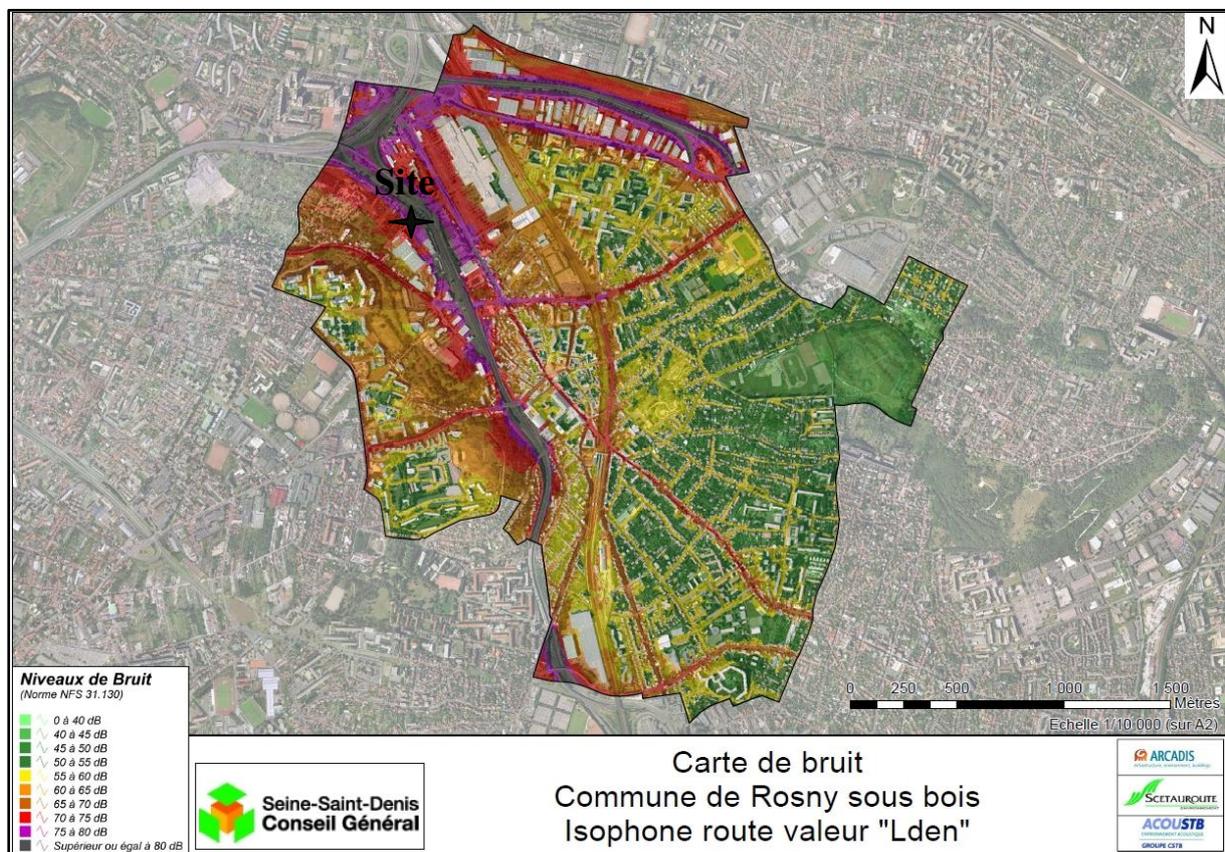
### 4.2.10.3 Isophone route

Traversée par deux autoroutes, et plusieurs routes nationales et départementales, la commune de Rosny-sous-Bois est structurée par un important réseau routier, exposant la ville à de réelles nuisances sonores.

Comme l'indique la carte suivante, ce sont les installations situées à proximité de l'autoroute A86, et particulièrement au Nord/Nord-Ouest de Rosny, qui subissent davantage les bruits et vibrations occasionnés par le réseau routier, étant donné que le niveau de bruit varie entre 65 et plus de 80 dB.

Le site choisi pour les travaux de forages s'inscrit dans cet environnement bruyant en raison du passage de l'A86.

**Figure 96: Carte de bruit du réseau routier à Rosny-sous-Bois**



### 4.2.10.4 Isophone réseau ferré

Le réseau ferroviaire incarne aussi un facteur de bruit important par rapport au niveau d'exposition dans la commune.

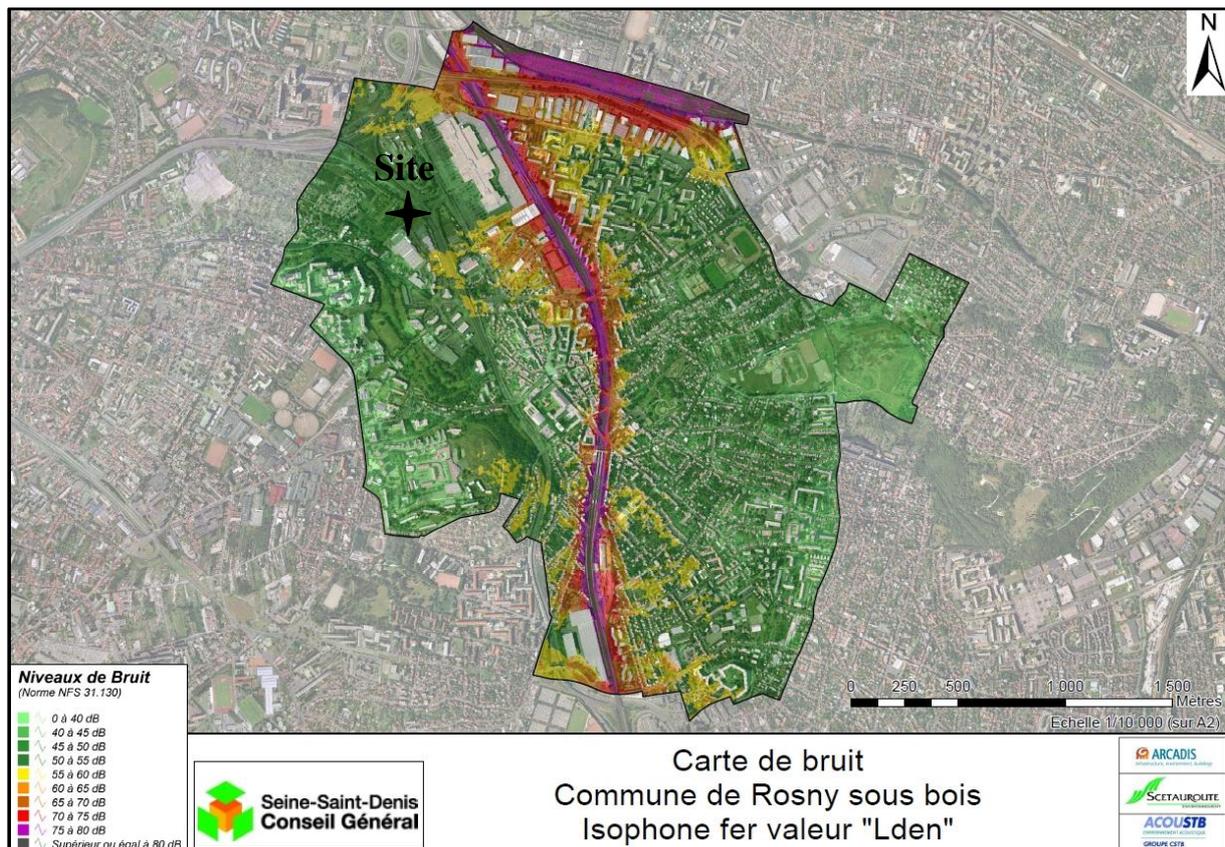
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

En effet, comme le montre la carte ci-dessous, le bruit engendré par le réseau ferroviaire impacte les installations situées à proximité des voies de chemin de fer mais sur un rayon beaucoup plus faible que celui créé par le trafic routier. C'est donc du Nord au Sud que se propage le bruit, le long du réseau ferroviaire.

Le site de forage apparaît peu impacté par le bruit lié au trafic ferroviaire.

**Figure 97: Carte de bruit du réseau ferré à Rosny-sous-Bois**



### 4.2.10.5 Trafic aérien

La commune de Rosny se situe à 15km du Bourget et à 19 km au Sud de l'aéroport Charles de Gaulles. Ces deux situations sont bien à prendre en compte dans l'environnement sonore de la ville de Rosny étant donné la relative proximité de ces deux sites par rapport à la ville. Ainsi, les nuisances sonores liées au trafic aérien sont à considérer dans l'inventaire des bruits et vibrations existants dans la commune.

### 4.2.10.6 Le bruit la nuit

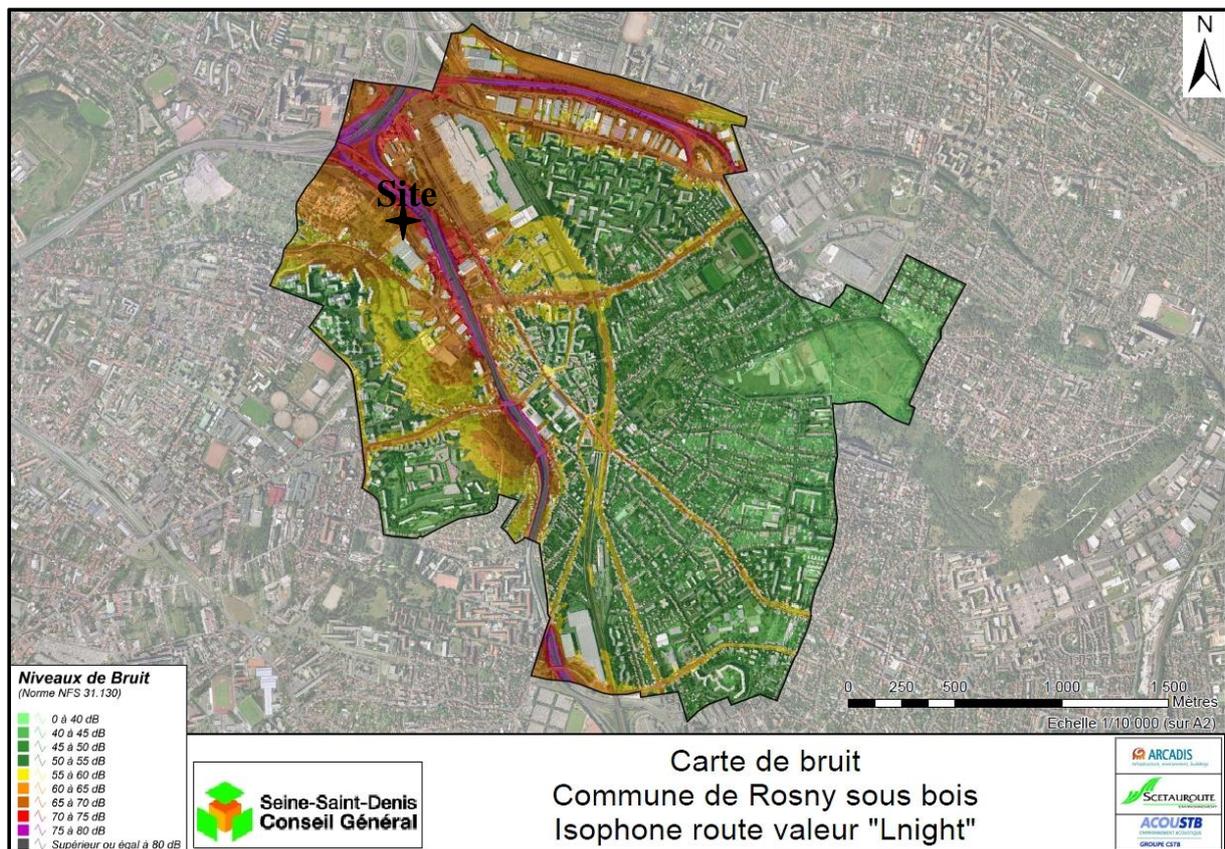
En période nocturne, l'environnement sonore n'est pas le même que celui décrit auparavant. Effectivement, les trafics routier et ferroviaire étant moins denses la nuit qu'en pleine journée, la description des cartes ne sera pas tout à fait similaire.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

La nuit, les routes sont beaucoup moins chargées, et de ce fait, l'environnement sonore est moindre mais reste tout de même présent à proximité immédiate des routes comme l'A86, car le niveau de bruit varie entre 60 et 80 dB (cf figure ci-dessous).

Figure 98: Carte de bruit routier à Rosny-sous-Bois la nuit

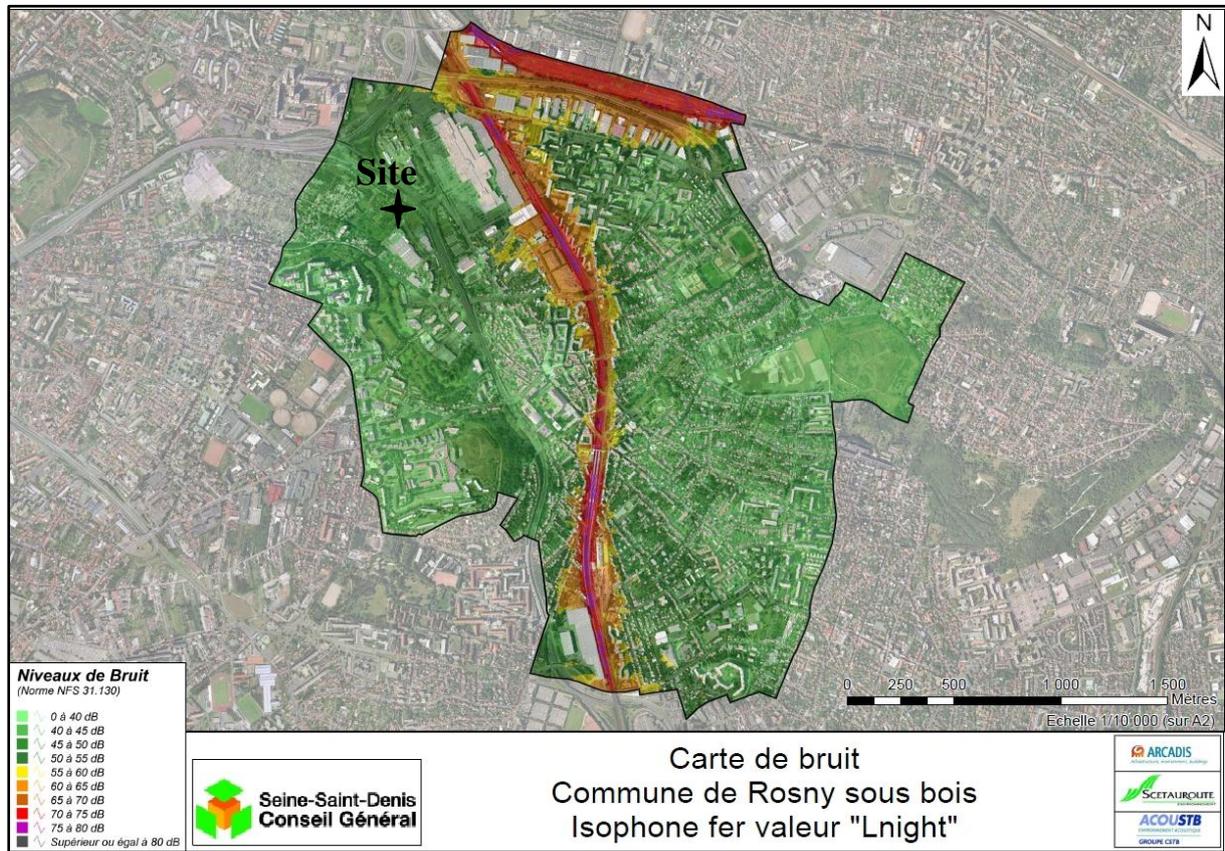


Le constat est le même pour le trafic ferroviaire, comme l'indique la carte, l'impact sonore est ressenti sur un rayon moins important que dans la journée mais demeure toujours présent avec un niveau de bruit qui oscille en moyenne entre 65 et 75 dB. Au droit du site, le niveau de bruit peut être considéré comme faible, puisqu'il varie entre 40 à 50 dB (cf figure suivante).

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

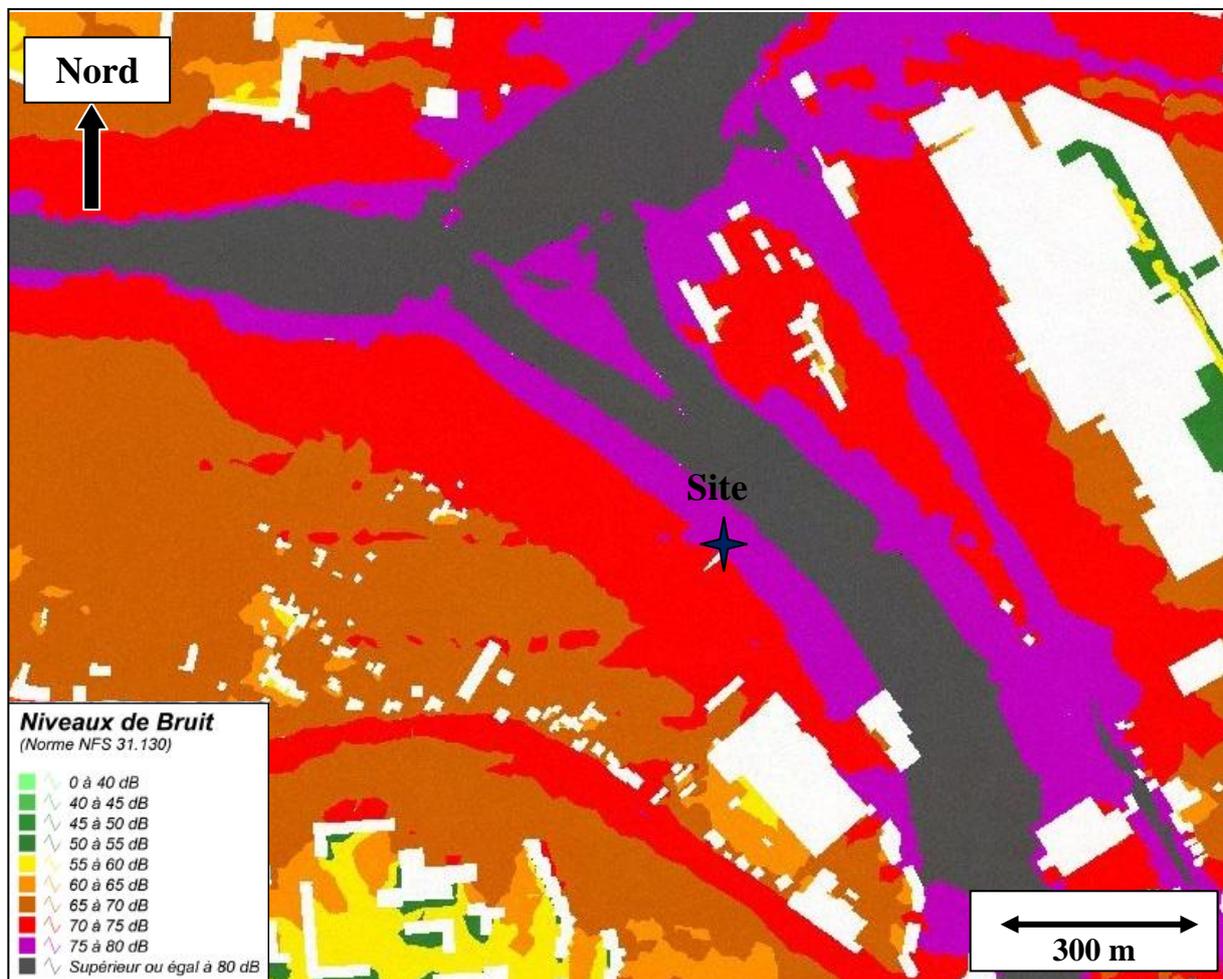
Figure 99: Carte de bruit du réseau ferré à Rosny-sous-Bois la nuit



### 4.2.10.7 Environnement sonore sur le site

Le site est soumis à un environnement sonore important car il est très proche des grands axes routiers (autoroute A86), et implanté au sein de la zone d'activités Saussaie Beauclair.

La carte, ci-dessous, réalisée par le Conseil Général de Seine-Saint-Denis, traduit bien cette tendance, puisque le site et ses alentours apparaissent en rouge, ce qui correspond à un niveau sonore très élevé entre 65 et 75 dB.

**Figure 100: Bruit de brui du réseau routier au niveau du site de Rosny-sous-Bois, sur 24 heures**

#### 4.2.11 Réseau existant

La commune de Rosny-sous-Bois est équipée d'un réseau d'assainissement en majorité unitaire (sur environ 70% de la surface communale). Un secteur, équipé en séparatif, se situe au Sud d'une ligne allant du Plateau d'Avron au Fort de Rosny (collecte séparée des eaux pluviales et des eaux usées).

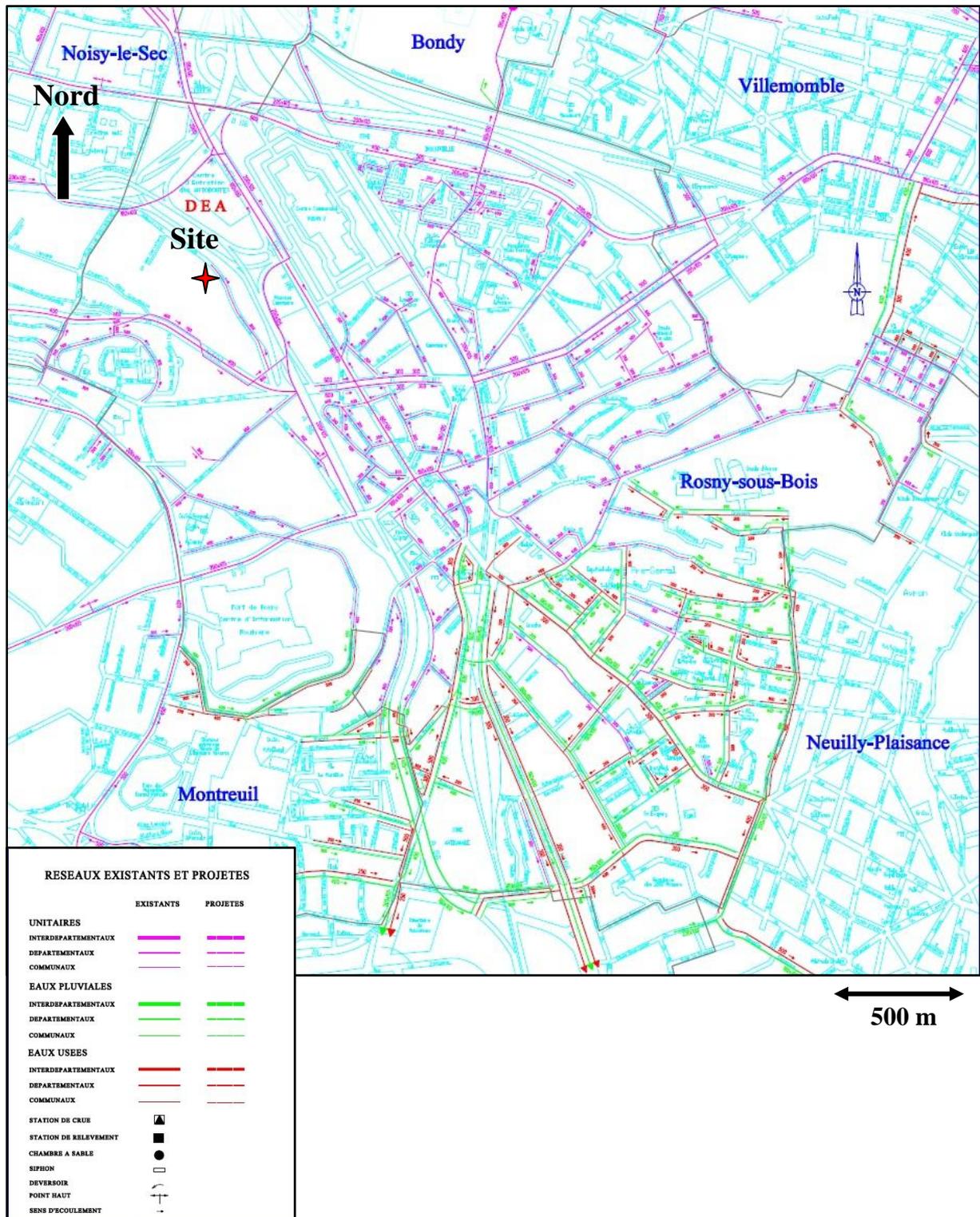
Les eaux usées (réseau unitaire et séparatif) sont acheminées vers les stations d'épuration d'Achères, Noisy-le-Grand et Valenton pour y être traitées. Les eaux de pluie collectées dans le réseau séparatif sont rejetées directement en Marne à Neuilly-Plaisance sans traitement préalable.

D'après la carte ci-après, le site est parcouru par un réseau existant unitaire communal qui permettra d'évacuer, au réseau, les eaux traitées sur le chantier (cf chapitre "Description des impacts et mesures envisagées pour compenser ces impacts").

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Figure 101: Réseau d'assainissement de Rosny-sous-Bois et des communes à proximité



### **4.3 Description des impacts et mesures envisagées pour compenser ces impacts**

Cette partie traite les impacts, qu'entraînent le projet sur le milieu naturel, urbain, et physique, ainsi que les mesures envisagées pour compenser de tels impacts.

Ces derniers sont évalués selon les différents paramètres étudiés dans le chapitre précédent, "Etat initial du site et de son environnement". Les impacts sont décrits en deux temps, tout d'abord, les impacts temporaires autrement dit les impacts générés lors de la phase de travaux de forage, puis les impacts permanents à savoir, liés à l'exploitation du doublet de forages.

Les travaux de forage se déroulent en plusieurs étapes:

- la préparation du site de forage,
- la réalisation des forages proprement dit,
- les essais de production,
- la remise en état des lieux après les travaux,
- la phase d'exploitation et de suivi des forages.

La phase de travaux de forage nécessite un fonctionnement continu de jour comme de nuit. Pour cela, trois équipes (8 heures chacune) se relaient 24 heures sur 24, pendant toute la durée des travaux.

#### *4.3.1 Impacts sur le contexte socio-économique*

##### *4.3.1.1 En phase de travaux*

La période de chantier ne perturbera pas le dynamisme social et économique de la commune.

##### *4.3.1.2 En phase d'exploitation*

La création d'un doublet de forage permettra d'acquérir une production de chaleur géothermique conséquente, et d'alimenter un secteur relativement important, autour du territoire communal.

Ainsi, il n'y a donc pas d'impact notable généré par l'exploitation du doublet concernant le contexte économique de la ville de Rosny.

#### *4.3.2 Impacts sur les personnes*

##### *4.3.2.1 En phase de travaux*

Pour compenser les impacts, engendrés par les travaux de chantier, à l'égard des personnes, des mesures de sécurité doivent être mises en place.

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

En effet, en premier lieu, une clôture sera mise en place autour du chantier ainsi qu'une signalisation, pour sécuriser le passage des piétons à proximité du chantier.

De plus, le chantier sera interdit au public, il sera donc nécessaire de veiller à ce que les consignes de sécurité soient bien respectées.

Pour le personnel du site, des mesures compensatoires seront élaborées pour envisager de mettre en place une voie d'accès éclairée et sécurisée pour les piétons, un accès pour les véhicules de sécurité (ambulance, police...) visible de jour comme de nuit et un accès pour les véhicules utilitaires.

Enfin, les entreprises présentes sur le chantier devront réaliser un Plan Particulier de Sécurité de Prévention et de Santé (PPSP). Ce plan identifie les risques et les moyens de prévention.

Un coordinateur de santé et sécurité sera également désigné pour cette opération.

### *4.3.2.2 En phase d'exploitation*

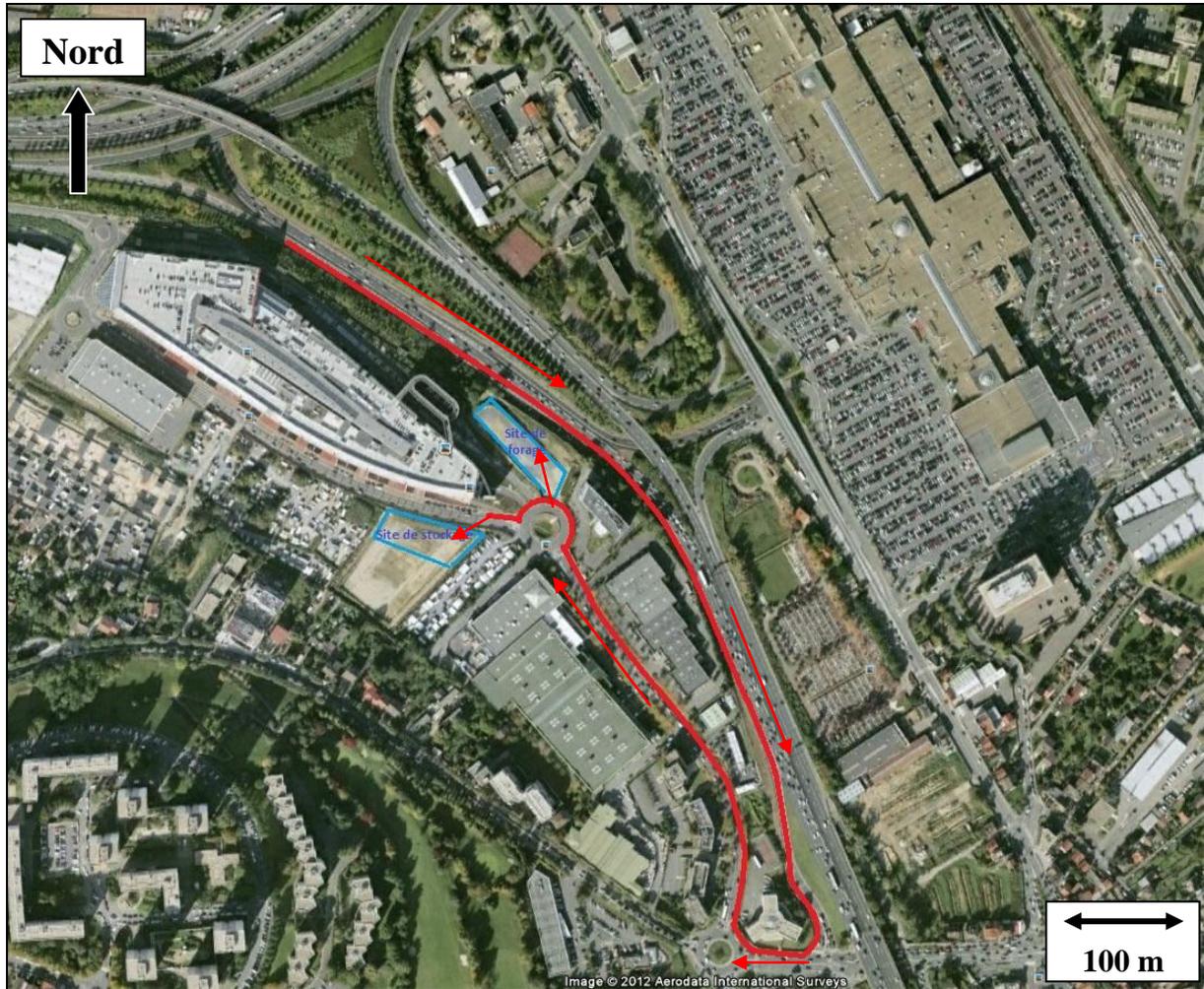
Une fois les puits réalisés, l'accès au site d'exploitation sera interdit au public.

De plus, les forages seront inaccessibles car situés dans la cave enterrée et fermée par une dalle en béton.

### *4.3.3 Impacts sur la circulation*

#### *4.3.3.1 En phase de travaux*

En phase travaux, le chantier génèrera des impacts sur les infrastructures et la circulation routière. Ces impacts seront causés par les approvisionnements du chantier par les camions et les allers-retours entre le site de forage et le site de stockage.

**Figure 102: Chemin emprunté par les camions de chantier pour accéder au site**

Les véhicules seront lavés avant tout passage sur les routes pour éviter de salir ces dernières. Ainsi, un système de nettoyage des roues sera installé, surtout en période de pluie. Aussi, lors de transports de matériaux entre la zone de stockage et le chantier, les camions seront couverts afin d'éviter la dispersion de poussière dans l'air.

L'accès au chantier est assuré par la voirie existante. Il sera fait en sorte que cette circulation de camion gêne le moins possible la circulation sur la ZAC Saussaie Beauclair. Une signalisation adaptée sera installée sur les routes ou les chemins existants pour prévenir de toutes les modifications de voirie et de circulation en prévision.

De plus, des contrôles seront effectués à l'égard de stationnements de véhicules aux abords du chantier.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Tableau 43 : Estimation du nombre de camions desservant le site selon les périodes de travaux**

Activité sur le chantier	Estimation du nombre de camions
Amenée de l'appareil de forage	60 camions / 7 jours
Livraison du tubage pour les puits	60 camions / 12 jours
En cours de forage	3 camions / jour pour le traitement des effluents, soit 318 camions
Pendant les opérations de tubage, cimentations et diagraphies	30 camions / 12 jours
Repli de l'appareil de forage	60 camions / 7 jours
<b>Nombre total de camions en phase chantier</b>	<b>528 camions</b>

De plus, des impacts peuvent être envisagés sur le talus autoroutier de l'A86 liés aux vibrations de la machine de forage et à son poids.

Une étude géotechnique sera menée avant la réalisation de l'aménagement du site pour que les dispositions techniques nécessaires soient prises en fonction des caractéristiques du sol, du talus et de la machine de forage.

### 4.3.3.2 En phase d'exploitation

Les infrastructures ne connaîtront pas d'impact notable lors de la phase d'exploitation du site, même lors des rares périodes de travaux de suivi du projet.

L'exploitation du forage géothermique n'entraînera pas d'impact sur la circulation, à l'exception des rares fois où des travaux devront être envisagés sur les puits.

Ainsi, les travaux de maintenance les plus fréquents sur le site seront des remplacements de pompes (tous les 4 à 5 ans) pour lesquels une grue de 20 tonnes et moins d'une dizaine de camions devront avoir accès au site pendant environ 15 jours.

Les opérations de réhabilitation, moins fréquentes (tous les 10 à 15 ans) nécessiteront des rotations de poids lourds sur le site pendant environ 1 mois (20 camions).

Ainsi, en raison de cette faible fréquence et de la faible durée des interventions, les impacts seront négligeables pendant la phase d'exploitation.

### 4.3.4 Impacts sur la faune et la flore

#### 4.3.4.1 En phase de travaux

Au regard de l'occupation du sol (terre nue pour le site de forage et partiellement enherbé sur le site de stockage) et de la situation des sites, de forage et de stockage, à proximité des grandes routes et relativement éloignés des sites naturels remarquables et des espaces verts,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

les impacts générés par les travaux pourront être considérés comme nuls à l'égard de la faune et la flore de la commune de Rosny.

### 4.3.4.2 *En phase d'exploitation*

A fortiori, pendant l'exploitation du doublet, l'impact sera nul sur la faune et la flore puisque les équipements seront enterrés. Il ne restera sur le site de forage qu'une dalle de béton autour des puits.

### 4.3.5 *Impacts sur le sol*

#### 4.3.5.1 *En phase de travaux*

Le réseau de caniveaux réalisé autour de la plateforme de chantier et les bacs de rétention permettront d'éviter toute pollution du sol au droit du site de forage.

L'impact sur le sol, au droit du site pendant les travaux, est ainsi négligeable.

#### 4.3.5.2 *En phase d'exploitation*

Après travaux, l'ensemble du site sera repris et rendu carrossable pour les opérations d'entretien. Une plateforme sera aménagée pour recevoir les engins de manutention et d'intervention sur les puits. Ainsi, aucun impact ne sera constaté sur le site.

### 4.3.6 *Impacts sur la ressource en eau*

#### 4.3.6.1 *En phase de travaux*

##### 4.3.6.1.1 *Sur les eaux superficielles*

Divers facteurs peuvent entraîner des effets négatifs sur la ressource en eau superficielle :

**Les boues de forages** seront stockées dans des borbiers étanches. Par ailleurs, les boues de forage circuleront en circuit fermé, ce qui limitera les volumes et les rejets.

**Les eaux de ruissellement** du site seront récupérées dans des borbiers par le biais d'un réseau de caniveaux après passage dans un déshuileur. Les effluents des borbiers seront évacués par camion citerne et envoyés dans un centre de traitement adapté selon la réglementation en vigueur. Le site sera ceinturé d'un merlon ou d'un fossé de telle sorte qu'aucune eau de ruissellement ne puisse s'échapper.

**Stockage de produits polluants:** les citernes de carburants et les barils d'huile seront stockés dans des bacs de rétention permettant, en cas de fuite, de recueillir la totalité du volume de ces citernes. D'autre part, des protecteurs imperméables seront mis en place sous les moteurs et les organes hydrauliques et les produits de vidange seront évacués dans un site de traitement adéquat.

**Les eaux géothermales:** lors des essais de productivité, les eaux géothermales seront stockées dans des borbiers avant rejet au réseau d'assainissement, aux conditions fixées par la gestion de ce réseau par les services de la Police de l'eau. Notamment, ces eaux devront entre autres:

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- être neutralisées à un pH compris entre 5,5 et 8,5, spécialement à l'issu des opérations de développement par acide.
- être refroidies à une température inférieure ou égale à 30 °C.
- être décantées afin de ne pas encrasser le réseau exutoire.

### 4.3.6.1.2 Sur les eaux souterraines

De par leur faible profondeur et la faible protection dont elles bénéficient, les nappes superficielles du Tertiaire sont par définition vulnérables et leur usage est restreint à quelques puits domestiques et communaux (arrosage du parc Decésari et du golf). Par contre, les aquifères de la craie et de l'Albien bénéficient d'une bonne protection qu'il convient de conserver. Ainsi, lors de la réalisation d'un forage devant traverser différents aquifères, plusieurs impacts peuvent exister pendant la phase de travaux:

- **impacts liés à la boue de forage:** la boue de forage est constituée d'eau du réseau d'eau potable, d'argile naturelle et d'additif biodégradable. La composition de la boue et sa densité sont adaptées en fonction du terrain traversé pour assurer le maintien des parois du forage par création d'un cake, tout en limitant l'infiltration dans le terrain.

Il peut arriver, en cas de traversée d'un terrain particulièrement perméable, que la boue s'infiltrerait totalement dans le terrain, on parle alors de perte totale, la boue et les cuttings n'arrivant plus jusqu'en surface. Dans ce cas de figure, pour limiter la consommation de boue et son injection dans le terrain, le forage sera continué à l'eau de ville.

- **impacts liés aux eaux de ruissellement:** afin d'éviter que l'eau de ruissellement potentiellement polluée ne puisse s'introduire dans les forages en cours de la foration, elle sera canalisée par un réseau de caniveaux et acheminée vers un bournier étanche.

- **impacts sur les aquifères traversés:** l'eau du Dogger est, du fait de sa forte teneur en NaCl, sulfures, Hydrocarbures dissous et métaux, impropre à la consommation et polluante pour les aquifères d'eau douce. Le risque réside dans un éventuel percement d'un tubage en cours d'exploitation. Toutefois, le risque de contamination des aquifères superficiels du Tertiaire et du Crétacé par l'eau du Dogger, est évité grâce à la mise en place de plusieurs tubes en acier cimentés à l'extrados. En particulier, l'aquifère stratégique de l'Albien/Néocomien sera protégé par un double tubage  $\phi$  13"3/8 et 9"5/8, tous les deux cimentés à l'extrados. Ces cimentations seront contrôlées par des diagraphies CBL/VDL. De plus, des inspections régulières (tous les 3 à 5 ans) de l'état des tubages pendant l'exploitation des forages permettront de contrôler leur corrosion et d'envisager des réhabilitations (rechemisage) avant percement des tubages.

L'usage des produits inhibiteurs de corrosion permet de limiter la dégradation des tubages réduisant le risque de percement et donc de contamination des aquifères superficiels.

De plus, ces différents tubages permettront d'éviter la mise en communication des aquifères superficiels entre eux et d'éviter le risque de contamination de l'Albien/Néocomien par les aquifères tertiaires plus vulnérables aux polluants anthropiques.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 4.3.6.2 En phase d'exploitation

#### 4.3.6.2.1 Sur les eaux superficielles

Il existe plusieurs risques sur les eaux superficielles au cours de la phase d'exploitation des forages.

- **Risques liés aux produits polluants:** le stockage des barils d'huiles et des citernes de carburant se fera dans des bacs de rétentions. De plus, des protections imperméables seront mises en place sous les machines.

- **Risques liés à l'eau géothermale:** pour éviter tout risque de contamination, l'eau géothermale sera stockée dans la cave étanche de la tête de puits avant d'être traitée et évacuée au réseau.

De plus, durant la phase d'exploitation des forages, le rejet d'eau géothermale dans le réseau d'assainissement sera limité aux interventions de maintenance contraignant à rejeter de faibles volumes d'eau salée, estimé à quelques mètres cubes tous les 2 à 3 ans. Ces rejets seront évacués dans le réseau dans des conditions fixées par la gestion de ce dernier. Les contraintes relatives à ces rejets exigent que les eaux soient:

- neutralisées à un pH compris entre 5,5 et 8,5,
- refroidies à une température inférieure ou égale à 30°C,
- décantées pour éviter d'encrasser le réseau.

- **Risques liés aux produits inhibiteurs de corrosion:** ce produit liquide (Fiche de Données de sécurité du produit Norust 491 en **annexe 12**) sera stocké sur bac de rétention pour éviter toute pollution en cas de fuite.

#### 4.3.6.2.2 Sur les eaux souterraines

En phase d'exploitation, il existe un risque de pollution de l'aquifère de l'Albien, généré par les forages. Ainsi pour compenser les impacts sur la nappe, un double tubage cimenté sera posé au droit de l'aquifère et un suivi par diagraphie sera fait régulièrement afin de contrôler la qualité des tubages et de la cimentation.

- **Risques d'intrusion d'eau de ruissellement dans les forages:** ce risque sera évité car les forages seront fermés par une tête étanche et exploités en circuit fermé.

- **Risques liés au produit inhibiteur de corrosion:** ce produit a pour but de limiter la corrosion des tubages métalliques, il est introduit à l'aide d'un liner à la base du tubage acier  $\phi$  9"5/8. La faible teneur injectée (3 à 6 g/m<sup>3</sup>) et le fait qu'il réagit avec l'eau du Dogger, permettent la neutralisation des effets toxiques de ces produits.

C'est à 1800 m de profondeur où la température avoisine les 70°C que l'on trouve l'aquifère du Dogger, formation qui sera exploitée par le doublet de forage géothermique.

Du point de vue géochimique, le Dogger est caractérisé par une minéralisation totale élevée où les ions majeurs dominants sont le sodium (Na<sup>+</sup>) et les chlorures (Cl<sup>-</sup>). Au droit de la commune de Rosny-sous-Bois, la salinité totale du fluide serait voisine de 20 g/l et la teneur en sulfures serait comprise entre 20 et 30 mg/l.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

L'eau géothermale est polluante mais non toxique. Aussi, un contrôle de l'état du cuvelage sera réalisé régulièrement afin d'anticiper tout percement et de surcroît, toute pollution dans les nappes traversées par le forage.

### 4.3.6.3 *Compatibilité avec la Loi sur l'Eau et le SDAGE*

La Loi sur l'Eau du 21 février 1996 fixe le cadre réglementaire relatif à la collecte, l'évacuation, des eaux pluviales et usées, et le traitement des eaux domestiques. Elle a été révisée le 30 décembre 2006 en application de la directive européenne du 23 octobre 2000.

Cette révision a deux objectifs:

- Donner les outils à l'administration, aux collectivités territoriales et aux acteurs de l'eau en général pour reconquérir la qualité des eaux et atteindre en 2015 les objectifs de bon état écologique fixés par la Directive Cadre Européenne (DCE) du 22 décembre 2000, et retrouver une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins dans une perspective de développement durable des activités économiques utilisatrices d'eau et en favorisant le dialogue au plus près du terrain,
- Donner aux collectivités territoriales les moyens d'adapter les services publics d'eau potable et d'assainissement aux nouveaux enjeux en termes de transparence vis-à-vis des usagers, de solidarité en faveur des plus démunis et d'efficacité environnementale.

#### 4.3.6.3.1 *Description des objectifs du SDAGE*

Le SDAGE propose 10 objectifs:

- 1) Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par des polluants classiques,
- 2) Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques,
- 3) Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses,
- 4) Réduire les pollutions microbiologiques de milieux,
- 5) Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future,
- 6) Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides,
- 7) Gérer la rareté de la ressource en eau,
- 8) Limiter et prévenir les risques d'inondation,
- 9) Acquérir et partager les connaissances,
- 10) Développer la gouvernance et l'analyse économique.

Les défis 1, 3, 5, et 7, concernés par le projet du doublet de forages géothermiques à Rosny-sous-Bois, seront explicités dans les paragraphes qui suivent.

1) Ce premier défi comporte deux aspects majeurs: la réduction des pollutions ponctuelles classiques et la maîtrise des rejets par temps de pluie. Concernant la réduction des apports de matières polluantes classiques dans les milieux naturels, les actions consistent à ajuster le niveau des rejets pour respecter les objectifs de bon état écologique des eaux.

Les dispositions visent à l'amélioration des réseaux d'assainissement, des traitements des boues des stations d'épuration. Par rapport à la maîtrise des rejets par temps de pluies, le SDAGE cherche à renforcer la prise en compte de la gestion des eaux pluviales pour les collectivités.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

3) Un double objectif est assigné au SDAGE: réduire fortement l'introduction de certaines substances dans le milieu naturel et respecter les objectifs de qualité chimique des eaux. Pour réaliser ce double objectif, une bonne connaissance des sources de pollution, des émetteurs et du comportement des polluants dans le milieu naturel est donc indispensable.

Par ailleurs, le SDAGE encourage à:

- réduire voire supprimer les substances dangereuses dans les rejets des industries et les rejets des villes.
- mettre en œuvre des solutions palliatives, en cas d'impossibilité de réduction à la source, permettant de réduire voire de supprimer les flux de substances toxiques vers le milieu naturel.

5) Le SDAGE recommande de concentrer en priorité les actions sur les bassins d'alimentation de captage d'eau souterraine destinée à la consommation. Ces actions ciblées exigent de déterminer et classer les captages d'alimentation en eau potable en fonction de la qualité de l'eau brute. Ainsi, pour chaque captage, un niveau de programme d'action sera défini et mis en œuvre par les collectivités responsables de la distribution de l'eau.

A l'échelle des zones de protection, le SDAGE préconise de réglementer les rejets dans les périmètres rapprochés de captage et de développer les programmes préventifs de maîtrise et de l'usage des sols en concertation avec les collectivités territoriales et les acteurs locaux.

7) L'objectif poursuivi est de garantir des niveaux suffisants dans les nappes et des débits minimaux dans les rivières permettant la survie des espèces aquatiques et le maintien d'usages prioritaires comme l'alimentation en eau potable.

Même si le bassin Seine-Normandie n'est pas sujet à des déficits chroniques importants, certaines nappes connaissent des tensions du fait de leur surexploitation. Sur ces dernières, il convient de:

- définir les volumes maximaux prélevables pour les masses d'eau ou parties de masses d'eaux souterraines,
- améliorer la gestion de crise lors des étiages sévères afin d'anticiper d'éventuelles conséquences de sécheresses.

D'un point de vue réglementaire, le SDAGE expose trois dispositions relatives aux forages listées ci-dessous:

- la disposition 42 qui définit la nappe de l'Albien-Néocomien captif comme une zone protégée, c'est-à-dire, une zone réservée à l'alimentation future en eau potable. Les mesures de gestion spécifique concernant ces masses d'eau souterraines sont définies dans la disposition 114.
- la disposition 114 qui définit les modalités de gestion de la masse d'eau souterraine de l'Albien-Néocomien captif. La nappe de l'Albien et la nappe sous-jacente du Néocomien ne doivent pas être exploitées puisqu'elles représentent une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable.
- la disposition 130 qui demande la maîtrise des impacts des sondages, des forages et des ouvrages géothermiques. Cette disposition stipule que tout ouvrage dans le sous-sol, y compris les ouvrages de géothermie, quelque soit sa profondeur et son usage, doit être réalisé, exploité et abandonné dans les règles de l'art et répondre aux contraintes réglementaires existantes, afin de préserver la ressource en eau. L'objectif est de garantir l'absence d'introduction de polluants et de préserver l'isolation des nappes traversées entre elles, et vis-à-vis des inondations et des ruissellements de surface.

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### *4.3.6.3.2 Dispositions pour répondre aux objectifs du SDAGE*

Pour se conformer aux exigences du SDAGE, le projet de forage géothermique au Dogger adoptera les précautions suivantes:

#### **Protection qualitative de l'Albien-Néocomien**

La protection de la nappe de l'Albien et du Néocomien se fera par la mise en place d'un double tubage et d'une double cimentation (respect de la disposition n°42).

#### **Protection qualitative des eaux souterraines**

La protection des eaux souterraines s'opèrera par:

- la réalisation des forages selon les règles de l'art pour éviter toute pollution des aquifères superficiels (respect de la disposition n°130),
- l'ajout d'un produit inhibiteur de corrosion pour limiter le risque de percement des tubages et donc, le risque de contamination des aquifères superficiels.

#### **Protection qualitative des eaux superficielles**

La non dégradation des eaux superficielles se fera par:

- la réalisation d'un réseau de caniveaux enterrés permettant de récupérer les eaux de ruissellement du chantier,
- et par la création d'une plateforme de forages et de bourbiers étanches.

Les eaux récupérées seront traités avant rejet au réseau d'assainissement.

#### **Protection quantitative des eaux souterraines**

Aucun prélèvement dans les nappes superficielles ne sera réalisé. La totalité de l'eau prélevée à la nappe du Dogger sera réinjectée (bilan hydrique nul).

Ainsi, dans ce contexte, le projet n'entrera pas en contradiction avec les objectifs du SDAGE.

### *4.3.6.4 SAGE concerné*

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau est un document de planification de la gestion de l'eau à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente (Bassin versant, aquifère...). Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau et il doit être compatible avec le SDAGE.

Les enjeux du SAGE sont:

- Préserver et restaurer le milieu aquatique, notamment par la reconquête de la qualité de l'eau et par la protection de la biodiversité et de la ressource en eau,
- Prévenir les risques liés à l'eau, particulièrement par la lutte contre les inondations et la mise en conformité des réseaux séparatifs,
- Améliorer le cadre de vie, par la mise en place de l'eau dans le paysage urbain, la mise en cohérence des différents usages de l'eau sur le territoire et une action d'amélioration qualitative de l'environnement,

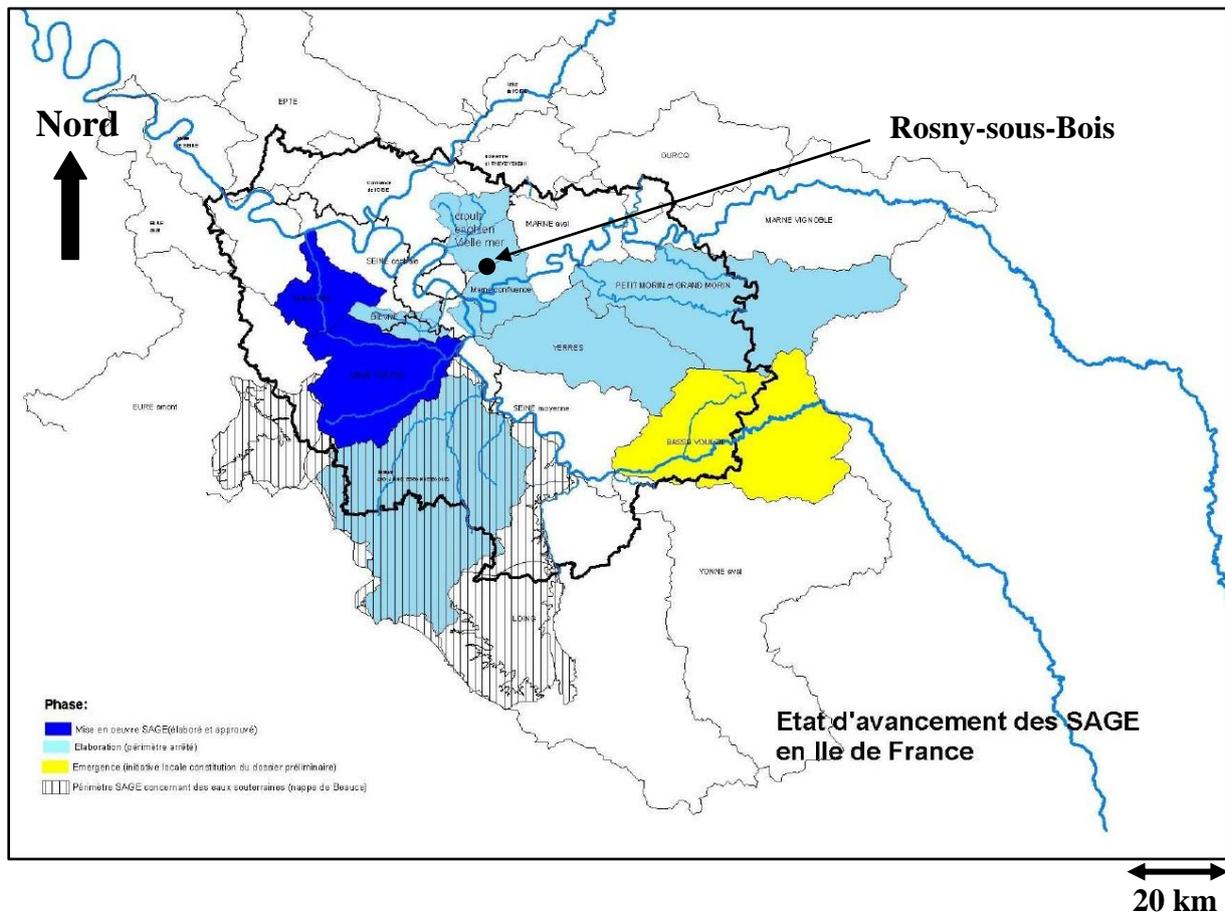
## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- Valoriser la mémoire de l'eau, principalement par l'apprentissage de la culture de l'eau en milieu urbain et le développement de la mémoire des risques liés à l'eau.

Le site, situé au Nord de Rosny-sous-Bois, est concerné par le SAGE, de "Croult-Enghien-Vieille Mer". Ce SAGE est en cours d'élaboration.

**Figure 103: Etat d'avancement des SAGE en Ile-de-France**



Le SAGE "Croult-Enghien-Vieille Mer", s'étend sur 2 départements (Seine-Saint-Denis et Val d'Oise), 87 communes et sur une superficie de 446 km<sup>2</sup>.

Les masses d'eau superficielles relatives au SAGE Croult-Enghien-Vieille Mer attachées à la nomenclature DCE sont les suivantes:

- le Petit Rosne (FRHR157A-F7060600),
- Le Croult de sa source au lac départemental de la Courneuve (FRHR157A),
- Le Ru de Montlignon (FRHR155A-F7110600),
- Le Croult du lac départemental de la Courneuve au confluent de la Seine (FRHR157B),
- La Morée (FRHR157A-F7075000),
- Le Canal de la ville de Paris (FRHR510).

Les masses d'eau souterraines relatives au SAGE sont:

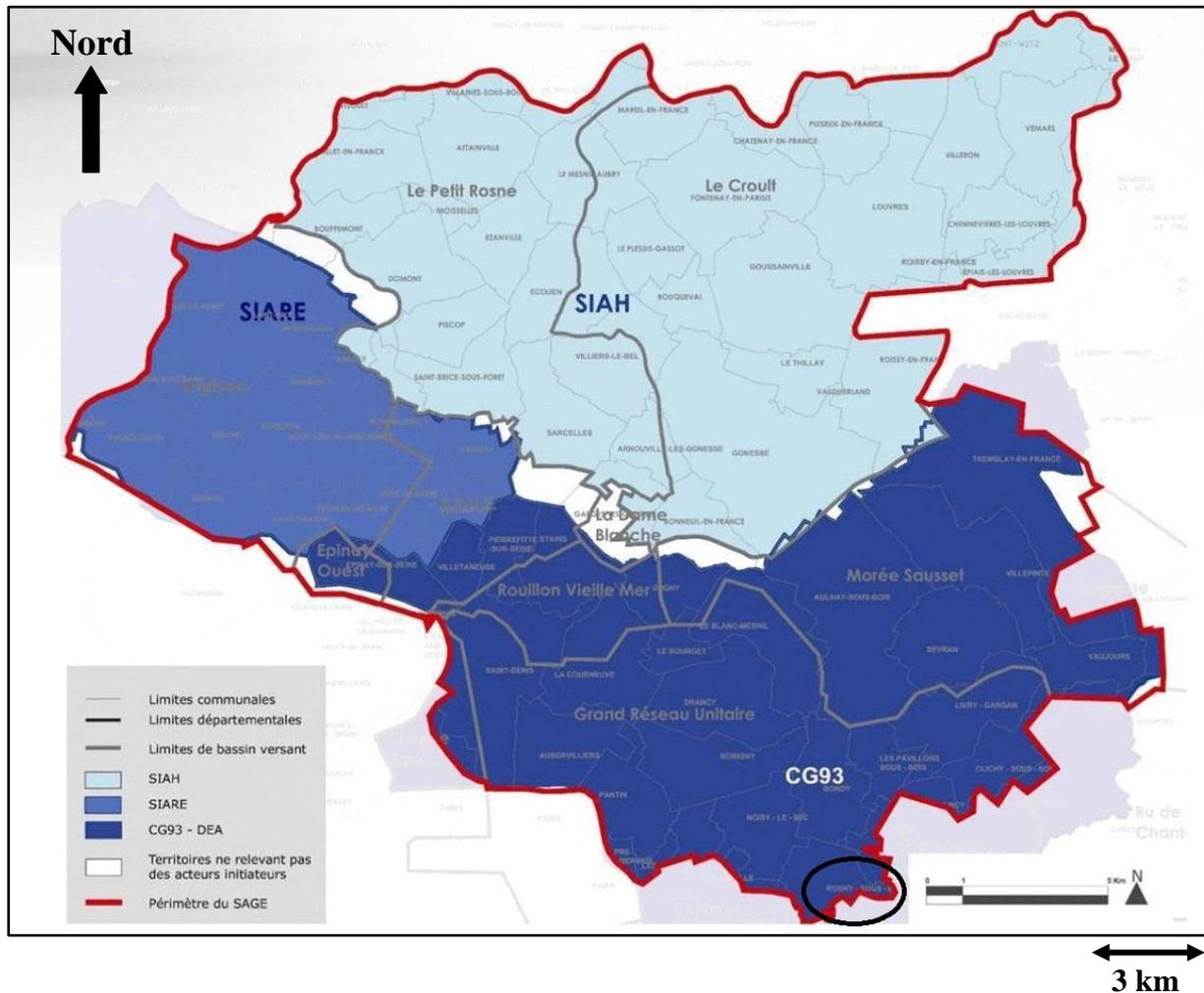
- Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix (FRHG102),

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- Eocène du Valois (FRHG104),
- Alluvions de la Seine moyenne et aval (FRHG001).

**Figure 104: Sage Croult-Enghien-Vieille Mer**



Comme le SAGE est en cours d'élaboration, il ne peut pas être appliqué en tant que texte réglementaire référent, par conséquent, le SDAGE Seine-Normandie constituera, quant à lui, le seul document réglementaire de référence.

Pour les mêmes raisons que celles évoquées dans le paragraphe 4.3.6.3.1 concernant le SDAGE, le projet n'aura pas d'impact notable sur les eaux superficielles et souterraines, et donc n'entrera pas en contradiction avec les objectifs du SAGE concerné.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 4.3.7 Impacts visuels

#### 4.3.7.1 En phase de travaux

Le site sera clôturé par une palissade de 2,5 m de haut, ce qui limitera l'impact visuel du chantier, seul le mât de forage sera visible de l'extérieur, mais la gêne ne sera que temporaire (3 à 4 mois de travaux).

L'installation lumineuse pour le travail de nuit est systématiquement dirigée vers l'intérieur du site et ciblée essentiellement sur le plancher de forage et le mât.



#### 4.3.7.2 En phase d'exploitation

Comme les têtes de puits géothermales seront enterrées, le site récupèrera alors son apparence d'origine, et il n'y aura donc pas d'impact visuel durant la période d'exploitation.

### 4.3.8 Impacts sur la qualité de l'air

Il existe 3 rejets atmosphériques à même de porter atteinte à la qualité de l'air, surtout lors de la phase de travaux. Ces derniers sont:

- **les gaz de combustion** des moteurs thermiques qui concernent les engins de chantier et les groupes électrogènes. Les émissions de gaz sont essentiellement composées de CO<sub>2</sub>, de CO, d'O<sub>3</sub>, et des poussières.
- **les poussières** qui sont créées par la circulation des engins de chantiers sur les chemins d'accès à tous les stades de travaux (forage, génie civil...).
- **les gaz présents dans les fluides géothermaux** et en particulier l'hydrogène sulfuré, gaz incolore toxique qui pénètre par les voies respiratoires et nécessite certaines mesures de sécurité. Les risques, pendant la période de travaux, liés à ce gaz dangereux pour la santé, font l'objet d'un développement dans le document de sécurité et de santé.

#### 4.3.8.1 En phase de travaux

- **Gaz de combustion:** les machines utilisées pendant les travaux respecteront la réglementation en vigueur en ce qui concerne les gaz d'échappement.

De plus, le site est naturellement ventilé et les émissions de gaz d'échappement dues au chantier seront négligeables par rapport aux émissions dues à la circulation routière (A86).

- **Poussières:** en cas de besoin, le chantier sera arrosé pour limiter l'envol de poussière. De plus, les camions transportant des matières susceptibles de s'envoler, seront systématiquement bâchés.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 4.3.8.2 *En phase d'exploitation*

La boucle géothermale sera toujours en circuit fermé pendant l'exploitation du doublet, ce qui évitera toute émission de gaz (notamment H<sub>2</sub>S).

Toute fuite sur cette boucle sera détectée immédiatement et sera colmatée.

Pendant les opérations de réhabilitation ou de changement de pompe, les consignes de sécurité sur le chantier seront les mêmes que celles appliquées lors des travaux de forages.

De plus, l'utilisation de la ressource géothermique en lieu et place de solutions de chauffage conventionnel utilisant des énergies fossiles sont bénéfiques pour la qualité globale de l'air (réduction des émissions de CO<sub>2</sub>).

Des risques liés à l'émanation de gaz comme le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) présent dans le fluide géothermal font l'objet d'un développement dans le § 5 "Document de sécurité et de santé".

### 4.3.9 *Impacts liés au bruit*

#### 4.3.9.1 *En phase de travaux*

##### 4.3.9.1.1 *Réglementation applicable sur le chantier*

La réglementation relative au personnel est régie par le Règlement Général des Industries Extractives (RGIE).

L'article 1 du RGIE définit les termes suivants:

- **Exposition sonore quotidienne:** dose d'énergie sonore susceptible d'affecter l'ouïe d'une personne pendant sa journée d'exposition de travail.
- **Pression acoustique:** différence entre la pression de l'air au repos et la pression de l'air mise en mouvement par les vibrations de la source de bruit.
- **Pression acoustique de crête:** valeur maximale de la pression acoustique observée au cours de la journée de travail.

De plus, l'article 3 de ce règlement formule deux règles relatives à la réduction du niveau sonore:

- L'exploitant est tenu d'abaisser le niveau sonore au seuil le plus bas raisonnablement possible compte-tenu de l'état des techniques. L'exposition au bruit doit demeurer à un niveau compatible avec la santé des personnes, notamment pour la protection de l'ouïe.
- Les niveaux sonores à partir desquels des dispositions particulières doivent être prises sont respectivement de 85 dB (A) pour le niveau d'exposition sonore quotidienne, et de 135 dB pour le niveau de pression acoustique de crête.

L'article 4 du RGIE indique qu'une personne ne peut être affectée à une fonction de travail comportant une exposition sonore quotidienne supérieure ou égale au niveau de 85 dB (A) que si elle a fait l'objet d'un examen préalable par le médecin du travail, et si sa fiche d'aptitude, établie par le médecin à l'embauche, atteste qu'elle ne présente pas de contre-indication médicale à cette fonction.

Concernant l'information du personnel, l'article 8 du RGIE atteste que lorsque l'exposition sonore quotidienne subie par une personne dépasse le niveau de 85 dB (A) ou lorsque la pression acoustique de crête dépasse le niveau de 135 dB, le personnel concerné doit être

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

informé, avec le concours du médecin du travail, soit au moyen d'une notice distribuée périodiquement, soit à l'occasion de séances d'information organisées à cette fin:

- des risques résultant, pour son ouïe, de l'exposition au bruit,
- des moyens pouvant être mis en œuvre pour lutter contre le bruit et contre ses effets,
- du rôle de la surveillance médicale,
- de la fonction auditive.

Enfin, à propos de la protection individuelle, l'article 12 du RGIE précise deux règles:

- Lorsque l'exposition sonore quotidienne subie par une personne dépasse le niveau de 85 dB (A) ou lorsque la pression acoustique de crête dépasse le niveau de 135 dB, des protections individuelles doivent être mis à sa disposition.
- Les protections doivent être adaptées au personnel et à ses conditions de travail. Elles doivent garantir à leurs porteurs une exposition sonore quotidienne résiduelle inférieure au niveau de 85 dB (A) et une pression acoustique de crête résiduelle inférieure au niveau de 135 dB.

### 4.3.9.1.2 Réglementation sur le voisinage

La réglementation relative au bruit de voisinage repose sur le décret n°2006-1099 du 31 août 2006, venu modifier le code de la santé publique (dispositions réglementaires).

Ce décret présente les seuils limites de niveau de bruit de voisinage à respecter.

L'article R.1334-33 déclare que l'émergence globale, dans un lieu donné, est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 dB(A) en période diurne (de 7 heures à 22 heures), et de 3 dB(A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures).

L'article R.1334-36 stipule que si le bruit a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes:

- le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes, en ce qui concerne soit la réalisation de l'activité, soit l'exploitation ou l'utilisation de matériels ou d'équipements,
- l'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit,
- un comportement anormalement bruyant.

Les bruits de voisinage résultants des chantiers de travaux publics ou privés, sont constitutifs d'une infraction de 5<sup>ème</sup> classe (1500 € au plus) s'ils sont la conséquence d'un comportement fautif caractérisé par l'une des trois circonstances citées ci-dessus.

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### *4.3.9.1.3 Population exposée au bruit*

Les personnes exposées aux nuisances sonores sur le site lors des travaux sont :

- le personnel du chantier de forage qui disposera de protections (bouchons d'oreilles, casques antibruit...),
- les visiteurs,
- les piétons et les voisins habitant ou travaillant à côté du site.

### *4.3.9.1.4 Bruit généré par le chantier*

L'usage des engins de chantier en cours de travaux donnera lieu à un environnement assez bruyant autour et au sein du site. De plus, cette nuisance sonore sera renforcée par les chocs engendrés au contact des tiges et des tubes de structure métallique lors du "gerbage" et du "dégerbage" de ces dernières dans le mât.

A cela s'ajoute, des bruits de grincement et de frottement liés à la rotation de l'engin et des tiges sur le chantier.

Ainsi, les engins de chantier devront respecter les normes antibruit conformément à la circulaire relative aux bruits émis par des engins de chantier du 16 mars 1978, afin de compenser les impacts liés aux nuisances sonores.

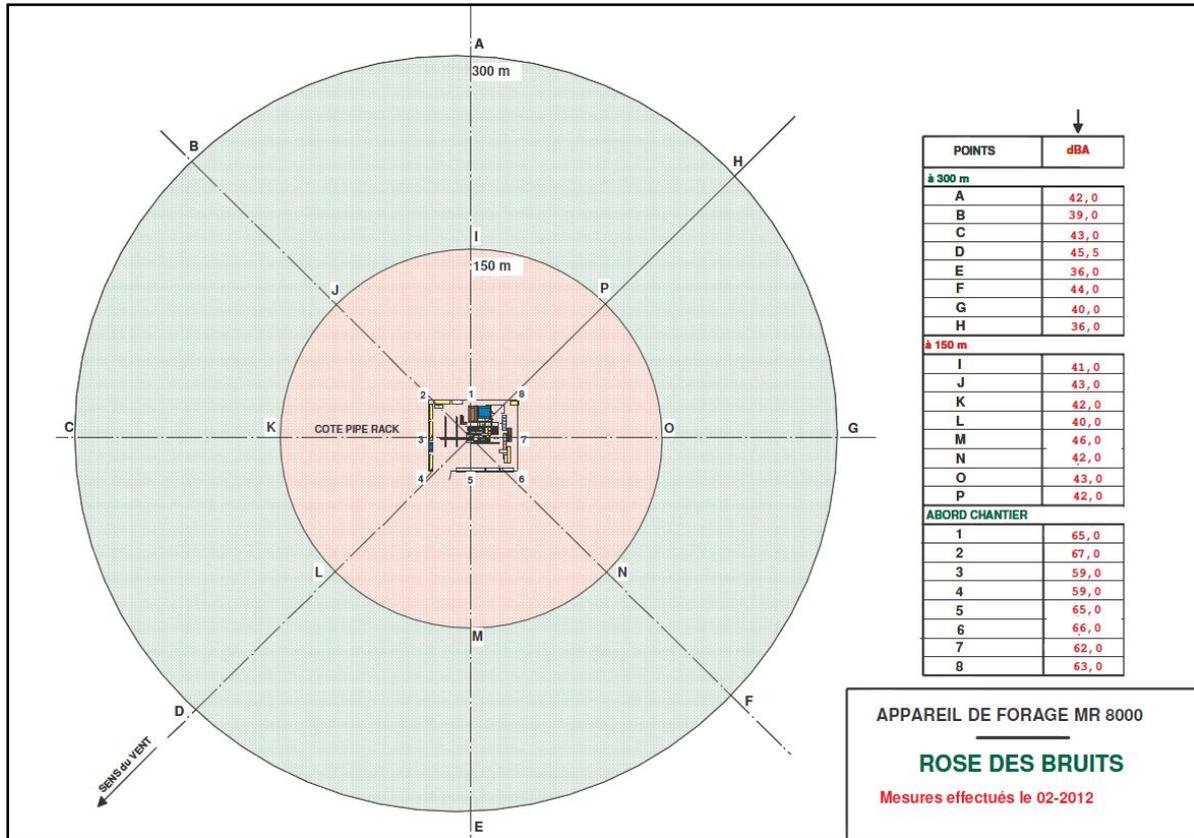
### *4.3.9.1.5 Estimation des nuisances sonores engendrées par la machine de forage*

Pour constater concrètement les conséquences liées au bruit généré par les appareils de chantier, une représentation de la rose des bruits est nécessaire. Cette illustration, présentée ci-après, traduit le rayon d'impact du bruit engendré par un appareil de forage de type MR 8000. Le niveau de bruit sera bien plus élevé aux abords du chantier qu'à 150 m ou 300 m de celui-ci.

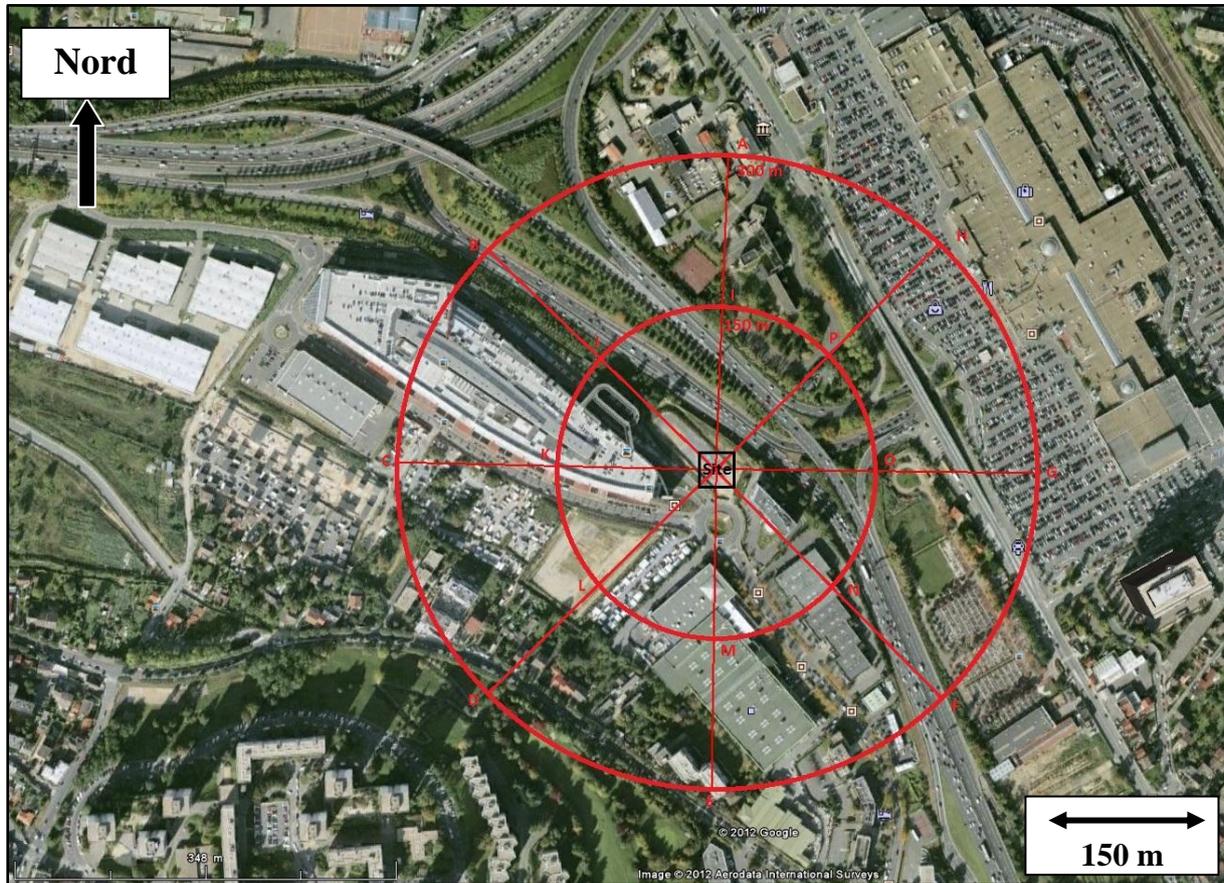
# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**Figure 105: Rose des bruits de l'appareil de Forage**



**Figure 106: Rose des bruits d'un appareil de forage appliquée sur le site de Rosny-sous-Bois**

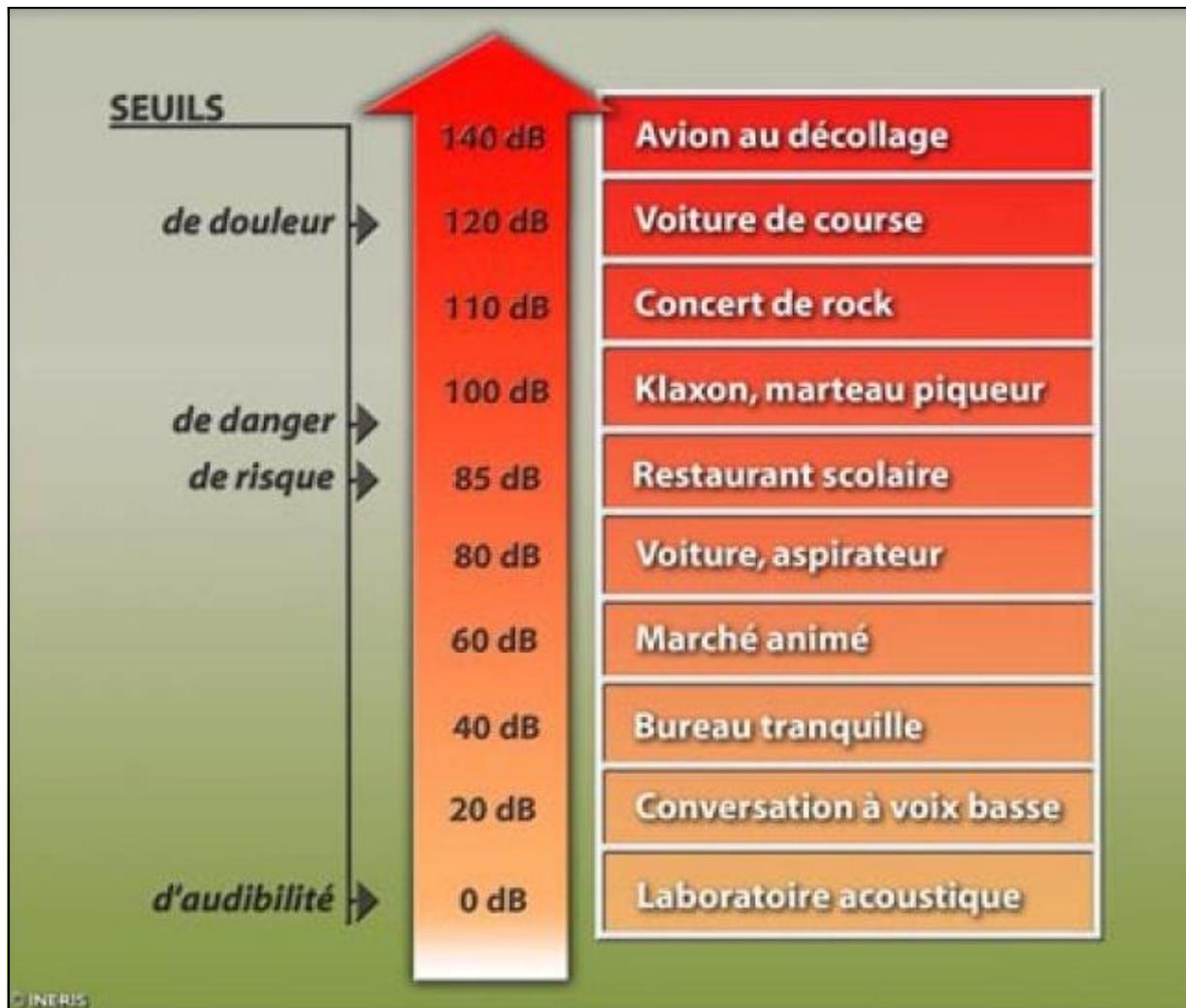


Aux abords du site, la rose des bruits (cf figures ci-dessus) décrit un niveau de bruit compris entre 59 et 67 dB(A) ce qui, d'après l'échelle du bruit (cf figure ci-dessous), caractérise un bruit perçu, dans un bureau, à, un marché animé.

Le bruit perçu à 150 m de la machine de forage oscille entre 40 et 46 dB(A). Ce niveau de bruit concorde avec celui appréhendé dans une pièce de séjour. Ce périmètre s'étend sur l'autoroute A86, ainsi que sur une partie des installations à proximité du site (Domus, Omron, Leroy Merlin...).

Enfin, à 300 m de la machine de forage, le niveau de bruit ressenti varie entre 36 et 45,5 dB(A). Ce dernier correspond au bruit perçu dans un bureau. Le périmètre s'étend sur la zone située de l'autre côté de l'A86, ainsi que sur les habitations situées derrière la ZAC Saussaie-Beauclair.

Figure 107: Echelle du bruit



Toutefois, comme il l'a été souligné dans le paragraphe 4.2.10.7, le site subit les nuisances sonores du trafic routier au niveau de l'autoroute A86, de ce fait, le bruit des machines sur le chantier sera couvert par celui provenant du réseau routier aux abords du site.

#### 4.3.9.2 En phase d'exploitation

Lors de la période d'exploitation, certains bruits pourront être perçus, au droit des puits à cause de la circulation des fluides dans les canalisations. Mais ces dernières étant enterrées, aucune nuisance sonore ne sera perceptible.

De plus, les bruits engendrés par les travaux d'entretien des puits seront rares étant donné la fréquence à laquelle ils se dérouleront. Ces bruits proviennent des engins tels que :

- les camions,
- les compresseurs,
- les moteurs thermiques.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

A cela s'ajouteront les bruits issus des chocs entre les dispositifs métalliques.

D'autre part, deux sources de bruit causées par l'exploitation des puits, au niveau de la centrale géothermique seront présentes:

- les transformateurs électriques,

- les pompes de circulation.

Ces derniers seront enfermés dans des bâtiments et seront donc inaudibles.

### 4.3.10 *Impacts sur la protection du patrimoine culturel*

#### 4.3.10.1 *En phase de travaux*

La période de travaux du projet n'entraînera pas d'impact sur le patrimoine culturel puisque le site n'est soumis à aucune servitude associée à la protection du patrimoine culturel.

#### 4.3.10.2 *En phase d'exploitation*

Aucun impact permanent n'est retenu concernant le patrimoine culturel de la commune pour la même raison que celle explicitée dans le paragraphe ci-dessus.

### 4.3.11 *Impacts sur l'hygiène, la salubrité et la sécurité publique*

#### 4.3.11.1 *En phase de travaux*

En période de travaux la présence du personnel de chantier, ajoutée à celle des machines de forages, et des véhicules lourds, engendrent divers types de rejets et de déchets tels que:

#### **- Les déchets ménagers (papier, détrit, ferrailles...)**

Pour assurer la propreté et l'hygiène sur le chantier, les déchets seront collectés puis enlevés régulièrement vers une déchetterie située à proximité du site. De plus, il sera exigé, à l'entreprise de forage, un tri sélectif.

#### **- Les résidus de boue de forage et les déblais**

Les boues de forage, utiles à la remontée des déblais solides ainsi qu'au refroidissement et la lubrification des équipements en rotation, devront circuler, à l'air libre, dans une enceinte imperméable, à l'échelle des bac à boues et vibrateurs. Une fois utilisées, les boues subiront un traitement physico-chimique (par coagulation et centrifugation). Les éléments solides (déblais) seront éliminés par une centrifugeuse. Ces résidus feront l'objet d'un traitement physico-chimique de floculation, dans un premier borbier (excavations prévues pour le stockage et la décantation des boues de forage), qui se traduit par une décantation des matières solides et de l'eau. La phase solide sera évacuée par camions vers un centre de traitement adapté.

L'eau, quant à elle, est envoyée dans un second borbier où tout hydrocarbure flottant est piégé pour être brûlé. Ensuite, l'eau est envoyée dans un 3ème bassin où elle fera l'objet d'un traitement physico-chimique secondaire la rendant apte à être rejetée au réseau.

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Ce travail de traitement et de contrôle de l'eau est confié à une société spécialisée qui s'assure de la conformité avec les normes officielles et recueille les autorisations administratives de rejet.

### **- Les déchets spéciaux (hydrocarbures...)**

Les déblais qui seront accidentellement contaminés par les hydrocarbures seront éliminés vers des décharges relatives à ce type de déchet.

De plus, le stockage de tels déchets se fera impérativement au sein de bacs de rétention (vidangés fréquemment) placés sous tous les moteurs thermiques et équipements hydrauliques.

Aussi, le contact entre les produits de vidange et le milieu naturel est formellement interdit. De ce fait, ces produits seront évacués vers des centres de gestion agréés.

### **- Les eaux géothermales**

L'eau géothermale sera recueillie dans des borbiers étanches afin d'éviter toute infiltration de l'eau dans le sol. L'accès aux borbiers sera contrôlée pendant toute la durée des travaux. Les eaux géothermales seront rejetées au réseau d'assainissement après contrôle de leur chimie pour respecter les exigences du concessionnaire.

### **- Les eaux pluviales**

Les eaux pluviales seront acheminées vers les borbiers, après passage par un déshuileur.

#### *4.3.11.2 En phase d'exploitation*

Après les travaux, le site subira une remise en état. Les résidus solides (déblais de roche, argile et produits floculés), devenus inertes, seront évacués vers une décharge autorisée, ou bien mélangés avec des terres et enfouis au fond des borbiers, ou bien encore solidifiés.

Les déchets solides de type papier, plastique, ferraille et bois, seront stockés dans des bennes et évacués par des sociétés spécialisées.

Aussi, l'évacuation d'eau géothermale dans le réseau d'assainissement sera limitée aux travaux de maintenance impliquant le rejet de faible volume d'eau salée (quelques mètres cubes tous les 2 à 3 ans). Ces rejets seront évacués dans le réseau selon des conditions définies respectant les seuils de rejet.

#### **4.4 Chiffrage prévisionnel des mesures compensatoires**

Les mesures prises pour compenser les impacts décrits dans les paragraphes du chapitre 3, affichent un coût plus ou moins important.

Afin de visualiser précisément le chiffrage prévisionnel des mesures compensatoires, deux tableaux exposés ci-dessous présentent les montants pour chacune de ces mesures exprimés en € HT .

Le premier tableau affiche les montants des mesures compensatoires en phase de travaux. Ces dernières atteignent un montant total de 1 730 000 € HT.

Le deuxième tableau affiche les montants des mesures compensatoires en cours d'exploitation. Ces mesures représentent un total estimé à 98 500 € HT par an, auxquels s'ajoute le coût afférent aux opérations d'entretien qui ont lieu tous les 5 à 10 ans (13 000 € HT par intervention).

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

<b>Mesures compensatoires en cours de travaux</b>	<b>Estimation prévisionnelle (€ HT)</b>
<b><u>1) Accès du site</u></b>	
A) Signalisation à l'échelle du chantier vis-à-vis des usagers de la route, leur informant de la sortie d'engins de chantier au niveau des voies d'accès. Surveillance du stationnement des véhicules aux abords du chantier afin d'empêcher tout obstacle à la circulation sur les voies d'accès.	11 000
B) Zone spécifique au sein du chantier destinée à la manœuvre des véhicules leur permettant de faire demi-tour pour réemprunter l'accès sans gêner la circulation.	15 000
<b><u>Eaux souterraines</u></b>	
A) Les puits disposent d'un double, voire d'un triple cuvelage cimenté au droit des aquifères d'eau douce superficiels et plus profonds.	110 000
B) Installation de tubages dont l'épaisseur de la paroi est supérieure à la norme (limitation du risque de percement).	61 000
C) Contrôle régulier des paramètres de la boue de forage pour limiter son intrusion dans les aquifères traversés. Suivi en temps réel des volumes perdus et des venues d'eau.	22 000
<b><u>2) Sols et eaux de surface</u></b>	
<b><i>A) Aménagement du site</i></b>	
a) Réalisation de bassins de stockage temporaires des effluents avec bâche géotextile imperméable.	4 000
b) Installation d'une semelle de béton imperméable au niveau de la plate-forme de forage.	350 000
c) Mise en place d'un réseau de caniveaux pour collecter les eaux de pluies pouvant entraîner des polluants jusqu'au bassin de décantation, par l'intermédiaire d'un bac déshuileur-débourbeur destiné à recueillir les traces d'hydrocarbures qui auraient pu fuir accidentellement des organes moteurs de l'engin de forage.	35 000
d) Nettoyage et remise en état du site.	50 000
<b><i>B) stockage d'hydrocarbures, de boues et produits divers</i></b>	
a) Installation des bacs de rétention sous tous les contenants de liquides potentiellement polluants.	6 000
b) Réalisation d'une zone de stockage, avec des bacs de rétention pour les produits inflammables ou potentiellement polluants, délimitée en lieu sûr, avec signalisation appropriée.	27 000
c) Récupération et évacuation selon la réglementation liée aux carburants et huile de vidange des moteurs. Contrôle de qualité du traitement réalisé pour constater la concordance avec les contraintes chimiques.	7 000
d) Fluides de forage (boues) confectionnés à partir d'eau douce additionné de bentonite et de polymères biodégradables.	Sans surcoût
e) Récupération des cuttings et effluents dans un enclos dont l'étanchéité est préservée par un film polyane et coulage dallage en béton armé de 15 cm d'épaisseur.	12 000

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

<b>f)</b> Evacuation des rejets solides et liquides vers des centres de traitement agréés.	800 000
<b>C) Production d'eau ou de gaz géothermaux</b>	
<b>a)</b> Tête de puits équipée en permanence d'obturateurs de sécurité (Bloc d'Obturation de Puits) pour permettre une fermeture d'urgence.	100 000
<b>b)</b> Contrôle des volumes des bacs à boue en permanence et mise en place de détecteurs de gaz sur le circuit de boue à la sortie du puits pour discerner instantanément toute émanation de gaz.	35 000
<b><u>Impact visuel</u></b>	
Clôture et balisage (palissade de 2,5 m de hauteur)	20 000
<b><u>Qualité de l'air</u></b>	
<b>A)</b> Arrosage possible de la plate-forme de forage au cours des périodes sèches afin de réduire l'émission et la dispersion des poussières	1 000
<b>B)</b> Contrôle régulier de la concentration en H <sub>2</sub> S dans l'air ambiant en trois emplacements de la plate-forme de forage (alarmes sonores et visuelles réglées sur 10 ppm). Installation en un endroit visible de tous les points du chantier d'une manche à air. Information du personnel et des riverains au début des travaux des risques relatifs à l'H <sub>2</sub> S et au comportement à avoir en cas d'éruption de vapeur d'eau ou H <sub>2</sub> S.	20 000
<b><u>Bruit</u></b>	
<b>A)</b> Isolation, insonorisation des moteurs des groupes électrogènes et des moteurs à l'origine de bruits.	Sans surcoût
<b>B)</b> Réalisation de caves de tête de puits fermées intégrées dans le site.	44 000
<b>C)</b> Exécution des interventions spécialement bruyantes plutôt en journée.	Sans surcoût

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

<b>Mesures compensatoires en cours d'exploitation</b>	<b>Estimation prévisionnelle (€ HT)</b>
<p><b><u>Sol</u></b>  <b>A)</b> Les caves de têtes de puits seront étanches. Les effluents liquides provenant des puits seront collectés et traités avant évacuation au réseau d'assainissement.  <b>B)</b> La surface de stockage du produit inhibiteur de corrosion sera équipée d'un bac de rétention à même de recevoir la totalité du volume de produit stocké.  <b>C)</b> Au cours des opérations de maintenance sur puits (réhabilitations), les déchets solides provenant d'interventions seront évacués du site vers une décharge contrôlée en fonction de la classe des déchets.  <b>D)</b> A la fin de chaque intervention de maintenance sur puits, la zone du chantier sera remise en état.</p>	<p>4 500 / an   Sans surcoût   Variable selon le volume   Sans surcoût</p>
<p><b><u>Eaux de surface</u></b>  <b>A)</b> Pendant les opérations d'entretien des puits (tous les 5 à 10 ans), une collecte de la totalité des effluents liquides sera effectuée, ainsi qu'un refroidissement et un traitement (préalablement à leur déversement) dans le réseau d'assainissement.  <b>B)</b> En cas de fuite importante: acheminement d'un dispositif de pompage adapté sur le site dans un délai court (8 à 10 heures maximum), puis réinjection de la totalité du débit de fuite dans le deuxième puits par la pompe mobilisée, enfin, évacuation du fluide géothermique dans le réseau d'assainissement entre le moment où la fuite se manifeste et la prise en charge de la fuite au moyen d'outils de pompage adaptés.  <b>C)</b> Dans le cas de fuite du fluide géothermique dans la cave enterrée, l'eau sera pompée au moyen d'une pompe vide cave, puis rejetée vers une bache de rétention ou vers le réseau d'assainissement.</p>	<p>13 000 /opération   6 000 /an   Sans surcoût</p>
<p><b><u>Eaux souterraines</u></b>  <b>A)</b> Contrôles périodiques, élaboration de mesures de grandeurs physiques, électriques, hydrodynamiques, géochimiques pour permettre d'accompagner et de contrôler l'évolution des caractéristiques des puits, du fluide géothermique, et des installations et évaluation des défauts révélateurs d'une perte d'intégrité d'un ouvrage.  <b>B)</b> Les contrôles d'intégrité par diagraphie, à l'aide d'un outil 4 palpeurs, représentent la seule mesure directe qui permet de détecter un percement avéré ou imminent (tous les 3 ans sur le puits de réinjection, 5 ans sur le puits de production).  <b>C)</b> Traitement des tubages contre la corrosion.  <b>D)</b> Un contrôle interne permettant le repérage anticipé des défauts de fonctionnement des puits et éventuellement de démasquer une intrusion d'eau ou une fuite d'un des puits vers l'extérieur. Des relevés de débit, température et pression (pression d'exhaure et de réinjection) seront alors effectués.</p>	<p>33 000/an   20 000 /an   35 000 /an   Sans surcoût</p>

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

<b><u>Qualité de l'air</u></b>	
<b>A)</b> La totalité du fluide (eau + gaz) sera réinjecté dans le réservoir du Dogger via le puits de réinjection.	Sans surcoût
<b>B)</b> La majorité des opérations sur puits seront créés avec surveillance de l'artésianisme du puits. Un dispositif d'obturation automatique du puits sera installé en cas d'urgence.	Sans surcoût

## **5 DOCUMENT DE SECURITE ET DE SANTE**

### **5.1 Document de sécurité et de santé pendant les travaux**

Les travaux de forage sont soumis au Règlement Général des Industries extractives (RGIE) et au Règlement de sécurité des travaux de recherche et d'exploitation par sondages des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux.

Le RGIE rassemble les principaux textes relatifs aux règles applicables en termes d'hygiène et de sécurité dans les mines et carrières.

Un plan de prévention constitué des plans particuliers de sécurité et de protection de la santé de chaque entreprise sera réalisé par l'exploitant pour la période de chantier et pour la période d'exploitation.

#### *5.1.1 Protection du personnel de chantier*

##### *5.1.1.1 Information du personnel*

Tout le personnel du chantier sera informé, dès son arrivée, des règles propres au chantier et aux opérations. Les procédures, par phase de travail et poste de travail, seront présentées à l'ensemble du personnel concerné avant le début de la phase ou de la prise de poste en mettant l'accent sur le respect et l'application des mesures de sécurité.

L'affichage des consignes de sécurité s'adressera en priorité au personnel présent sur le site.

Le personnel affecté au chantier devra en particulier être sensibilisé à l'obligation du port des équipements de protection individuels (casque, gants, tenue de travail, chaussures de sécurité, protections auditives, lunettes de protection, masque anti-poussières, masque à gaz).

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

- un plan de masse de l'appareil de forage,
- le plan des têtes de puits,
- la pression maximale admissible dans l'espace annulaire,
- la pression maximale de refoulement des pompes de forage selon les diamètres des chemises,
- un plan des moyens de lutte contre l'incendie,
- un plan des issues de sécurité en cas de venue de sulfure d'hydrogène.

La liste des personnes et des services à contacter en cas d'accident sera également affichée sur le chantier. Cette liste devra comprendre les contacts suivants :

- les pompiers,
- les services médicaux d'urgence (SAMU ou SMUR),
- le Préfet,
- la DRIEE,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- les services du maître d'ouvrage,
- les services de l'Entrepreneur.

### 5.1.1.2 Dispositions en cas d'accident corporel grave

En cas d'accident corporel grave sur le chantier la procédure suivante sera mise en œuvre :

- Déclenchement de la procédure d'urgence relative au site : appel des services d'urgence.
- Premiers secours prodigués par le secouriste du site. Conformément au Règlement Général des Industries Extractives (RGIE), au moins un titulaire d'un brevet de secourisme sera présent sur le chantier de forage pendant toutes les périodes d'activité.
- Interdiction de déplacer la victime sauf en cas d'urgence. La liste du personnel formé aux premiers secours est affichée sur le chantier.
- Envoi d'une personne désignée à la rencontre des secours afin de les guider jusqu'à la victime.

### 5.1.1.3 Protection contre l'hydrogène sulfuré

L'hydrogène sulfuré est un gaz à l'odeur caractéristique "d'oeuf pourri" dont le seuil de perception est soumis à de fortes variations de sensibilité individuelle. Cette odeur de l'hydrogène sulfuré gazeux est un indicateur sensible de sa présence mais pour de faibles concentrations. En effet, pour des teneurs élevées, l'inhalation d'hydrogène sulfuré se traduit par une paralysie des centres nerveux olfactifs et une anesthésie de l'odorat. De plus, l'hydrogène sulfuré étant un gaz irritant, la perception olfactive corrélée aux sensations d'irritation permet d'évaluer les concentrations d'exposition.

De plus, l'hydrogène sulfuré est un gaz asphyxiant dont les effets sont identiques à ceux observés pour le cyanure. Il agit au niveau de la respiration cellulaire comme inhibiteur de la cytochrome c-oxydase et bloque ainsi l'utilisation tissulaire d'oxygène. Il a également une action paralysante des centres nerveux respiratoires induisant une apnée qui peut être réversible en cas de traitement par oxygénothérapie, sinon mortelle.

L'intoxication à l'hydrogène sulfuré chez l'homme se caractérise par trois principales formes cliniques basées sur la nature des symptômes observés :

- La forme suraiguë : cette forme s'observe pour de fortes concentrations (environ 1 000 ppm) et de courtes durées d'exposition (quelques secondes à quelques minutes). Elle se traduit par une atteinte du système nerveux central (perte de conscience surnommée "coup de plomb") et des symptômes de détresse respiratoire et d'apnée. La mort survient en 5 à 10 minutes par arrêt cardiaque. Si l'exposition n'est pas instantanément fatale (réanimation pendant la phase d'apnée), la mise en place d'un œdème pulmonaire retardé est fréquemment observée. Une amnésie rétrograde avec une diminution des facultés intellectuelles est également possible.
- La forme (sub)aiguë : il s'agit de la forme rencontrée lors de l'exposition à des concentrations de l'ordre de 100 à 1 000 ppm. Les principaux effets sont des irritations des muqueuses oculaires et respiratoires avec conjonctivite, rhinite et dyspnée. L'apparition d'un œdème pulmonaire est encore possible en fonction de la durée

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

d'exposition. Pour ces concentrations, des troubles neurologiques sont également observables (perte de conscience).

- La forme chronique : cette forme correspond à un ensemble de symptômes résultant d'exposition intermittentes mais répétées à des concentrations de l'ordre de 50 à 100 ppm. Elle se traduit par des manifestations subjectives et variables de "malaise" (céphalée, asthénie, troubles de la mémoire, nausées, anorexie,...).

De plus, l'hydrogène sulfuré est un gaz extrêmement inflammable.

Ce gaz étant soluble dans l'eau, le fait de travailler à la boue limite les émanations lorsque le gaz est en faible concentration, ce qui est le cas dans l'eau du Dogger. D'autre part, l'hydrogène sulfuré en milieu basique ( $\text{pH} > 8$ ) reste dissous dans la boue et, sauf venue d'eau géothermale importante, le pH de la boue sera toujours supérieur à 8 pendant les phases de forage.

Sur le chantier, la concentration en hydrogène sulfuré de l'air sera mesurée en plusieurs points. En cas de dépassement du seuil limite (réglé à 10 ppm soit une concentration inférieure au seuil minimum d'intoxication humaine sous sa forme chronique), des alarmes sonores et visuelles se déclencheront. Deux appareils portatifs seront également disponibles sur le chantier.

De plus, cinq masques à gaz individuels munis de cartouches filtres pour le sulfure d'hydrogène ainsi que deux appareils respiratoires autonomes avec bouteille de recharge seront disponibles en permanence pour les personnels les plus exposés.

Le puits sera équipé d'un obturateur (BOP) qui peut être fermé pour permettre d'éviter la remontée rapide d'un bouchon gazeux. Le dégazage sera alors fait de manière progressive, à très faible débit.

Par ailleurs, la période des travaux pendant laquelle des émanations d'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ) pourront se produire est la période correspondant aux tests de production réalisés à la fin de chaque puits. Lors de ces tests, le fluide géothermal est en effet produit en surface sur une durée de 12 heures. Afin de réduire les nuisances olfactives de l' $\text{H}_2\text{S}$  (odeur « d'œufs pourris » à faible concentration) et de supprimer les risques liés à la toxicité du gaz à partir de concentrations plus élevées lors des opérations de stimulation du réservoir par injection d'acide, une neutralisation de l' $\text{H}_2\text{S}$  sera mise en œuvre par l'ajout d'un produit basique (type Eau de Javel ou équivalent). Elle comportera la mise en place de ventilateurs aux endroits où le fluide géothermal arrivera en surface (plancher et bacs de l'appareil de forage). Cette aération constante du site pendant cette phase permettra d'orienter les gaz à l'opposé des habitations les plus proches et empêchera toute concentration du gaz.

### 5.1.1.4 Protection contre l'explosion

Les risques d'explosion sur un tel chantier sont de plusieurs types :

- fuite d'acétylène : pour limiter ce risque, le matériel sera régulièrement contrôlé, le stockage se fera dans une zone bien ventilée et un extincteur devra être présent à proximité à chaque utilisation,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- rupture d'une canalisation haute pression en hiver : pour limiter ce risque en hiver, des précautions seront prises pour éviter le gel des canalisations (calorifugeage, saumure),
- venue de gaz inflammable dans le forage : la fermeture de l'obturateur (BOP) permettra d'éviter les venues importantes de gaz dans le forage.

### 5.1.1.5 Protection contre l'incendie

Pour réduire le risque d'incendie sur le chantier, les mesures suivantes devront être appliquées :

- le stockage des carburants devra se faire dans une zone séparée et des extincteurs devront être placés à proximité des stockages,
- des mesures de sécurité devront être prises pendant le remplissage des cuves de fioul,
- l'utilisation d'une masse en bronze pour limiter le risque d'étincelle lors du montage et démontage de l'appareil de forage.

Les extincteurs présents sur le chantier seront de type suivant :

- des extincteurs à poudre polyvalente,
- des extincteurs à poudre de carbone.

Les emplacements désignés pour ce matériel seront maintenus d'un accès facile et bien signalés.

### 5.1.1.6 Protection contre le bruit

Afin de respecter la réglementation en vigueur sur le bruit sur un chantier, les divers intervenants du chantier devront respecter les prescriptions légales.

Ainsi, le bruit généré par un chantier de forage est principalement dû aux moteurs des pompes et des groupes électrogènes (bruit régulier) ainsi qu'aux chocs entre des pièces mécaniques entraînant des bruits ponctuels et irréguliers. Pour quantifier les nuisances, des mesures de bruits seront faites à différents endroits du chantier pendant les phases les plus bruyantes.

Ainsi, pour limiter la nuisance sur le personnel de chantier, le port de bouchons d'oreille ou de casque anti-bruit sera rendu obligatoire. De plus, les zones les plus bruyantes seront signalées par des panneaux d'affichage.

Ces deux types de bruits seront limités par la prise en compte des mesures suivantes :

- procédure du personnel de chantier pour limiter au maximum les chocs pendant le montage et le démontage des tiges de forage ou la mise en place des tubages,
- insonorisation des moteurs diesel et des groupes électrogènes.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### 5.1.1.7 Protection contre la chute d'objet

Pour prévenir le risque de chute d'objet, les mesures suivantes seront appliqués sur le chantier pendant les travaux :

- sensibilisation du personnel au port des EPI (casques, chaussures de sécurité, gants) et sur l'interdiction de se tenir sous la charge,
- utilisation du matériel de levage adapté à la charge et en bon état,
- vérification des engins et des élingues,
- guidage lors de manutention de charges lourdes : utilisation de cordes ou de sangles de guidage, de crochets avec manille de sécurité.

### 5.1.1.8 Protection contre la chute de hauteur

Pendant les phases de montage et de démontage du matériel de forage et pendant la phase de forage, le personnel de chantier est amené à travailler en hauteur.

Les mesures suivantes devront être prises pour limiter le risque de chute de hauteur :

- mise en place d'un plancher ou d'un caillebotis sur la cave de forage et d'un balisage autour,
- mise en place d'une rambarde sur les escaliers permettant l'accès au plancher de la machine de forage,
- mise en place d'un bardage autour du plancher de la machine de forage,
- port d'un harnais anti-chute pour les travaux dans le mât.

### 5.1.1.9 Protection contre les collisions

La collision entre le personnel de chantier et les différents engins de manutention constitue un risque important.

Les mesures suivantes devront être prises pour limiter ce risque :

- délimitation des zones de circulation des véhicules et de circulation piétonne,
- manœuvre de recul des véhicules avec un guide,
- matériel de chantier équipé de gyrophare et de klaxon de recul,
- mise en place d'une signalisation sur la vitesse limite sur le chantier et sensibilisation du personnel au respect de cette limite,
- vérification et maintenance des engins.

### 5.1.1.10 Protection contre l'électrocution

Le risque d'électrocution devra être géré de la façon suivante :

- interdiction au personnel non habilité d'intervenir sur les groupes électrogènes,
- mise en place et test des disjoncteurs pour prévenir le risque lié à un court-circuit,

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- rangement et suspension des câbles électriques si possible,
- travail en zone sèche de préférence,
- affichage la fiche de premiers secours aux personnes électrisées.

### 5.1.1.11 Encadrement des visiteurs

Tous les visiteurs autorisés à accéder au site pendant les travaux seront équipés d'un casque de protection et devront être accompagnés par un personnel du chantier. Ils resteront à l'écart des zones potentiellement les plus à risques notamment pendant les phases les plus dangereuses.

## 5.1.2 Sécurité des riverains

### 5.1.2.1 Circulation sur la voie publique et balisage

#### - Circulation routière

L'aménagement et le repli de l'appareil de forage s'effectuera par convoi exceptionnel. En dehors des phases d'aménagement et de repli des équipements de forage, le nombre de véhicules lourds empruntant la voie d'accès à la plate-forme de forage restera limité à l'approvisionnement de consommables (fioul, tubage, ciment...) et à l'évacuation des déchets. Ce trafic, très variable en fonction des phases et de l'avancement du chantier n'excèdera pas, en moyenne, 1 rotation quotidienne de véhicule lourd (15-20 tonnes). Un trafic de véhicules légers sera induit par les rotations de personnel de l'entreprise de forage et de supervision (10 à 15 rotations par jour).

Des panneaux routiers de chantier informeront les usagers de la route de la sortie d'engins de chantier. Le stationnement des véhicules aux abords du chantier sera contrôlé de manière à ne pas créer d'entrave à la circulation sur les voies d'accès. Le raccordement du site à la route sera aménagé de sorte que les conducteurs d'engins puissent manœuvrer sans constituer d'obstacle ou de risque vis-à-vis de la circulation.

#### - Circulation piétonne

Le site sera clôturé par une palissade de chantier d'au moins de 2,5 m de hauteur pour éviter toute intrusion non autorisée. Cette palissade portera des panneaux avec la mention « accès interdit ». De plus, le chantier fonctionnant en 3 postes 7 jours sur 7, le risque d'intrusion est limité.

Des panneaux de signalisation spécifiques à la circulation piétonne seront mis en place sur les trottoirs de part et d'autre de l'entrée du site. Ces panneaux interdiront la circulation piétonne à proximité immédiate du chantier et indiqueront la direction de la déviation.

### 5.1.2.2 Bruits liés aux travaux de forage

Le bruit généré par un chantier de forage est principalement dû aux moteurs des pompes et des groupes électrogènes (bruits réguliers) ainsi qu'aux chocs entre des pièces mécaniques entraînant des bruits ponctuels et irréguliers. Pour quantifier les nuisances, des mesures de bruits seront faites à différents endroits du chantier pendant les phases les plus bruyantes.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Ces deux types de bruits seront limités par la prise en compte des mesures suivantes :

- Procédure du personnel de chantier pour limiter au maximum les chocs pendant le montage et le démontage des tiges de forage ou la mise en place des tubages.
- Insonorisation des moteurs diesel et des groupes électrogènes.

De plus, les opérations les plus bruyantes seront réalisées de jour.

### 5.1.2.3 *Emanation de gaz*

Les riverains seront informés au début des travaux des risques afférents à l'hydrogène sulfuré et à la conduite à tenir en cas d'éruption d'hydrogène sulfuré.

Les précautions prises sur le chantier pour limiter le risque lié à l'hydrogène sulfuré suffiront pour limiter la nuisance pour les riverains.

### 5.1.2.4 *Risque de chute du mât de forage*

Une étude de résistance du mât de forage sera réalisée avant son installation. Cette étude permettra de dimensionner le haubanage du mât en fonction de la force du vent et de sa direction afin d'éviter tout risque de chute.

## **5.2 Document de sécurité pendant l'exploitation du doublet**

Un sinistre sur la boucle géothermale peut être détecté de la façon suivante :

- par les systèmes de mesure de pression sur les puits,
- par un technicien de maintenance du site,
- par une personne extérieure au site (promeneurs, riverains).

### 5.2.1 *Procédure de mise en sécurité en cas de fuite sur la boucle géothermale*

La pression au sein de la boucle géothermale sera contrôlée en permanence par l'exploitant ce qui permettra de détecter une éventuelle fuite.

Si la fuite de fluide géothermal se situe en aval de la vanne située dans la cave des forages, la procédure de mise en sécurité de l'installation sera la suivante :

- Arrêt de l'exploitation du doublet et fermeture des vannes des puits,
- Diagnostic de la fuite,
- Réparation de la fuite,
- Remise en service du doublet après contrôle de la réparation.

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Si la fuite de fluide géothermique se situe en amont de la vanne située dans la cave du forage de production et que le débit de cette fuite est supérieur au débit de la pompe vide cave, une entreprise spécialisée interviendra dans les plus brefs délais (<12 heures).

Ce type de fuite est observé en fond de cave lors d'un arrêt d'exploitation programmé ou sur panne du groupe de pompage immergé (mise en pression de la tête de puits). En effet, lorsque le puits de production fonctionne, aucune fuite ne peut être observée en surface du fait du rabattement.

Lorsqu'il s'agit d'un arrêt programmé pour le changement de la pompe du puits de production par exemple, la remise en fonctionnement de la boucle géothermique permet de rabattre le niveau d'eau dans le puits et de stopper la fuite afin de pouvoir intervenir pour réparer.

En cas de panne de la pompe de production, la procédure de mise en sécurité de l'installation devra être la suivante :

- évacuation du fluide géothermique à l'aide de la pompe vide cave et d'un moyen de pompage annexe si nécessaire. Le fluide géothermique sera refroidi par ajout d'eau froide et traité avant son rejet dans le réseau d'assainissement,
- injection d'eau saumurée dans le puits pour contrôler l'artésianisme,
- réparation de la fuite.

Le personnel intervenant pour la réparation des fuites sur la boucle géothermique sera spécialement formé à ce type d'intervention et sera équipé pour faire face au risque de brûlure et d'intoxication à l'hydrogène sulfuré.

### 5.2.2 Percement d'un tubage d'un forage en cours d'exploitation

L'exploitation de l'aquifère géothermique du Dogger entraîne dans les puits un développement important de phénomènes de corrosion pouvant aller jusqu'à la perforation d'un tubage.

La réalisation, tous les 3 ans pour le puits d'injection et tous les 5 ans pour le puits de production, d'une diagraphie « diamètreur » permettra de connaître l'état des tubages. En effet, cet outil mesure avec précision le diamètre des tubages et permet de visualiser la présence de dépôts mais surtout les zones atteintes par la corrosion.

La diagraphie « diamètreur » peut également être complétée par un traçage à l'eau douce pour mettre en évidence l'existence d'une fuite qui serait suspectée lors de la diagraphie. Ces opérations peuvent se faire soit à l'aide d'un sas soit après contrôle de l'artésianisme par injection de saumure.

Pour travailler en toute sécurité, un obturateur reforable ou repêchable est mis en place pour obturer l'ouvrage au-dessous de la zone endommagée et se prémunir contre toute éruption accidentelle de fluide géothermique.

Si la perforation du tubage est avérée, la réparation peut être de deux types :

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

- si le tubage est en bon état général, la perforation sera comblée par injection de ciment sous pression et par collage d'un patch cylindrique en résine époxy/fibre de verre en face de la perforation,
- si le tubage est dans un état d'oxydation avancé, il sera nécessaire de procéder au rechemisage complet de l'ouvrage par la mise en place d'un tubage de diamètre inférieur et à la cimentation de l'entrefer.

Quelque soit le type de réparation, la qualité de la cimentation sera contrôlée par diagraphie CBL/VDL et une diagraphie « diamètreur » du tubage sera réalisée.

## **SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

### **Restriction d'usage du rapport**

Ces informations sont soumises à l'exhaustivité et la fiabilité des documents disponibles et consultables, l'existence d'une information cachée ou erronée est toujours possible. L'exhaustivité et la véracité absolue ne peut donc être garantie.

Tous les éléments de ce rapport (cartes, photos, pièces et documents divers, ...) constituent une seule et même entité indissociable. La responsabilité de GEOTHER ne saurait être engagée par une utilisation, une communication, ou une reproduction partielle de ce rapport et ses annexes sans l'accord préalable de GEOTHER

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 1 :**

**CAPACITES FINANCIERES DU SIPPEREC**

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 2 :**

**RAPPORT D'ACTIVITE DU SIPPEREC**

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à  
Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 3 :**

**PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDES SOUS-SOL**

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 4 :**

**PRESENTATION DE L'EQUIPE DE L'INGENIERIE DU SOUS-SOL**

**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**SIPPEREC**

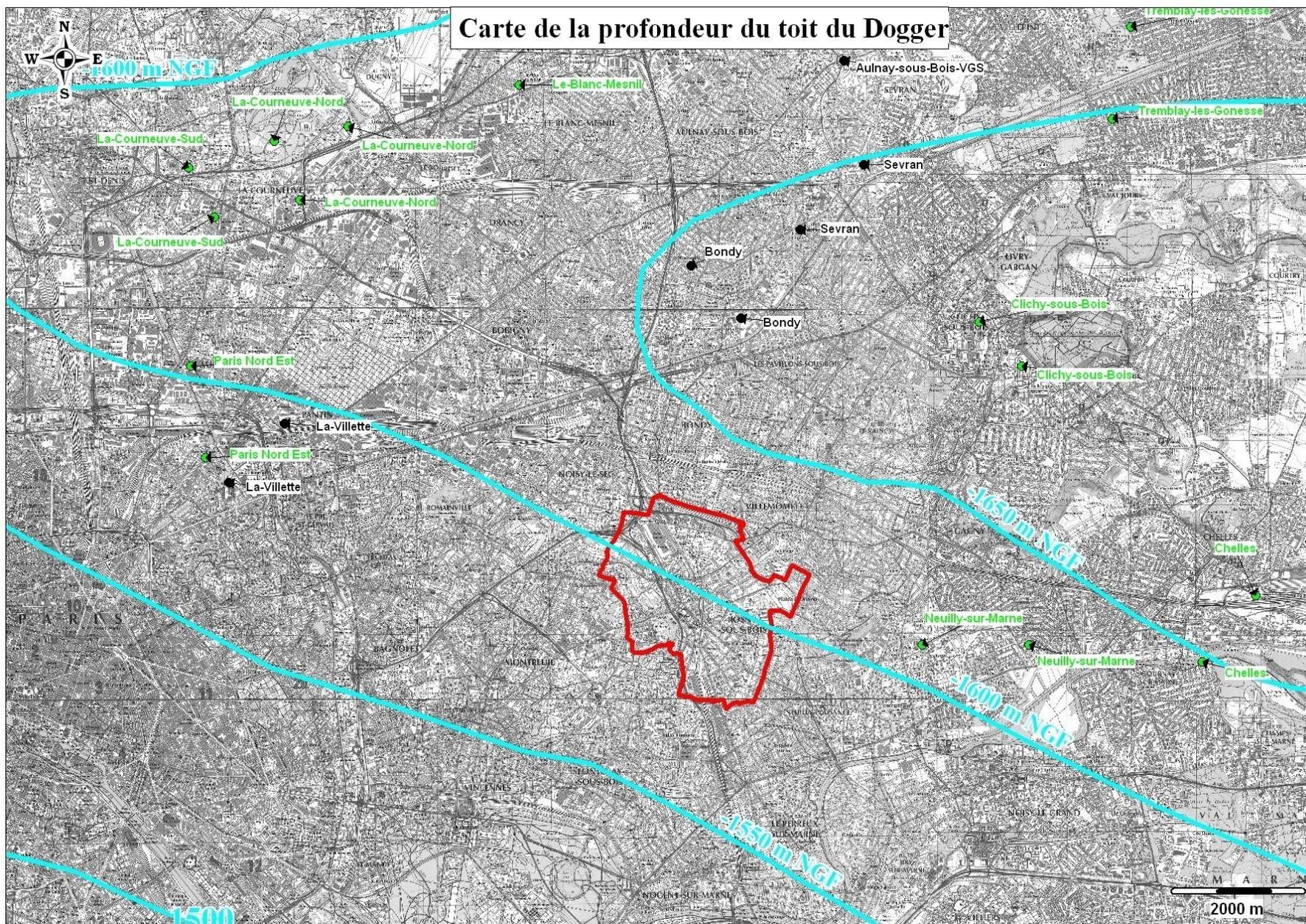
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 5 :**

**CARTE DES ISOHYPSES DU TOIT DU DOGGER**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

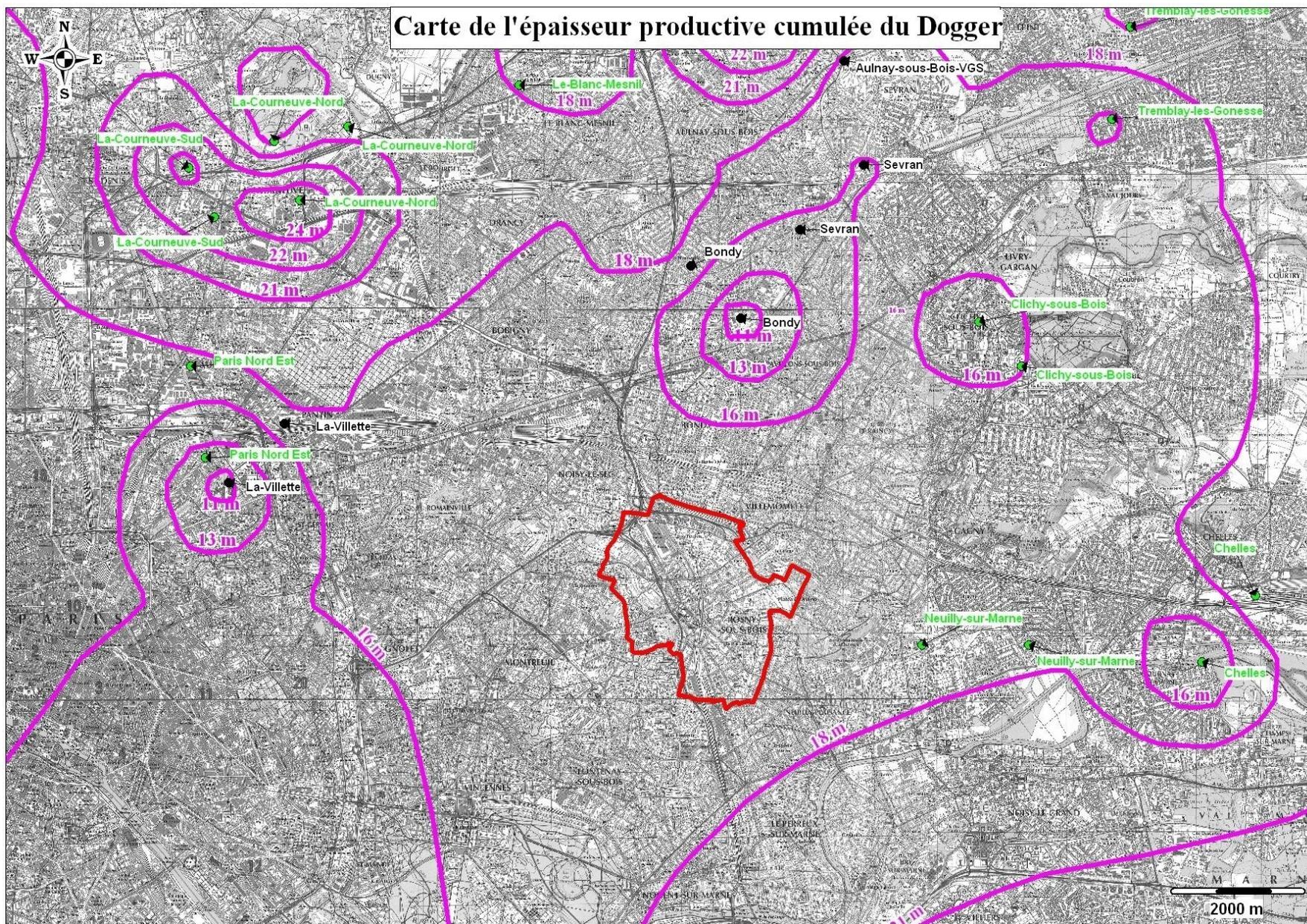
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 6 :**

**CARTE DE L'ÉPAISSEUR PRODUCTIVE CUMULÉE DU DOGGER**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

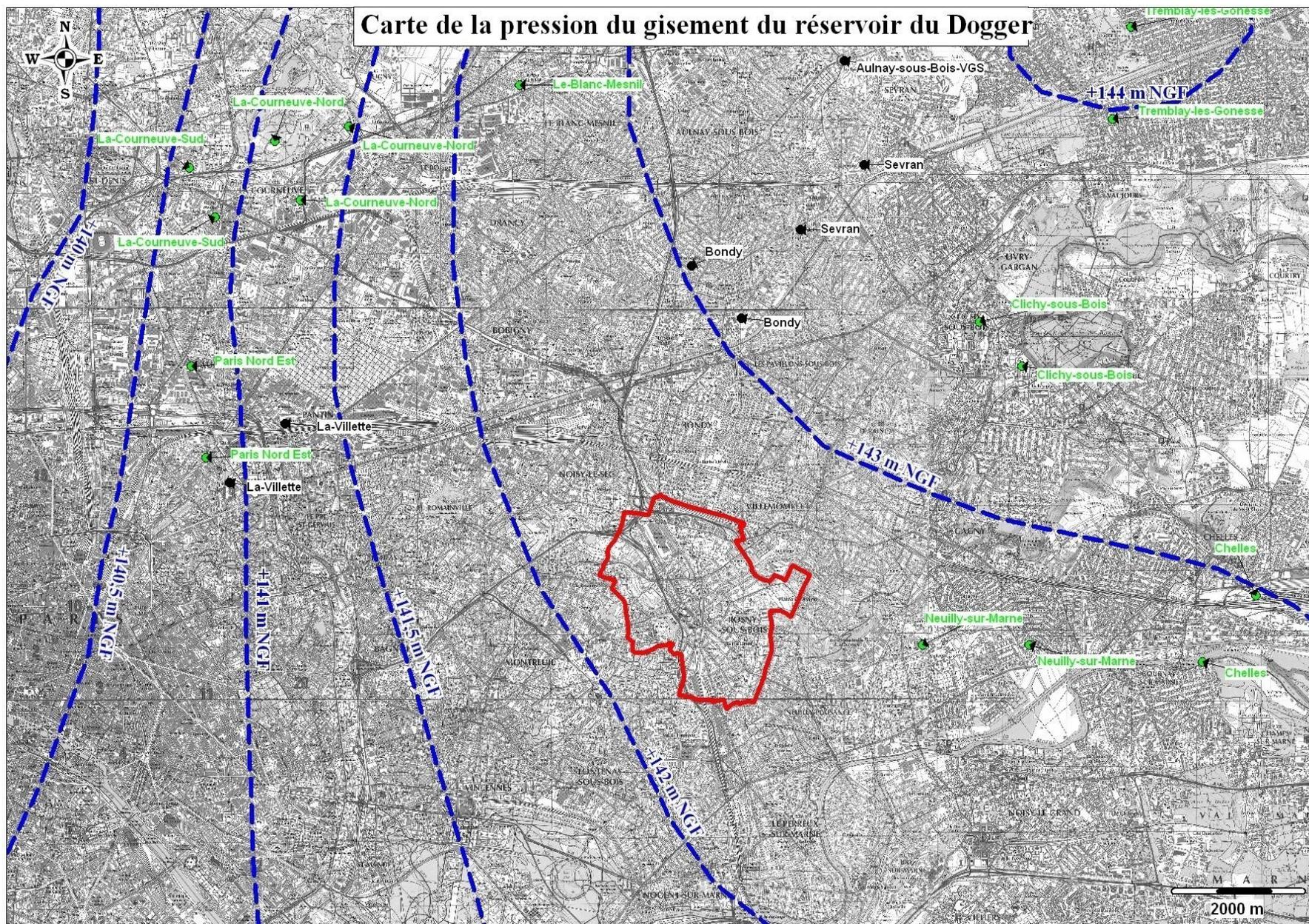
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 7 :**

**CARTE DE LA PRESSION DU GISEMENT DU RESERVOIR DU  
DOGGER**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

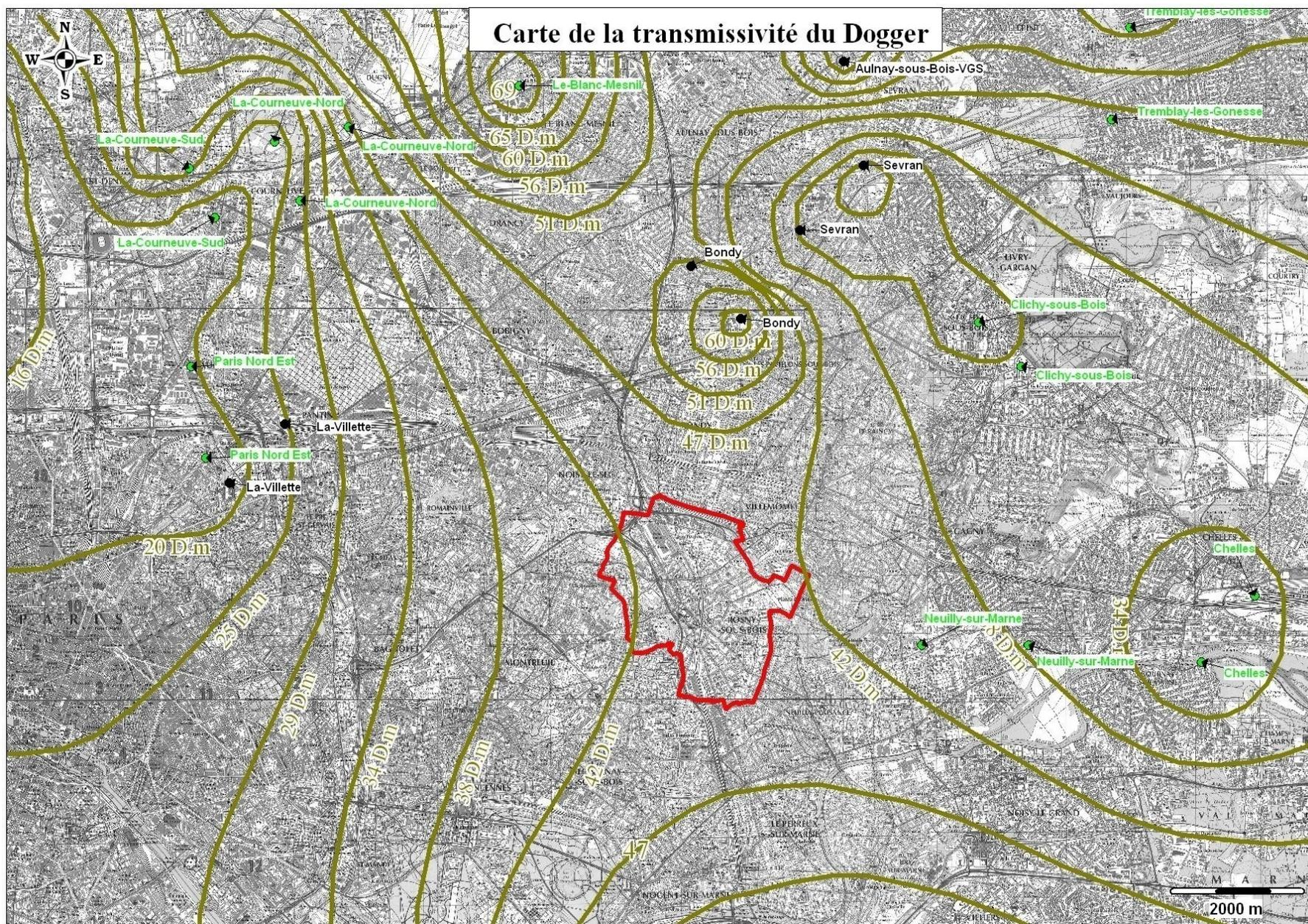
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 8 :**

**CARTE DE LA TRANSMISSIVITE DU DOGGER**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

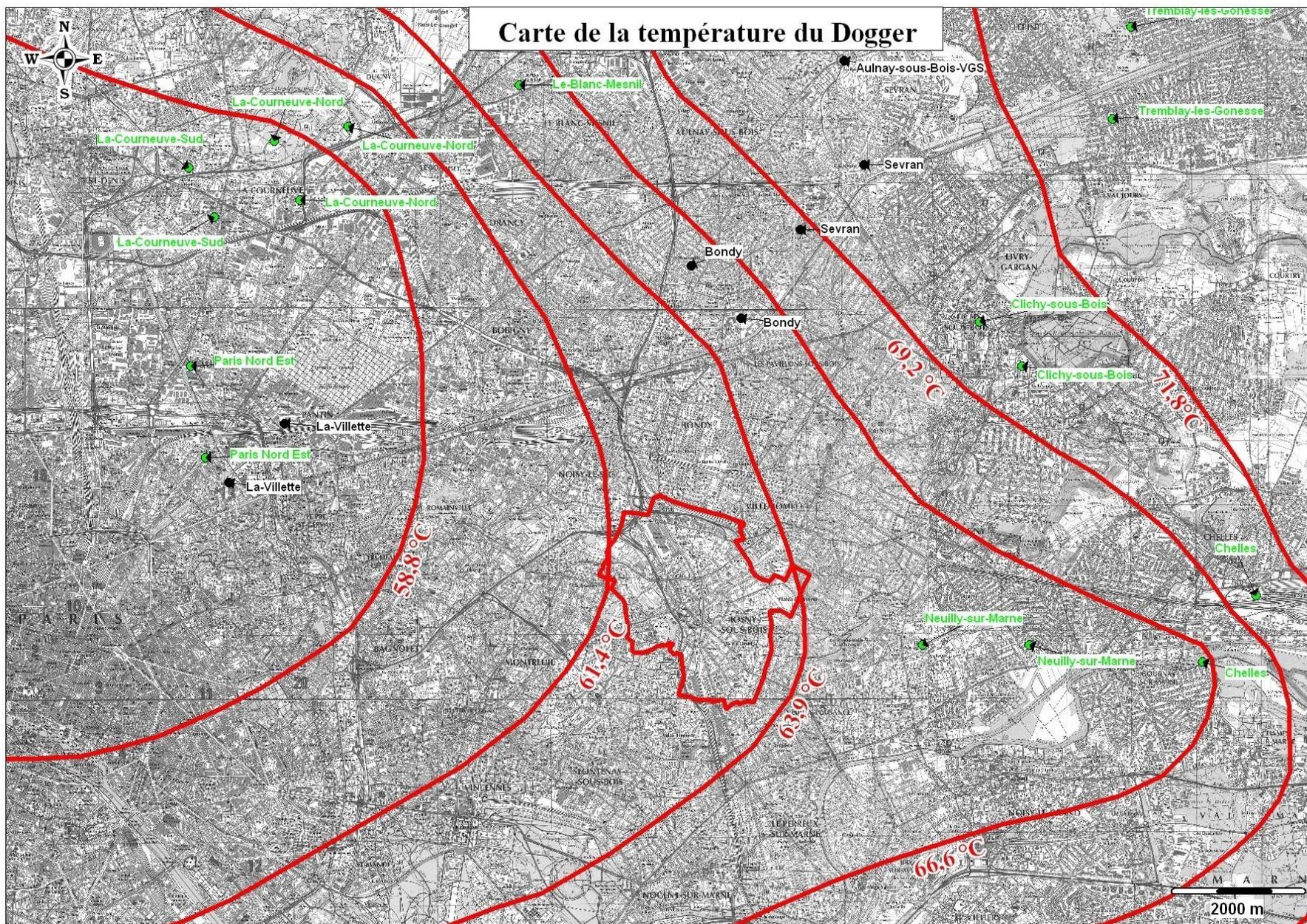
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 9 :**

**CARTE DE LA TEMPERATURE DU DOGGER**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

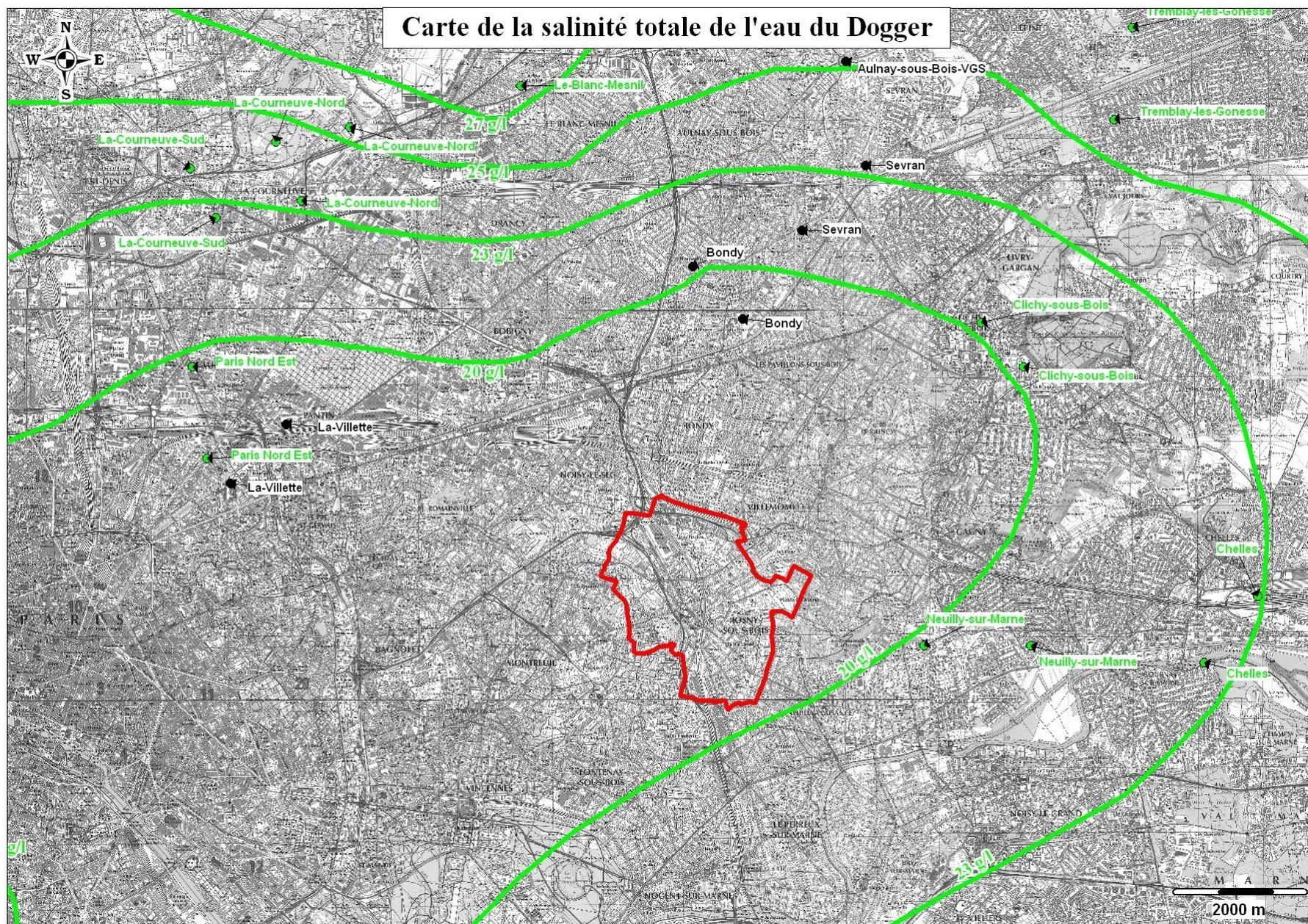
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 10 :**

**CARTE DE LA SALINITE TOTALE DE L'EAU DU DOGGER**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

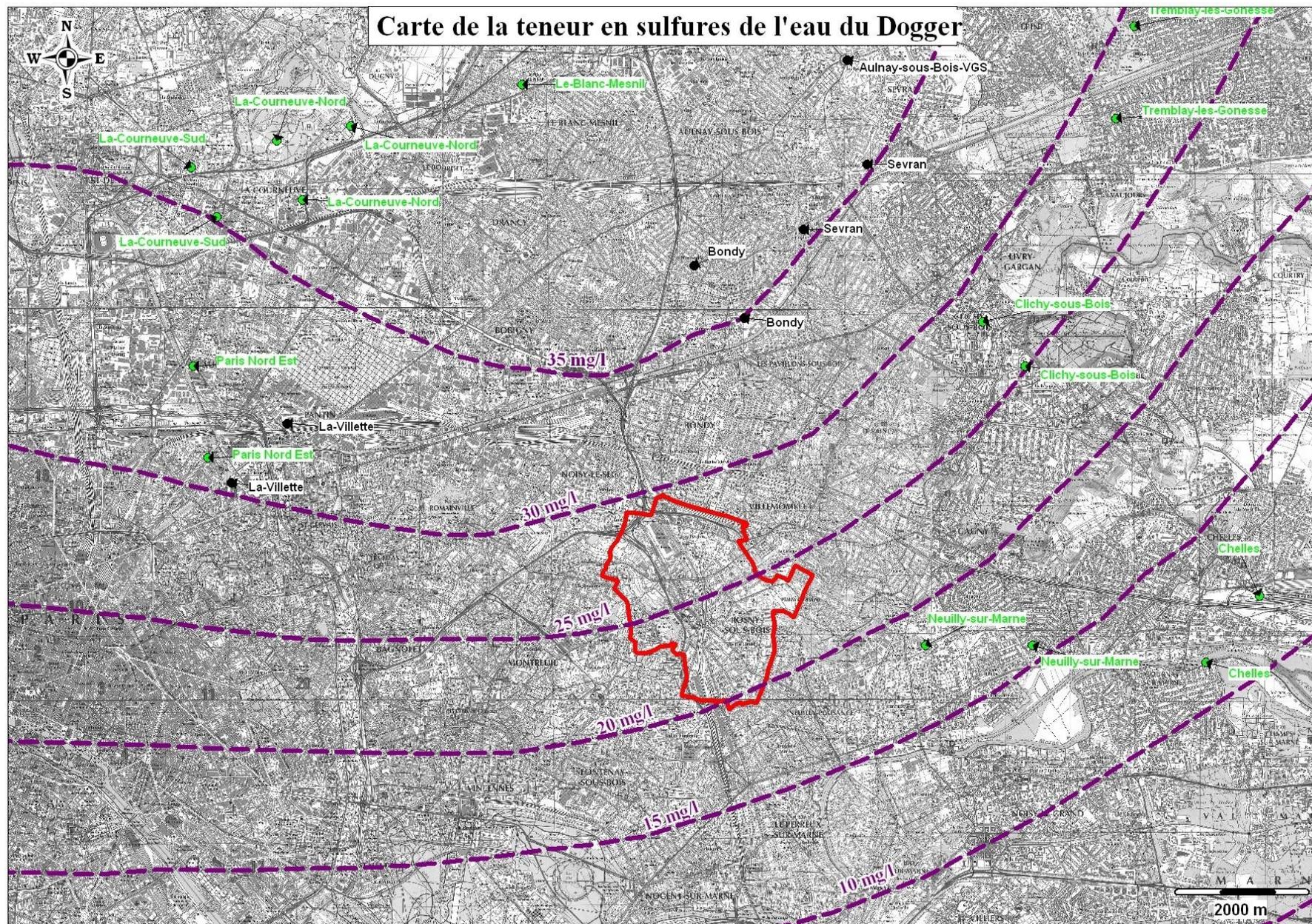
Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 11 :**

**CARTE DE LA TENEUR EN SULFURES DE L'EAU DU DOGGER**

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



**SIPPEREC**

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

**ANNEXE 12 :**

**FICHE DE DONNEES DE SECURITE DU NORUST 491**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois



## FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ

conformément au Règlement (CE) No. 1907/2006

**Produit:** NORUST 491 Page: 1 / 7

Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0) Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

### 1. IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/ DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/ L'ENTREPRISE

Identification du mélange: NORUST 491

Utilisation de la substance/du mélange : Inhibiteur de corrosion

Identification de la société/entreprise:  
Fournisseur

CECA  
Additifs Pétroliers et Gaziers  
Adresse postale : 89 Boulevard National  
92250 LA GARENNE-COLOMBES  
FRANCE  
Téléphone: 01 49 00 38 00  
Télécopie: 01 49 00 38 01  
<http://www.cecachemicals.com>

Email address : [ceca.fds@ceca.fr](mailto:ceca.fds@ceca.fr)

Numéro d'appel d'urgence **+33 1 49 00 77 77**  
**ORFILA : 01 45 42 59 59**

### 2. IDENTIFICATION DES DANGERS

**Classification (Règlement (CE) No 1272/2008):**

La période de transition prévue par le Règlement N°1272/2008 n'est pas terminée.

**Classification conformément aux Directives UE 1999/45/CE :**

Xn; R22  
Xi; R38 R41  
N; R50

**Indications complémentaires:**

Pour le texte complet des phrases R, H, EUH mentionnées dans cet article, voir article 16.

**Éléments d'étiquetage (D. 1999/45/CE modifiée par D. 2006/8/CE):**

Pictogrammes de danger:



Xn Nocif



N Dangereux pour l'environnement

**Phrase(s) R:**

R22 Nocif en cas d'ingestion.  
R38 Irritant pour la peau.  
R41 Risque de lésions oculaires graves.  
R50 Très toxique pour les organismes aquatiques.

**Phrase(s) de sûreté:**

S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
S37/39 Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux/du visage.  
S61 Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.

**Composants dangereux qui doivent être listés sur l'étiquette:**

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Produit: **NORUST 491** Page: 2 / 7  
Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0) Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

éthane-1,2-diol

## Autres dangers:

### Dangers physico-chimiques:

Pas de risque particulier d'inflammation ou d'explosion.

## 3. COMPOSITION/ INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

### Nature chimique du mélange<sup>1</sup>:

Préparation à base d'agents tensioactifs.

### Composants dangereux (conformément au Règlement (CE) No. 1907/2006) :

Nom Chimique <sup>1</sup> & Numéro d'Enregistrement REACH <sup>2</sup>	No.-CE	No.-CAS	Concentration	Classification Directive 67/548/CEE	Classification Règlement (CE) No 1272/2008
éthane-1,2-diol	203-473-3	107-21-1	> 25 %	Xn; R22	
Dérivés d'amines grasses	284-219-9	84812-94-2	> 10 %	Xi; R38 Xi; R41 N; R50	
Alkylamines	262-977-1	61788-46-3	< 5 %	Xn; R22-R48/22 C; R35 Xi; R37 N; R50	Acute Tox. 4; H302 Skin Corr. 1A; H314 STOT RE 2; H373 STOT SE 3; H335 Aquatic Acute 1; H400

<sup>1</sup>: Voir chapitre 14 pour le nom approprié de l'expédition

<sup>2</sup>: Voir le texte du règlement pour les exceptions ou restrictions applicables : La période de transition prévue par l'article 23 du Règlement REACH n'est pas terminée.

Pour le texte complet des phrases R, H, EUH mentionnées dans cet article, voir article 16.

## 4. PREMIERS SECOURS

### Description des premiers soins nécessaires, Symptômes/effets les plus importants, aigus ou retardés:

#### Conseils généraux:

Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé, y compris les chaussures.

#### Inhalation:

Eloigner le sujet de la zone contaminée, faire respirer de l'air frais. En cas de troubles : Consulter un médecin.

#### Contact avec la peau:

Lavage immédiat, abondant et prolongé à l'eau et au savon. Si contact important: Mettre sous surveillance médicale.

#### Contact avec les yeux:

Lavage immédiat, abondant et prolongé à l'eau. Laver immédiatement et abondamment à l'eau, en écartant les paupières (pendant au moins 15 minutes). Consulter d'urgence un ophtalmologiste. Si l'irritation persiste, consulter un ophtalmologiste.

#### Ingestion:

Ne PAS faire vomir. En cas de troubles : Consulter un médecin.

## 5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

### Moyens d'extinction:

#### Moyens d'extinction appropriés:

Mousse, dioxyde de carbone, poudre chimique., Utiliser les moyens adéquats pour combattre les incendies avoisinants.

### Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange:

Formation possible d'oxydes de carbone, d'oxydes d'azote et de composés organiques dangereux.

### Conseils aux pompiers:

#### Actions spéciales pour la protection des pompiers:

En cas d'incendie, porter un appareil de protection respiratoire autonome.

CECA SA

89 Boulevard National - 92250 LA GARENNE-COLOMBES - FRANCE

Quick-FDS [15798-23598-14070-010521] - 2011-04-02 - 06:33:18

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Produit:  
Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0)

NORUST 491

Page: 3 / 7  
Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

## 6. MESURES À PRENDRE EN CAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE

### Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence:

Utiliser un équipement de protection individuelle. Assurer une ventilation adéquate. Éviter le contact avec la peau et les yeux.

### Précautions pour la protection de l'environnement:

Éviter que le produit arrive dans les égouts.

### Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage:

#### **Méthodes de nettoyage:**

Conserver dans des récipients adaptés et fermés pour l'élimination.

#### **Récupération:**

Contenir et collecter le matériel répandu à l'aide d'un matériau absorbant non combustible, (p.e. sable, terre, kieselgur, vermiculite)

#### **Neutralisation:**

Laver le sol à grande eau.

#### **Élimination:**

Mettre dans un conteneur pour l'élimination conformément aux réglementations locales / nationales (voir chapitre 13).

## 7. MANIPULATION ET STOCKAGE

### Précautions à prendre pour une manipulation sans danger:

#### **Mesures techniques/Précautions:**

Prévoir des postes d'eau, des fontaines oculaires et des douches à proximité.

#### **Précautions pour la manipulation sans danger:**

Ne pas manger, fumer ou boire dans la zone de travail.

#### **Mesures d'hygiène:**

Enlever immédiatement tous vêtements souillés ou éclaboussés. Les soumettre à un lavage particulier. Laver sans délai toute partie du corps atteinte. Voir rubrique 4.

Se laver les mains après manipulation. Enlever les vêtements contaminés et l'équipement de protection avant d'entrer dans une zone de restauration.

### Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités:

Tenir le récipient bien fermé dans un endroit sec et bien aéré. Prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter le rejet accidentel du produit dans les égouts et dans les cours d'eau en cas de rupture des récipients ou des systèmes de transfert.

#### **Matériel d'emballage:**

Recommandé: Polyéthylène, Acier inoxydable 316 L, acier doux.

#### **Utilisation(s) particulière(s) (Utilisation finale):** Aucun(e).

## 8. CONTRÔLES DE L'EXPOSITION/ PROTECTION INDIVIDUELLE

### PARAMETRES DE CONTROLE:

#### Valeurs limites d'exposition

##### éthane-1,2-diol

Source	Date	Type de valeur	Valeur (ppm)	Valeur (mg/m3)	Remarques
INRS (FR)	01 2008	-	-	-	Vapeur. Ce produit peut pénétrer dans le corps par la peau.
INRS (FR)	01 2008	VME	20	52	Vapeur. Valeurs Limites Réglementaires Indicatives (VRI)
INRS (FR)	01 2008	VLE	40	104	Vapeur. Valeurs Limites Réglementaires Indicatives (VRI)
ACGIH (US)	2007	Ceiling	-	100	Aérosol

**Dose dérivée sans effet (DNEL):** Pas de données disponibles.

**Concentration prévisible sans effet (PNEC):** Pas de données disponibles.

### CONTROLES DE L'EXPOSITION:

**Équipement de protection individuelle:**

CECA SA

89 Boulevard National - 92250 LA GARENNE-COLOMBES - FRANCE

Quick-FDS [15798-23598-14070-010521] - 2011-04-02 - 06:33:18

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Produit: **NORUST 491** Page: 4 / 7  
Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0) Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

Protection respiratoire:	Porter un appareil respiratoire autonome en cas de dégagement de vapeurs du produit chauffé
Protection des mains:	Gants imperméables
Protection des yeux/du visage:	Lunettes de sécurité à protection intégrale, Flacon pour le rinçage oculaire avec de l'eau pure
Protection de la peau et du corps:	Vêtement de protection

**Contrôles d'exposition liés à la protection de l'environnement:** Voir chapitre 6

## 9. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

### Aspect:

État physique (20°C):	liquide
Odeur:	Pas de données disponibles.
Seuil olfactif:	Pas de données disponibles.
pH:	pH env. 6,8
Point de congélation :	env. -10 °C
Point/intervalle d'ébullition:	Pas de données disponibles.
Point d'éclair:	Sans objet.
Taux d'évaporation:	Pas de données disponibles.
Inflammabilité (solide, gaz):	Pas de données disponibles.
Pression de vapeur:	Pas de données disponibles.
Masse volumique de la vapeur:	Pas de données disponibles.
Masse volumique:	1,00 - 1,04 g/cm <sup>3</sup> , à 25 °C
Hydrosolubilité:	soluble
Coefficient de partage: n-octanol/eau:	log Kow : 0,0 (OCDE Ligne directrice 107)
Température d'auto-inflammabilité:	Pas de données disponibles.
Température de décomposition:	Pas de données disponibles.
Viscosité:	Pas de données disponibles.
Propriétés explosives:	Pas de données disponibles.
Propriétés comburantes:	Pas de données disponibles.
<u>Autres données:</u>	
Solubilité dans d'autres solvants:	Dispersible dans les hydrocarbures

## 10. STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ

### Réactivité & Stabilité chimique:

Pas de données disponibles.

### Possibilité de réactions dangereuses:

Autres informations: Stable dans les conditions recommandées de stockage.

### Conditions à éviter:

Pas de données disponibles.

### Matières incompatibles:

Oxydants puissants, les acides forts et les composés organohalogénés.

### Produits de décomposition dangereux:

Formation possible d'oxydes de carbone, d'oxydes d'azote et de composés organiques dangereux.

## 11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

### Informations toxicologiques:

#### Toxicité aiguë:

##### Ingestion:

De par sa composition, peut être considéré comme.; Nocif  
L'ingestion peut provoquer une irritation des muqueuses.

#### Effets locaux ( Corrosion / Irritation / Lésions oculaires graves ):

CECA SA

89 Boulevard National - 92250 LA GARENNE-COLOMBES - FRANCE

Quick-FDS [15798-23598-14070-010521] - 2011-04-02 - 06:33:18

## SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

---

**Produit:** NORUST 491 Page: 5 / 7  
Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0) Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

---

**Contact avec la peau:** De par sa composition, peut être considéré comme: Irritant  
Dermites possibles par contacts répétés

**Contact avec les yeux:** De par sa composition, peut être considéré comme: Sévèrement irritant.  
Possibilité d'irritation et de larmolement.

**Sensibilisation respiratoire ou cutanée:**

**Inhalation:** Pas de données disponibles.

**Contact avec la peau:** Pas de données disponibles.

**Effets CMR :**

**Mutagénicité:** Pas de données disponibles.

**Cancérogénicité:** Pas de données disponibles.

**Toxicité pour la reproduction:** Pas de données disponibles.

**Toxicité spécifique pour certains organes cibles :**

**Exposition unique :** Pas de données disponibles.

**Exposition répétée:** Pas de données disponibles.

**Danger par aspiration:** Pas de données disponibles.

---

### 12. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

**Évaluation Ecotoxicologique:** Très toxique pour les poissons, les daphnies, les algues et les bactéries. Ne pas rejeter dans le milieu naturel ou les eaux.

**Toxicité aiguë**

**Invertébrés aquatiques:** CL50, 48 h (Arcartia Tonsa) : 1 - 10 mg/l (Etude CECA 1992 - 1993)

**Plantes aquatiques:** CE50, 72 h (Algues (Skeletonema costatum)) : 0,1 - 1 mg/l (Etude CECA 1992 - 1993)

**Micro-organismes:** Pas de données disponibles.

**Persistance et dégradabilité :**

**Biodégradation (Dans l'eau):** Demande Biochimique en Oxygène 58 % après 28 jr (Méthode: OCDE Ligne directrice 306)  
Etude CECA 1993

**Potentiel de bioaccumulation :**

Coefficient de partage: n-octanol/eau: log Kow : 0,0 (Méthode: OCDE Ligne directrice 107)

**Mobilité dans le sol - Répartition entre les compartiments environnementaux:**

**Absorption / désorption:** Eau: soluble

**Résultats des évaluations PBT et VPVB:** Pas de données disponibles.

# SIPPEREC

Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

Produit: **NORUST 491** Page: 6 / 7  
Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0) Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

## 13. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

### Traitement des déchets:

Élimination du produit: Empêcher le produit de pénétrer dans les égouts, les cours d'eau ou le sol.

## 14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Cette fiche de données de sécurité comporte des modifications par rapport à la version précédente dans la section:14

Réglementation	Numéro ONU	Nom d'expédition des Nations unies	Classe	Etiquette	PG	Dangereux pour l'environnement	Autres informations
ADR	3082	MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, LIQUIDE, N.S.A. (Alkylamines)	9	9	III	oui	
ADNR	3082	MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, LIQUIDE, N.S.A.	9	9	III	oui	
RID	3082	MATIÈRE DANGEREUSE DU POINT DE VUE DE L'ENVIRONNEMENT, LIQUIDE, N.S.A.	9	9	III	oui	
IATA Cargo	3082	Environmentally hazardous substance, liquid, n.o.s. (Alkylamines)	9	9MI	III	oui	
IATA Passenger	3082	Environmentally hazardous substance, liquid, n.o.s.	9	9MI	III	oui	
IMDG	3082	ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID, N.O.S. (Alkylamines)	9	9	III	Polluant marin	EmS Number: F-A, S-F Mark: MP

## 15. INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

Fiches de données de sécurité: conformément au Règlement (CE) No. 1907/2006

### REGLEMENTATION FRANCAISE:

Préparations dangereuses Arrêté du 9.11.2004 modifié par les arrêtés du 7.02.2007 et 7.12.2009.  
Maladies professionnelles Code de la Sécurité sociale : articles L461-1 à 8 ; déclaration préalable obligatoire de l'employeur tableau(x): 84  
Installations classées Loi n° 76-663 du 19.7.76 et circulaire du 17-7-78  
Déchets Loi n°75-633 du 15.7.75 - Instruction technique du 22.1.80 sur les déchets industriels - Arrêté du 02.02.1998, modifié par l'arrêté du 29.05.2000 et par l'arrêté du 03.08.2001, relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

### INVENTAIRES:

EINECS: Conforme  
TSCA: Conforme  
AICS: Conforme  
DSL: Tous les composants de ce produit sont sur la liste Canadienne DSL.  
ENCS (JP): Non conforme  
KECI (KR): Non conforme  
PICCS (PH): Conforme  
IECSC (CN): Conforme  
NZIOC: Non conforme

## 16. AUTRES INFORMATIONS

### Classification (Règlement (CE) No 1272/2008):

Texte intégral des phrases R, H, EUH mentionnées sous les Chapitres 2 et 3

R22 Nocif en cas d'ingestion.  
R35 Provoque de graves brûlures.  
R37 Irritant pour les voies respiratoires.  
R38 Irritant pour la peau.  
R41 Risque de lésions oculaires graves.  
R48/22 Nocif: risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion.  
R50 Très toxique pour les organismes aquatiques.  
H302 Nocif en cas d'ingestion.

CECA SA

89 Boulevard National - 92250 LA GARENNE-COLOMBES - FRANCE

Quick-FDS [15798-23598-14070-010521] - 2011-04-02 - 06:33:18

## SIPPEREC

### Demande d'autorisation de recherche d'un gîte géothermique et d'ouverture de travaux de forage au Dogger à Rosny-sous-Bois

---

**Produit:** NORUST 491 Page: 7 / 7  
Numéro de FDS: 747389-002 (Version 3.0) Date 31.03.2011 (Annule et remplace : 02.03.2010)

---

**Thésaurus:**

NOAEL : Dose sans effet toxique observable (NOAEL)

LOAEL : Dose/concentration la plus faible pour laquelle un effet indésirable est encore observé (LOAEL)

bw : Poids du corps

food : dans la nourriture

dw : Poids sec

vPvB : Très persistant et très bioaccumulable

PBT : Persistant, bioaccumulable et toxique

Cette fiche de données de sécurité est conforme à la norme internationale ISO 11014-1. En cas de combinaisons ou de mélanges, s'assurer qu'aucun danger nouveau ne puisse apparaître. Les renseignements contenus dans cette fiche sont donnés de bonne foi et basés sur nos dernières connaissances relatives au produit concerné, à la date d'édition. L'attention des utilisateurs est attirée sur les risques éventuellement encourus lorsqu'un produit est utilisé à d'autres usages que ceux pour lesquels il est destiné. Cette fiche ne doit être utilisée et reproduite qu'à des fins de prévention et de sécurité. L'énumération des textes législatifs, réglementaires et administratifs ne peut être considérée comme exhaustive. Il appartient au destinataire du produit de se reporter à l'ensemble des textes officiels concernant l'utilisation, la détention et la manipulation du produit pour lesquelles il est seul responsable. L'utilisateur du produit doit également porter à la connaissance des personnes qui peuvent entrer en contact avec le produit (emploi, stockage, nettoyage des conteneurs, interventions diverses) toutes les informations nécessaires à la sécurité du travail, à la protection de la santé et de l'environnement, en leur transmettant cette fiche de données de sécurité.

**NB:** Dans ce document le séparateur numérique des milliers est le "." (point), le séparateur décimal est la "," (virgule).

---