

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique
Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé
aux procédures d'AR et DAOT

CONSULTING

SAFEGE
Parc de L'Ile
15-27, Rue du Port
92022 NANTERRE cedex

Agence Ile de France

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
Parc de l'Ile - 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX
www.safege.com

Version : V0.9

Date : 19/10/2017

Nom Prénom : LERAY Jeanne
BLOCH Camille

Visa : BOUDENS Hélène


Ingénieurs Conseils

Sommaire

1.....	Résumé non technique.....	9
1.1	Présentation du projet.....	9
1.2	Analyse de l'état initial	9
1.3	Energie.....	15
1.4	Scénario de référence	15
1.5	Analyse des effets du projet sur l'environnement	16
1.6	Compatibilité du projet avec les plans et programmes du territoire.....	22
1.7	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation.....	22
2.....	Introduction	25
2.1	Présentation sommaire du projet.....	25
2.2	Introduction et contexte réglementaire	25
2.3	Contenu de l'étude.....	28
3.....	Présentation du projet	29
3.1	Description du projet.....	29
3.2	Justification du projet	30
3.3	Etude des Variantes.....	34
3.4	Localisation du projet.....	34
3.5	Caractéristiques des ouvrages	38
4.....	Description du site et de son environnement – Analyse de l'état initial	42
4.1	Rappel de la localisation et délimitation de la zone d'étude.....	42
4.2	Environnement physique.....	45
4.3	Environnement naturel.....	86
4.4	Environnement humain.....	122
4.5	Risques naturels et technologiques	151
4.6	Outils de planification du territoire	160

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.7	Energie.....	165
4.8	Scénario de référence	165
4.9	Synthèse des enjeux de l'état initial	165
5.....	Analyse des effets du projet sur l'environnement et mesures associées	167
5.1	Phasage des travaux	168
5.2	Organisation générale du projet	170
5.3	Effets sur l'environnement physique et mesures associées	173
5.4	Effets temporaires et permanents sur l'environnement naturel et mesures associées	181
5.5	Effets sur l'environnement humain et mesures associées	190
5.6	Gestion de l'énergie.....	209
5.7	Notice d'incidence Natura 2000.....	209
6.....	Incidence des travaux sur la ressource en eau et compatibilité avec les documents cadre du milieu aquatique	210
6.1	Incidences sur la ressource en eau	210
6.2	Compatibilité avec le SDAGE Adour-Garonne	223
6.3	Compatibilité avec les SAGE.....	227
6.4	Compatibilité avec le PPRI.....	230
6.5	Compatibilité avec le PAPI.....	236
7.....	Synthèse des effets du projet sur l'environnement et mesures associée	237
8.....	Aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet.....	241
9.....	Analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus	243
9.1	Rappel des textes réglementaires.....	243
9.2	Détermination des projets pouvant être cumulés	243
9.3	Détermination des effets pouvant être cumulés	247
9.4	Analyse des impacts cumulés.....	248

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

10... Compatibilité avec les autres plans, schémas et programmes à l'œuvre sur le territoire.....	250
10.1 Compatibilité avec le PLU de Bordeaux métropole	250
10.2 Compatibilité avec le SCoT de l'aire métropolitaine bordelaise	252
10.3 Compatibilité avec le Schéma régional climat air énergie SRCAE.....	253
11... Mesures d'évitement, de réduction et de compensation et modalités de suivi	255
12... Méthodes d'évaluation des impacts et difficultés rencontrées	258
12.1 Analyse des impacts de la solution retenue	258
12.2 Description des difficultés éventuelles	258
13... Auteurs de l'étude	259
14... Bibliographie	260
15... Annexes	262
15.1 Annexe 1 – Sites BASIAS.....	262
15.2 Annexe 2 – Sites BASOL.....	271
15.3 Annexe 3 : Tableaux d'analyses des sols	274
15.4 Annexe 4 : Etablissements sensibles.....	276
15.5 Annexe 5 : Emissions des principaux polluants atmosphériques à l'échelle de Bordeaux Métropole	278
15.6 Annexe 6 : Caractéristiques des lignes de bus	280
15.7 Annexe 7 : Arrêtés catastrophes naturelles	281
15.8 Annexe 8 : Etude BKM.....	284
15.9 Annexe 9 : Etude ACOUPLUS	285
15.10 Annexe 10 : Projet d'Arrêté.....	286
15.11 Annexe 11 : Diagnostic écologique Brazza.....	287

Tables des illustrations

Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude et des puits (source : Storengy)	9
Figure 2 : Localisation des projets dont les effets peuvent être cumulés (source : SAFEGE)	20
Figure 3 : Moyenne d'ensoleillement 1998-2007 (source : cartes France)	30
Figure 4 : Vitesses de vent (source : SRE).....	31
Figure 5 : Zones favorables à l'éolien (source : SRE).....	32
Figure 6 : Localisation des puits et du périmètre de recherche (source : SAFEGE).....	35
Figure 7 : Localisation du puits de production (source : Storengy).....	36
Figure 8 : Localisation du puits d'injection (source : Storengy)	37
Figure 9 : Schéma de la boucle géothermale (Source : Storengy).....	39
Figure 10 : Localisation du territoire de Bordeaux Métropole (source : http://www.bordeaux-metropole.fr)	42
Figure 11 : Périmètre de la zone d'étude (source : Storengy).....	43
Figure 12 : Localisation des puits (source : Storengy)	44
Figure 13 : Topographie aux alentours de la zone d'étude (source : SAFEGE)	46
Figure 14 : Localisation de la station Météo France Bordeaux-Mérignac (source : Géoportail / Météo France)	47
Figure 15 : Température moyennes de la Station de Bordeaux-Mérignac (source : Météo France).....	48
Figure 16 : Précipitations moyennes de la station Bordeaux-Mérignac (source : Météo France)	48
Figure 17 : Rose des vents (source : Météo France).....	49
Figure 18 : Carte géologique (source : SAFEGE).....	53
Figure 19 : Bon état des eaux souterraines (source : SIGES aquitaine)	55
Figure 20 : Localisation des captages en eau potable (source : SAFEGE)	57
Figure 21 : Prélèvements en eau pour l'alimentation en eau potable (source : Sigore).....	58
Figure 22 : Localisation des forages profonds (sup. à 500 mètres) existants dans le secteur de la métropole bordelaise - en noir, forages pétroliers -en rose forages d'eau, géothermiques ou non (source : BRGM rapport 64247).....	60
Figure 23 : Localisation des puits du projet par rapport aux ouvrages profonds, et périmètres de protection (source : Storengy)	62
Figure 24 : réseau hydrographique (source : SAFEGE)	64
Figure 25 : Bon état des eaux de surface (source : SIGES Aquitaine).....	65
Figure 26 : Localisation des stations de mesure (source : SIEAG, Géoportail)	67
Figure 27 : Usages des eaux superficielles au sein du périmètre d'étude (source : SIEAG Adour Garonne)	70
Figure 28 : Territoire d'application du SDAGE Adour-Garonne (source : SIEAG)	71
Figure 29 : Plan de gestion des étiages Garonne-Ariège (source : SMEAG)	73
Figure 30 : Localisation des sites recensés BASIAS - BASOL (source : Safege).....	75
Figure 31 : Localisation des sites BASOL (source : Géoportail)	76
Figure 32 : Localisation de la parcelle (source : rapport ArcaGée, 2015).....	77
Figure 33 : Localisation des sondages sur fond de vue aérienne (source : rapport ArcaGée, 2015).....	78
Figure 34 : Présentation du site SOFERTI (source : Etude RETIA/BURGEAP, 2015)	80
Figure 35 : Synthèse des principaux impacts identifiés dans les sols superficiels (source : Etude Arcagée 2017).....	82
Figure 36 : Aires d'études (source : BKM, 2017)	87
Figure 37 : périmètres réglementaires et inventaires du patrimoine naturel (source : BKM, 2017).....	93
Figure 38 : Structure du paysage en matrice, tâches et corridors (source : BKM, d'après Pain, 1996)	94
Figure 39 : Unités écologiques au niveau de PGE2 (source : Simethis, 2017)	98
Figure 40 : Habitats naturels simplifiés au niveau de PGE1 (source : BKM, 2017)	99
Figure 41 : Zones humides à proximité de PGE2 (source : Simethis, 2017)	100
Figure 42 : Localisation des stations de Lotier (source : Simethis, 2017).....	101
Figure 43 : Abords des sites PGE1 (gauche) et PGE2 (droite) (source : Google street view)	103
Figure 44 : Plans d'eau présents sur le site (source : Simethis, 2013).....	109
Figure 45 : Rainette méridionale (gauche) et Triton palmé (droite) (source : BKM, hors site)	109
Figure 46 : Léopard des murailles (gauche) et Couleuvre verte et jaune (droite) (source : BKM, photo prise hors site) ..	111
Figure 47 : Carte des grands ensembles paysagers (source : Conseil Général de Gironde, 2012)	117
Figure 48 : Localisation des points de vue du reportage photographique (source : SAFEGE)	118
Figure 49 : Vue depuis le point 1 (source : SAFEGE).....	119

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Figure 50 : Vue depuis le point 2 (source : SAFEGE).....	119
Figure 51 : Vue depuis le point 3 (source : SAFEGE).....	119
Figure 52 : Vue depuis le point 4 (source : SAFEGE).....	119
Figure 53 : Vue depuis le point 5 (source : SAFEGE).....	119
Figure 54 : Vue depuis le point 6 (source : SAFEGE).....	119
Figure 55 : Vue depuis le point 7 (source : SAFEGE).....	119
Figure 56 : Vue du point 8 (source : SAFEGE).....	119
Figure 57 : Vue depuis le point 9 (source : SAFEGE).....	119
Figure 58 : Vue depuis le point 10 (source : SAFEGE).....	120
Figure 59 : Vue depuis le point 11 (source : SAFEGE).....	120
Figure 60 : Vue depuis le point 12 (source : SAFEGE).....	120
Figure 61 : Vue depuis le point 13 (source : SAFEGE).....	120
Figure 62 : Vue depuis le point 14 (source : SAFEGE).....	120
Figure 63 : Vue depuis le point 15 (source : SAFEGE).....	120
Figure 64 : Vue depuis le point 16 (source : SAFEGE).....	120
Figure 65 : Occupation du sol (source : SAFEGE)	123
Figure 66 : Répartition de la population de Bordeaux Métropole en 2013 (source : INSEE)	124
Figure 67 : Carte des 28 communes de Bordeaux Métropole et répartition de la population (source : INSEE)	124
Figure 68 : Evolution de la population à Bordeaux, entre 1968 et 2014 (source : INSEE).....	125
Figure 69 : Etablissements sensibles au sein et à proximité du projet (source : Géoportail)	126
Figure 70 : Classement sonore des infrastructures de transport (source : Annexe de l'AP du 2 juin 2016)	128
Figure 71 : Localisation des points de mesure et des puits (source : GAMBA, 2017)	129
Figure 72 : Stations de mesure de qualité de l'air à Bordeaux Métropole (source : Sigore)	130
Figure 73 : Qualité de l'air à l'échelle de la région (source : Atmo-Nouvelle Aquitaine, 2015)	131
Figure 74 : Indice trafic pour l'année 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu)	133
Figure 75 : Indice de fond pour l'année 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu)	134
Figure 76 : carte du réseau routier (source : Géoportail)	135
Figure 77 : Comptages routiers au sein du périmètre d'étude (source : Bordeaux métropole, 2016).....	136
Figure 78 : Lignes de Tramway à proximité du périmètre d'étude (source : www.bordeaux-metropole.fr).....	137
Figure 79 : Plan du réseau de transports en commun (source : Bordeaux métropole).....	138
Figure 80 : Réseau de pistes cyclables à proximité du périmètre d'étude (source : Bordeaux Métropole)	139
Figure 81 : Sites classés ou inscrits à proximité du projet (source : DREAL Aquitaine – visualiseur Carmen)	140
Figure 82 : Monuments historiques à proximité de la zone d'étude (source : SAFEGE).....	142
Figure 83 : Patrimoine mondial de l'UNESCO (source : Ville de Bordeaux).....	146
Figure 84 : Zones de protection archéologique (source : SAFEGE)	148
Figure 85 : Part des différents secteurs d'activité à l'échelle de Bordeaux Métropole (source : INSEE, 2015)	149
Figure 86 : Répartition des emplois par secteur d'activité (source : INSEE)	149
Figure 87 : Carte des risques liés à la présence de cavités (source : Géorisques)	152
Figure 88 : Carte des risques liés aux mouvements de terrain (source : Géorisques)	153
Figure 89 : Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles (source : Géorisques).....	153
Figure 90 : Localisation des territoires à risque important d'inondation (source : SAFEGE).....	155
Figure 91 : Risques de remontée de nappe (source : SAFEGE).....	157
Figure 92 : Zonage du PLU au droit des puits PGE1 et PGE2 (source : PLUS - sig Bordeaux Métropole).....	162
Figure 93 : Servitudes d'utilité publique (source : PLU – sig Bordeaux Métropole)	163
Figure 94 : Schéma type d'implantation d'un chantier (source : Storengy).....	170
Figure 95 : Emprise des travaux autour du puits PGE1 lors du chantier de forage (source : Storengy)	171
Figure 96 : Emprise des travaux autour du puits PGE2 lors du chantier de forage (source : Storengy)	172
Figure 97 : Localisation du piézomètre existant sur PGE2 (source : Storengy).....	175
Figure 98 : Principales évolutions climatiques attendues dans l'estuaire de la Gironde à moyen terme (MT) et long terme (LT) (source : SAGE Estuaire de la Gironde).....	179
Figure 99 : Localisation des espèces protégées sur le nord du terrain du projet Brazza. Aucune espèces protégées identifiées sur la plateforme PGE2 (source fond de plan : Simethis 2017).....	182
Figure 100 : Effets quantitatifs des puis sur les eaux souterraines (source : SAFEGE)	214
Figure 101 : Carte de l'estimation de l'impact en pression (différence de pression entre le 01/01/2020 et le 01/01/2050) de l'exploitation au Jurassique du doublet de PGE.....	216
Figure 102 : Schéma des secteurs imperméables spécifiques	219

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Figure 103 : Localisation des ZPF (source : SDAGE).....	225
Figure 104 : Schéma de circulation de l'eau souterraine en Gironde (source : sage-nappe33.org).....	227
Figure 105 : Territoire d'application du SAGE (source : SAGE Estuaire de la Gironde).....	229
Figure 106 : Légende des zonages du PPRI (source : PPRI agglomération bordelaise).....	230
Figure 107 : Carte du zonage réglementaire de la commune de Bordeaux (source : PPRI de l'agglomération bordelaise).....	232
Figure 108 : Carte d'aléa du risque inondation (source : www.gironde.gouv.fr).....	234
Figure 109 : Classes des niveaux d'eau (source : : www.gironde.gouv.fr).....	235
Figure 110 : Localisation des projets ayant des effets susceptibles d'être cumulés le projet (source : SAFEGE).....	245
Figure 111 : Servitude de localisation (source : PLU Bordeaux métropole).....	252

Table des tableaux

Tableau 1 : Effets cumulés du projet avec les autres projets situés à proximité (source : SAFEGE).....	21
Tableau 2 : Mesures mise en place dans le projet (source : SAFEGE).....	22
Tableau 3 : Récapitulatif des incidences de la canalisation.....	39
Tableau 4 : Etat et objectifs de qualité des masses d'eau souterraines du périmètre d'étude (source : SDAGE Adour Garonne 2016-2021 sur la base de l'état des lieux 2013).....	55
Tableau 5 : Captages pour l'alimentation en eau potable (source : ARS).....	56
Tableau 6 : Prélèvements en eau pour l'alimentation en eau potable (source : Sigore).....	58
Tableau 7 : Forages profonds (supérieur à 500 m) autour du secteur du projet (source : ADES).....	59
Tableau 8 : Forages à usage géothermique dans la région de Bordeaux (source : PGE).....	60
Tableau 9 : Etat et objectifs de qualité de la masse d'eau Estuaire fluviale Garonne Aval (source : SDAGE Adour Garonne 2016-2021 sur la base des données 2009-2013).....	66
Tableau 10 : Etat écologique des stations de mesures considérées (source : EauFrance, 2015).....	68
Tableau 11 : Etat chimique des stations de mesures considérées (source : EauFrance, 2015).....	69
Tableau 12 : Listes des sites BASOL à proximité des forages du projet (source : Géorisques).....	76
Tableau 13 : Espaces d'inventaires à proximité de la zone d'étude (source : BKM, 2017).....	88
Tableau 14 : Espaces protégés à proximité des puits (source : BKM, 2017).....	92
Tableau 15 : Enjeux et actions fixés par le SRCE (source : BKM, 2017).....	96
Tableau 16 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	104
Tableau 17 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	105
Tableau 18 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	106
Tableau 19 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	107
Tableau 20 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	110
Tableau 21 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	111
Tableau 22 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	113
Tableau 23 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017).....	114
Tableau 24 : Population des communes de la zone d'étude (source : INSEE).....	125
Tableau 25 : Classement des infrastructures de transport (source : art. 4 arrêté 30/05/1996, légifrance).....	127
Tableau 26 : Valeurs (en dB(A)) des niveaux de bruit résiduels (source : GAMBA, 2017).....	129
Tableau 27 : Indice trafic pour les années 2010 à 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu).....	132
Tableau 28 : Indice de fond pour les années 2010 à 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu).....	133
Tableau 29 : Liste des sites inscrits et classés à proximité du projet (source DREAL).....	141
Tableau 30 : Sites inscrits et classés au titre des monuments historiques (source : Atlas des patrimoines).....	143
Tableau 31 : Installations classées pour l'environnement au sein et à proximité du projet (source : DREAL Nouvelle Aquitaine).....	150
Tableau 32 : Synthèse de l'état initial (source : SAFEGE).....	166
Tableau 33 : Calendrier prévisionnel des travaux (source : Storengy/SAFEGE).....	168
Tableau 34 : Périodes sensibles pour la faune (source : BKM, 2017).....	186
Tableau 35 : Percée thermique (source : Storengy).....	213
Tableau 36 : Distances [m] entre les puits (impacts au toit du réservoir).....	216
Tableau 37 : Résumé des interférences hydrauliques. L'impact en pression correspond à la différence de pression entre le 01/01/2020 et le 01/01/2050.....	216
Tableau 38 : Compatibilité du projet avec les orientations et dispositions du SDAGE (source : SDAGE).....	223

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 39 : Synthèse des effets du projet et mesures associées en phase chantier (source : SAFEGE).....	238
Tableau 40 : Synthèse des effets du projet et mesures associées en phase exploitation (source : SAFEGE)	239
Tableau 41 : Projets devant faire l'objet d'une analyse des effets cumulés (source : SAFEGE).....	244
Tableau 42 : Dates des travaux des différents projets	247
Tableau 43 : Effets cumulés du projet avec les 4 autres projets dans le périmètre d'étude (source : SAFEGE).....	248
Tableau 44 : Compatibilité du projet avec le SRCAE (source : SAFEGE).....	254
Tableau 45 : Synthèse des mesures proposées (source : SAFEGE).....	255
Tableau 46 : Coût des mesures du projet par thématique de l'environnement (source : Storengy).....	256
Tableau 47 : Etablissements sensibles dans un périmètre de 2km autour des puits - rive droite (source : Géoportail)	276
Tableau 48 : Emissions des principaux polluants atmosphériques à l'échelle de Bordeaux Métropole (source : AIRAQ, 2015)	278
Tableau 49 : Caractéristiques des lignes de bus desservant le périmètre d'étude (source : Bordeaux Métropole).....	280
Tableau 50 : Arrêtés catastrophe naturelle sur la commune de Bordeaux (source : macommune.fr).....	281
Tableau 51 : Arrêtés catastrophe naturelle sur la commune de Cenon (source : macommune.fr)	282
Tableau 52 : Arrêtés catastrophe naturelle sur la commune de Lormont (source : macommune.fr).....	282

Liste des abréviations

AP	Arrêté Préfectoral
BASIAS	Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service
BASOL	Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
CO	Carbone organique
COHV	Composés Organiques Halogènes Volatils
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
DRAC	Direction Régionale des affaires Culturelles
ENR	Energie Renouvelable
EPCI	Établissement public de coopération intercommunale
GEMAPI	Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT	Hydrocarbures Totaux
HCT C5-C10	Hydrocarbures légers
ICPE	Installation Classée Pour l'Environnement
IEEB	Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux
NH3	Ammoniac
NPK	Azote Phosphore Potassium
PDM	Programme De Mesures
NOx	Oxydes d'azote
PGE	Plaine Garonne Energie
PM2.5	Particules fines d'un diamètre inférieur à 2,5 micromètres
PM10	Particules fines d'un diamètre inférieur à 10 micromètres
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SLGRI	Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation
SO2	Dioxyde de soufre
TRI	Territoire à Risque Important d'Inondation
TSP	Particules totales en suspension
PGRI	Plan de Gestion du Risque Inondation
PPI	Plan de Prévention Inondation
PPRI	Plan de Prévention du Risque Inondation

1 RESUME NON TECHNIQUE

1.1 Présentation du projet

Le projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies concerne la mise en place, sur la rive droite de la Garonne, d'un doublet géothermique, formé d'un puits de production (PGE1), d'un puits d'injection (PGE2) et d'une canalisation les reliant, pour l'alimentation d'un réseau de chaleur dans l'agglomération bordelaise. Le projet vise l'exploration et l'exploitation de la ressource présumée d'une eau à environ 70°C à l'horizon Jurassique, avec une solution de repli d'exploitation de l'eau à environ 45°C à l'horizon Crétacé en cas d'échec au Jurassique.

Le périmètre d'étude intercepte une partie du territoire des communes de Bordeaux, Cenon et Lormont. Il est présenté par le rectangle ABCD sur la Figure 1, qui localise également les puits PGE1 et PGE2.

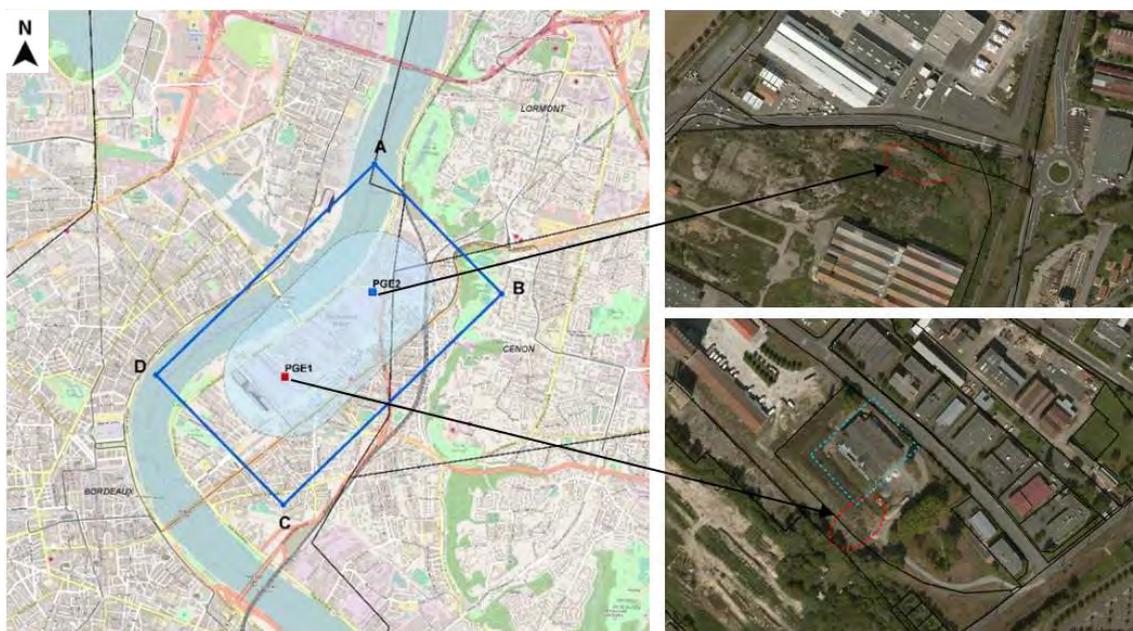


Figure 1 : Localisation du périmètre d'étude et des puits (source : Storengy)

1.2 Analyse de l'état initial

1.2.1 Environnement physique

1.2.1.1 Topographie et relief

La rive droite de la Garonne est constituée d'une plaine basse qui laisse rapidement place à un plateau dont l'altitude peut atteindre 90 mètres. La rive gauche quant à elle est composée de grandes plaines. C'est ici qu'est située la plus grande partie de la commune de Bordeaux. Malgré les quelques collines, l'altitude moyenne de cette rive reste très faible, autour de 20 mètres au plus haut.

1.2.1.2 Contexte climatique

Les communes de Bordeaux, Cenon et Lormont jouissent d'un climat océanique caractérisé notamment par un faible écart des températures entre l'hiver et l'été (6,6°C en janvier et 21°C en août).

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

La moyenne annuelle de précipitations est de 941,1mm. Il pleut en moyenne 125,2 jours par an pour une pluie comprise entre 1 et 10 mm, et 30,3 jours avec une pluie de plus de 10 mm. Les vents peuvent atteindre jusqu'à 160m/s, et viennent majoritairement de l'ouest.

1.2.1.3 Contexte géologique

La zone d'étude est géologiquement rattachée **au bassin sédimentaire aquitain**, constitué d'empilement de couches perméables de grès ou de calcaires alternant avec des argiles et des marnes imperméables. Plus précisément, le périmètre d'étude se situe dans **la plaine alluviale de la Garonne**.

Les couches les plus anciennes du bassin sédimentaire affleurent à l'Est et au Nord, et sont recouvertes par des couches plus récentes qui s'épaississent et s'approfondissent en direction de l'Ouest.

Les formations superficielles interceptées par le périmètre d'étude sont les suivantes :

- Formation des argiles de mattes, tourbes et argiles tourbeuses ;
- Formation de limons et argiles sableuses partiellement colluvionnées ;
- Formation d'éboulis mixtes issus des formations fluviales et tertiaires ;
- Formation de sables argileux et graviers du système de Dordogne.

1.2.1.4 Contexte hydrogéologique

A. Eaux de surface

La zone d'étude est concernée par les documents cadres du milieu aquatique suivants :

- Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) « Adour-Garonne » ;
- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) « nappes profondes de Gironde » ;
- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) « Estuaire de la Gironde et milieux associés » ;
- Le Plan de Gestion des Etiages Garonne-Ariège.

Elle est également classée en Zone de Répartition des Eaux¹ (ZRE).

La zone d'étude est traversée par la Garonne, qui s'écoule du sud-ouest vers le nord-est. Les différentes stations de mesures en aval et en amont ont permis de qualifier son état :

- L'état écologique est moyen ;
- L'état chimique est mauvais.

Les usages de la Garonne sont principalement des prélèvements et rejets industriels.

B. Eaux souterraines

De nombreux aquifères sont présents au droit du site d'étude. Parmi eux, la ressource présumée à l'horizon Jurassique visée par le projet.

D'après le SDAGE Adour-Garonne, l'état quantitatif des masses d'eau souterraines (réalisé jusqu'au Crétacé le plus profond) est plutôt bon, mis à part pour 2 nappes (Sables, graviers, calcaires de l'Eocène nord AG (FRFG071) et Calcaire du sommet du Crétacé supérieur captif

¹ Zones comprenant des bassins, sous-bassins, fractions de sous-bassins hydrographiques (ZRE Superficielles) ou des systèmes aquifères (ZRE Souterraines), caractérisées par une insuffisance, autre qu'exceptionnelle, des ressources par rapport aux besoins.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

nord-aquitain (FRFG072)) à cause de prélèvements agricoles. Il en est de même pour l'état qualitatif, à cause de rejets de nitrates.

Les usages de eaux souterraines sont multiples : alimentation en eau potable, industriels, géothermie. On dénombre sept forages à usage géothermique dans la région de Bordeaux puisant dans l'aquifère du Crétacé dont un localisé dans le périmètre d'étude.

1.2.1.5 Pollution des sols

La base des sites industriels et activités en service (BASIAS) recense 181 sites au sein du périmètre d'étude.

La base de données BASOL, relative aux sites et sols pollués au potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif, recense quant à elle 7 sites au droit de la zone d'étude.

D'après l'étude de la qualité environnementale des sols (ArcaGée, 2015), et l'évaluation de la qualité environnementale des sols (ArcaGée, 2017), les fonds géochimiques sont les suivants :

- ▷ PGE1 : Les risques pour l'environnement du site sont faibles à négligeables et limités à la zone saturée des remblais (transfert possible ponctuellement) ; la nappe des alluvions sous-flandriennes est quant à elle protégée par plusieurs mètres d'argiles peu perméables.
- ▷ PGE2 : Les investigations réalisées sur l'état de pollution des sols ont montré que les impacts relevés dans les remblais sont localement importants jusqu'à 1,5 m de profondeur maximum cependant les concentrations résiduelles des sols de surface et de profondeur (>30cm par rapport à la surface) sont compatibles avec l'usage industriel, artisanal, commercial et tertiaire après les travaux de réhabilitation. Une méthodologie en matière de traitement des déblais sera à mettre en place. A noter qu'une servitude d'utilité publique interdisant tout forage a été créée dans son périmètre d'implantation de PGE2 par Arrêté préfectoral suite aux préconisations faites par l'exploitant BURGEAP. Toutefois, BURGEAP indique que seules les eaux souterraines circulant dans les remblais superficiels sont concernées par une vulnérabilité et doivent normalement faire l'objet d'une servitude d'utilité publique. Une procédure de modification des SUP est en cours afin de permettre le forage du puits PGE2.

1.2.2 Environnement naturel

1.2.2.1 Zones réglementaires et d'inventaire

Le projet n'est pas concerné directement par des zones d'inventaires ni par des espaces de protection. Cependant, la Zone Natura 2000 « La Garonne » (Zone Spéciale de Conservation) est située à 500m de PGE1 et 340m de PGE2.

1.2.2.2 Habitats naturels

Les habitats naturels présents au niveau des sites PGE1 et PGE2 présentent des enjeux botaniques très faibles à moyens.

Les zones humides, comme définies au titre de la réglementation (article L.211-1 du Code de l'Environnement), présentes au niveau de PGE2 ont été détruites par les travaux de réhabilitation de l'ancienne usine SOFERTI.

1.2.2.3 Flore et faune remarquables

- **Flore** : Trois espèces patrimoniales ont été observées en 2017 à proximité du site PGE2, et potentiellement présentes sur PGE1 : le lotier hérissé, le chénopode à graines et le chénopode rouge. Par ailleurs, de nombreuses espèces invasives sont présentes ou

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

potentiellement présentes sur les sites PGE1 et PGE2, comme par exemple le Robinier faux acacia ou l'Herbe de la pampa.

○ Faune :

- ▷ L'enjeu pour les mammifères est faible ;
- ▷ L'enjeu pour les chiroptères est moyen ;
- ▷ L'enjeu pour les oiseaux est globalement moyen ;
- ▷ L'enjeu pour les amphibiens et les reptiles est moyen ;
- ▷ L'enjeu pour les insectes varie de nul à moyen.

1.2.3 Paysage

Le périmètre du projet fait l'objet de deux projets urbains majeurs : la ZAC Bastide Niel et le projet urbain Brazza. Les projets urbains, présentés dans le chapitre 6 de l'étude d'impact, a vocation à participer à la transformation du paysage marqué par un passé industriel pour en faire un quartier moderne et attractif.

1.2.4 Environnement humain

1.2.4.1 Occupation du sol

L'environnement autour de la parcelle où sera réalisé le puits PGE1 est constitué de friches industrielles (voir Plan des abords - PGE1 - réf. STY-PER-GBOR-PGE1-PLA-007-20180130-Rev0 en annexe cartographique). L'environnement autour de la parcelle où sera réalisé le puits PGE2, est constitué de zones d'activités économiques et industrielles (Plan des abords – PGE2 - réf. STY-PER-GBOR-PGE2-PLA-007-20180130-Rev00 en annexe cartographique). Au moment du chantier, le projet Brazza ne sera ni construit, ni opérationnel. À plus grande échelle, la zone d'étude comprend des zones industrielles, commerciales, urbanisées, des réseaux de communication, des eaux continentales et des forêts.

1.2.4.2 Population

La commune de Bordeaux compte une population environ dix fois plus élevée que les deux autres communes de la zone d'étude, Cenon et Lormont. A elles trois, elles cumulent presque 300 000 habitants. De nombreux logements sont construits chaque année, notamment à proximité du périmètre d'étude via les différents projets urbains présentés au chapitre 6 de l'étude d'impact.

De nombreux établissements publics sensibles² sont situés au sein ou à proximité de la zone d'étude. Il s'agit notamment de crèches, d'écoles maternelles et élémentaires, de collèges et lycées ou d'établissements hospitaliers.

1.2.4.3 Bruit

Des infrastructures routières classées en catégories 3 et 4 sont situées dans la zone d'étude. Une voie ferrée de catégorie 1 est située à proximité.

1.2.4.4 Qualité de l'air

Malgré une bonne qualité de l'air à l'échelle de la région Nouvelle Aquitaine et un respect des normes européennes, on relève d'assez fortes concentrations en polluants (particules, NOx,

² Etablissement susceptible d'accueillir des personnes sensibles : personnes âgées, malades, dépendantes, jeunes enfants ou femmes enceintes.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

COVNM, CO et benzène) dans l'agglomération bordelaise. Ces émissions proviennent principalement des transports, et en partie de l'industrie.

1.2.4.5 Voies de communication

A l'échelle du périmètre d'étude, on constate que le réseau routier se caractérise par un réseau viaire à « grandes mailles ». Il résulte du passé industriel du secteur.

Les voies de communication sont construites autour de grands ensembles telle que la zone d'activité Brazza. Les liaisons transversales entre l'avenue Thiers, le quai Brazza et la rue de Queyries sont peu nombreuses.

La ville de Bordeaux comporte plusieurs transports en commun, parmi lesquels 3 lignes de tramway, 80 lignes de bus et 2 navettes fluviales. Des vélos en libre-service sont également disponibles.

1.2.4.6 Patrimoine culturel, historique et archéologique

On recense 2 sites inscrits, les Coteaux bisés et le Vallon de Rebedech à Floirac, et un site classé, le Domaine de Camparian à Cenon, dans un périmètre de 3 km autour de la zone d'étude. Par ailleurs, les périmètres de protection de 13 monuments inscrits ou classés au titre des monuments historiques intersectent la zone d'étude.

Une large partie de la ville centre de Bordeaux est inscrite au Patrimoine mondial de l'Unesco. Le périmètre d'étude est quant à lui localisé en partie sur le secteur inscrit, et en partie sur la zone d'attention patrimoniale.

Malgré un patrimoine historique et archéologique très présent à l'échelle de la métropole bordelaise, les parcelles au droit des puits ne sont pas concernées directement par ces spécificités patrimoniales.

1.2.4.7 Activités économiques

L'activité économique de Bordeaux Métropole repose essentiellement sur les commerces, transports et services divers. L'agriculture et l'industrie sont très faiblement représentées.

1.2.4.8 Installations classées pour l'environnement

Sur la commune de Bordeaux, on compte 46 établissements classés pour l'environnement, mais seulement 2 sont localisés au droit de la zone d'étude. La commune de Lormont compte sur son territoire 1 installation classée, incluse dans le périmètre du projet. Quant à Cenon, elle compte 3 établissements classés, mais aucun n'est localisé dans le périmètre d'étude.

1.2.4.9 Déchets

Bordeaux Métropole dispose d'un Plan Déchets pour la période 2016-2020. L'EPCI détient la compétence relative à la gestion des déchets ménagers et assimilés de son territoire.

Dix-sept centres de recyclages (déchetteries) sont présents sur le territoire de Bordeaux Métropole. Ils servent à collecter les encombrants ou encore les déchets verts.

1.2.5 Risques naturels et technologiques

1.2.5.1 Risques naturels

○ Sismique

Les trois communes situées dans le périmètre d'étude, Bordeaux, Lormont et Cenon, sont classées en zone sismique de niveau 2, c'est-à-dire faible.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ **Mouvement de terrain**

Les mouvements de terrain peuvent être de plusieurs types : tassements et affaissements, retrait-gonflement des argiles, glissements de terrain, effondrement de cavités souterraines, écoulement et chutes de blocs, coulées boueuses et torrentielles.

Les communes de Bordeaux, Cenon et Lormont sont plutôt sensibles aux glissements. On note également la présence de cavités non localisées et de carrières, et donc un risque d'effondrement de cavités souterraines.

○ **Inondation**

Les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon sont toutes trois comprises dans un Territoire à Risques important d'Inondation – TRI.

Le risque sur ces territoires est double :

- ▷ Le débordement des fleuves Garonne et Dordogne ;
- ▷ L'effet d'épisodes pluvieux combiné à un sol très imperméabilisé.

Plusieurs plans et programmes sont à l'œuvre sur ce territoire pour lutter contre ces risques :

- ▷ Le Plan de Gestion des Risques Inondation (PGRI) Adour-Garonne. Un PGRI est la concrétisation française de la directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques inondation ;
- ▷ La Stratégie Locale de Gestion des Risques Inondation (SLGRI) ;
- ▷ Le Plan de Prévention du Risque Inondation. Le PPRI de l'agglomération bordelaise, s'applique entre autres aux communes de Bordeaux et Cenon. La zone d'étude se situe à l'intérieur de l'emprise des crues historiques. La commune de Lormont est quant à elle incluse dans le périmètre du PPRI de la Presqu'île d'Ambés.

○ **Remontée de nappe**

La nappe est considérée comme sub-affleurante au droit du site PGE1 et de PGE2. La sensibilité au risque de remontée de nappe est très forte à l'est du périmètre d'étude.

○ **Tempête**

Un arrêté catastrophe naturelle pour tempête a été pris en 1982 sur les communes de Lormont, Cenon et Bordeaux.

○ **Arrêtés de catastrophe naturelle**

Les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon ont connu respectivement 33, 18 et 15 arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle.

1.2.5.2 Risques technologiques

Aucun Plan de prévention des risques technologiques n'est appliqué sur la zone d'étude. Aucun site n'est classé SEVESO dans cette zone. Cinq Installations classées pour l'Environnement sont présentes à proximité ou au sein de la zone d'étude. Un risque industriel par transport de matière dangereuse existe dans la zone d'étude, via son caractère industriel et commercial.

1.2.6 Outils de planification du territoire

L'agglomération bordelaise bénéficie d'un Schéma de Cohérence Territoriale, ou SCoT, qui prévoit les conditions de vie des habitants à l'horizon 2030 en matière de logements, transports, zones commerciales, emplois, etc. Après son approbation en Comité Syndical, le dossier de SCoT a été soumis au contrôle de légalité de la Préfecture de la Gironde le 27 février 2014. 94 communes sont concernées par ce SCoT dont les 3 communes du périmètre d'étude. Le SCoT est officiellement exécutoire depuis le Lundi 28 avril 2014.

Le Plan Local d'Urbanisme applicable sur la zone d'étude est le PLU3.1 de Bordeaux métropole.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Les puits PGE1 et PGE2 sont implantés sur des zones qualifiées respectivement de « tissus à dominante de grands ensemble et tissus mixtes » et « zone de projet urbain ».

Les puits sont également localisés sur le tracé de la servitude d'utilité publique de protection des transmissions radioélectriques contre les obstacles. La canalisation quant à elle contourne le site de Brazza au droit de la voirie existante le long de la Garonne.

1.3 Energie

Le contexte urbain de la zone d'étude rend difficile l'exploitation de l'éolien et de l'énergie solaire comme potentiel d'énergie renouvelable. La zone d'étude est propice à l'exploitation de l'énergie géothermique.

1.4 Scénario de référence

En l'absence de mise en œuvre du projet de boucle géothermale, les effets négatifs liés à la conduite de chantier seraient évités. Toutefois, les mesures mises en place permettent à ces impacts d'avoir des effets résiduels faibles.

La phase exploitation n'engendre que très peu d'effets négatifs, et de faible ampleur. En l'absence de mise en œuvre de la boucle géothermale, Bordeaux ne bénéficierait pas de l'effet positif relatif à l'utilisation une énergie renouvelable et locale pour l'approvisionnement du réseau de chaleur.

1.5 Analyse des effets du projet sur l'environnement

Ce chapitre présente les effets résiduels du projet sur l'environnement, c'est-à-dire les effets du projet qui devraient subsister après l'application des mesures d'atténuation qui seront mises en place.

1.5.1 Effets sur le milieu physique

1.5.1.1 Sol et sous-sol

- **En phase de travaux** : Des travaux de terrassement sont nécessaires.
- **En phase exploitation** : L'effet sur le sol est considéré comme négligeable. Le projet n'a pas d'effet sur le sol et le sous-sol en phase exploitation. En effet, l'emprise au sol sera réduite autour de la tête de puits à une surface permettant les opérations de maintenance.

1.5.1.2 Risques vis-à-vis de la pollution du sol

- **En phase de travaux** : Les travaux de forage du puits PGE2 nécessitent de forer dans des remblais pollués ou potentiellement pollués. L'architecture des forages permettra d'éviter tout transfert de pollution. Des mesures seront mises en place afin d'éviter toute pollution accidentelle sur le chantier.
- **En phase exploitation** : En phase exploitation, le projet n'a pas d'effet négatif vis-à-vis de la pollution du sol.

1.5.1.3 Climat et vulnérabilité face au changement climatique

Le projet n'a pas d'impact significatif sur le climat en phase chantier. En phase exploitation le projet a un effet positif sur le climat dans la mesure où il participe à la lutte contre le changement climatique.

Le chantier est vulnérable au changement climatique. Néanmoins, il est de courte durée, et les changements les plus importants n'auront lieu qu'à long terme. En phase exploitation, le projet est peu vulnérable à ce changement.

1.5.2 Effets sur le milieu naturel

1.5.2.1 Habitats naturels et flore

- **En phase de travaux** : Le chantier pourra être source d'arrachage de végétation, notamment de l'espèce patrimoniale à enjeu fort, le lotier hérissé. Le chantier peut aussi être à l'origine du transport et donc de l'implantation d'espèces invasives. Au vu des mesures mises en place ce risque apparaît faible.
- **En phase exploitation** : Le projet la consommation limitée d'espaces naturels de type friches herbacées, à enjeu faible sur PGE1 et moyen sur PGE2.

1.5.2.2 Habitats naturels et faune

- **En phase de travaux** : Le chantier sera une source de dérangement pour la faune. Il peut également être à l'origine de destruction directe d'individus. Des effets temporaires peuvent avoir lieu sur les espèces sensibles en cas de pollution accidentelle. Toutefois des mesures seront mises en place afin d'éviter ce risque.
- **En phase exploitation** : De par la mise en place de mesures d'évitement et de réduction, les impacts résiduels du projet sont faibles à négligeables sur toutes les espèces.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

1.5.3 Effets sur le site et les paysages

- **En phase de travaux** : La machine de forage, d'une hauteur de 38m environ, génèrera des nuisances qui seront toutefois temporaires.
- **En phase exploitation** : Le projet jouit d'une bonne intégration paysagère, les têtes de puits n'entraînent pas d'effets de covisibilité avec des monuments inscrits ou classés au titre des monuments historiques.

1.5.4 Effets sur le milieu humain

1.5.4.1 Occupation du sol

- **En phase de travaux** : Le chantier prévoit la mise en place temporaire d'une plateforme. De plus, les travaux de la canalisation induisent la création d'une tranchée et donc d'une modification temporaire de l'occupation du sol.
- **En phase exploitation** : Une zone *non aedificandi* de 2000m² autour des puits garantira l'absence de construction.

1.5.4.2 Population et cadre de vie

- **En phase de travaux** : Le chantier sera réalisé de manière à garantir la sécurité des riverains. Le maître d'ouvrage s'assurera du respect des consignes de sécurité. Un impact visuel temporaire sera généré par la machine de forage.
- **En phase exploitation** : Le projet aura un impact positif permanent sur la population en permettant, sur le long terme, la maîtrise de la facture énergétique des habitants logeant dans les bâtiments raccordés.

1.5.4.3 Bruit

- **En phase de travaux** : Les travaux de forage seront source de bruit, toutefois les nuisances sonores seront fortement limitées par le positionnement des bungalows de chantier et la mise en place d'une bâche acoustique. De plus, un capotage des éléments bruyants de l'installation permettra de respecter les émergences réglementaires autorisées.
- **En phase exploitation** : Le projet ne constitue pas une source de bruit en phase exploitation.

1.5.4.4 Qualité de l'air

- **En phase de travaux** : Le passage des engins de chantier et les machines peuvent émettre des poussières. Toutefois les mesures mises en œuvre permettront de limiter ce risque (**mise** en place d'une plateforme en grave ciment perméable, aires de lavage de roues en sortie de chantier, arrosage du chantier en période sèche...).
- **En phase exploitation** : Le projet n'a pas d'effet significatif sur la qualité de l'air.

1.5.4.5 Voiries

- **En phase de travaux** : Le chantier étant situé en zone urbaine, la fluidité du trafic local sera altérée par le passage des camions (jusqu'à 50 par jour lors du montage et du démontage de la machine de forage, sur une semaine et début et en fin de forages).
- **En phase exploitation** : Le projet n'a pas d'impact significatif sur la voirie.

1.5.4.6 Réseaux

- **En phase de travaux** : L'avancement actuel du projet prévoit un scénario de rejet des eaux géothermales d'essais dans les réseaux existants, convenu avec le gestionnaire de réseau

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

de la SGAC. La consommation d'eau potable et les rejets aux réseaux pendant le chantier seront négligeables. Le site sera alimenté en eau potable par le réseau de la ville de Bordeaux. Les eaux pluviales de voiries seront traitées si besoin avant rejet au réseau public. Les eaux usées domestiques seront rejetées dans le réseau public.

- **En phase exploitation** : Il n'y aura pas d'incidence sur les réseaux d'assainissement et d'eau potable, mis à part le ruissellement des eaux pluviales qui se déverseront dans le réseau public et seront conformes au règlement d'assainissement de Bordeaux Métropole.

1.5.4.7 Patrimoine

- **En phase de travaux** : Le chantier entraîne un phénomène de covisibilité avec certains monuments historiques à proximité, notamment via le mât de forage. Les nuisances seront de courte durée.
- **En phase exploitation** : Le projet n'a pas d'impact négatif.

1.5.4.8 Activités économiques

- **En phase de travaux** : Le chantier n'a pas d'impact négatif sur le dynamisme économique de l'agglomération.
- **En phase exploitation** : Le projet permet de limiter les coûts d'énergie via l'utilisation d'une ressource renouvelable et locale ce qui permettra une rationalisation et une réduction globale des consommations de la Rive Droite. De plus le projet est générateur d'activité et d'emplois durablement localisés sur le territoire.

1.5.4.9 Vibrations et émissions lumineuses

- **En phase de travaux** : Le chantier sera éclairé 24h/24. Les travaux de forage ne seront pas émetteurs de vibrations intenses.
- **En phase exploitation** : Le projet n'a pas d'impact significatif sur les vibrations et les émissions lumineuses.

1.5.4.10 Chaleur et radiation

- **En phase de travaux** : Les émissions de chaleur générées par les engins sur le chantier seront négligeables.
- **En phase exploitation** : Les puits et la canalisation ne généreront ni chaleur, ni radiation dans le milieu extérieur.

1.5.4.11 Gestion des déchets

- **En phase de travaux** : Les travaux seront générateurs de déblais de forage et de terrassement.
- **En phase exploitation** : le projet ne générera que des déchets non dangereux, gérés par Bordeaux Métropole. Les déchets des opérations de maintenance seront envoyés vers des filières de traitement appropriées.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

1.5.4.12 Risques naturels et technologiques

- **En phase de travaux :**
 - ▷ Risques naturels : Le chantier sera sensible aux phénomènes de remontée de nappe, d'inondation, de tempête et de mouvement de terrain.
 - ▷ Risques technologiques : Les risques technologiques pendant les travaux seront amplifiés par la présence d'ICPE à proximité. Du gaz H₂S est susceptible d'être émis lors des forages au moment des essais in situ sur le Jurassique, l'eau du Crétacé ne contient pas de soufre ;
- **En phase exploitation :**
 - ▷ Risques naturels : La boucle géothermale sera localisée en souterrain, ce qui limitera l'exposition aux risques inondations.
 - ▷ Risques technologiques : Des risques technologiques existent via les fluides géothermaux qui seront limités via le contrôle et la surveillance des installations.

1.5.4.13 Santé et sécurité publiques

- **En phase de travaux :** Lors du chantier, les rejets de polluants dans l'air seront négligeables par rapport à ceux actuellement générés dans la zone d'étude. De plus, l'accès au chantier sera interdit au public.
- **En phase exploitation :** Les accès aux locaux techniques seront contrôlés et réservés au personnel habilité. L'entretien et le suivi des ouvrages seront réalisés dans le respect des règles de sécurité.

1.5.5 Incidences sur la ressource en eau

1.5.5.1 Eaux souterraines

- **En phase de travaux :** La ressource visée étant située à l'horizon Jurassique ou Crétacé, plusieurs aquifères seront traversés et seront sensibles aux risques éventuels de pollution pendant les travaux. Des mesures seront mises en place pour éviter tout risque de pollution.
- **En phase exploitation :** En phase exploitation, les eaux soutirées dans les aquifères profonds du Jurassique seront intégralement réinjectées dans le milieu d'origine à une température de 15°C. Les constructions étant réalisées de manière à éviter toute communication entre les masses d'eau, l'effet du projet en phase exploitation sur les eaux souterraines est nul.

1.5.5.2 Eaux de surface

- **En phase de travaux :** Le chantier est susceptible d'engendrer une pollution accidentelle des eaux de surface via les boues de forage, les eaux de ruissellement ou le stockage de produits dangereux ou polluants. Toutes les précautions seront prises pour éviter ce type de pollution.
- **En phase exploitation :** Une pollution accidentelle des eaux de surface peut subvenir via les opérations de maintenance ou une fuite accidentelles des eaux géothermales. Les mesures mises en place (stockage des produits polluants dans des bacs de rétention, protections imperméables sous les machines...) permettront d'éviter ce risque.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

1.5.5.3 Eaux géothermales

- **En phase de travaux** : Les eaux géothermales pompées lors des essais de productivité des puits seront rejetées dans le réseau d'assainissement existant (Réseau d'eau pluviale ou réseau d'eau unitaire). Selon leur qualité, les eaux pourront être traitées de manière adaptée avant rejet.
- **En phase exploitation** : Les eaux géothermales seront rejetées dans leur milieu d'origine.

1.5.6 Analyse des effets cumulés avec d'autres projets

Ce chapitre présente les effets cumulés résiduels du projet sur l'environnement, c'est-à-dire les effets cumulés du projet avec d'autres projets connus qui devraient subsister après l'application des mesures d'atténuation qui seront mises en place.

Huit projets situés à proximité de la zone d'étude ont fait l'objet d'une analyse des impacts cumulés. Ils sont présentés dans la Figure 2.



Figure 2 : Localisation des projets dont les effets peuvent être cumulés (source : SAFEGE)

Au vu du calendrier prévisionnel des travaux des différents projets, les effets cumulés ont été étudiés pour les projets suivants :

- ZAC Bastide-Niel ;
- Cascades de Garonne ;
- Berges de Lissandre ;
- Projet Brazza.

Impacts négatifs forts
Impacts négatifs moyens
Impacts négligeables
Impacts positifs moyens
Impacts positifs forts

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Le tableau suivant présente les impacts cumulés résiduels sur l'environnement et la santé humaine, c'est-à-dire après la mise en place des mesures d'évitement, de réduction et de compensation. L'échelle pour les qualifier est présentée ci-dessus.

Tableau 1 : Effets cumulés du projet avec les autres projets situés à proximité (source : SAFEGE)

Thème	Impacts du projet	Impacts cumulés des autres projets	
Pollution du sol	Le chantier du puits PGE2 a lieu sur des sols dépollués par déblais/remblais avec résidus de pollution selon la profondeur. Des mesures sont mises en place afin d'éviter toute pollution accidentelle sur le chantier.	Les travaux des projets à proximité peuvent entraîner une augmentation des risques de pollution accidentelle. Les mesures mises en place permettent de limiter ce risque.	
Milieu naturel	Le chantier est source de dérangement pour la faune. Il peut aussi engendrer des pollutions accidentelles. Une partie de la végétation sera supprimée par arrachement.	Les travaux des autres projets peuvent aussi générer des dérangements pour la faune, et limiter la surface d'espaces naturels dans la zone.	
Paysage	La machine de forage, d'une hauteur de 38 m environ, générera des nuisances visuelles. Ces nuisances sont temporaires (2mois par forage).	Les travaux du projet Brazza augmenteront les nuisances visuelles via l'utilisation d'engins de chantier (grues, etc.).	
Population, cadre de vie	Les mesures mises en place pendant les travaux permettront de garantir la sécurité des riverains. Les travaux seront sources de nuisances pour la population.	Les travaux des 5 autres projets entraînent une augmentation des nuisances liées à la présence d'un chantier pour la population (bruit, circulation...)	
Bruit	Le chantier respectera les zones d'urgences réglementées.	Les chantiers ayant lieu simultanément seront générateurs de nuisances sonores cumulées.	
Qualité de l'air	Le passage des engins de chantier et les machines peuvent émettre des poussières.	Les émissions de poussières dues aux travaux seront en hausse.	
Voiries	Le chantier étant situé en zone urbaine, la fluidité du trafic local sera altérée par le passage des camions.	Le trafic sera perturbé durant les mois de travaux, du projet Brazza.	
Patrimoine	Le chantier entraîne un phénomène de covisibilité avec certains monuments historiques à proximité, notamment via le mât de forage. Les nuisances sont de courte durée.	Les différents chantiers entraîneront des phénomènes de covisibilité avec les monuments historiques à proximité.	
Vibration et émissions lumineuses	Le chantier sera éclairé 24h/24 pour des raisons de sécurité. Les travaux de forage seront émetteurs de vibrations.	Il y aura plus d'émissions lumineuses (chantiers éclairés) et de vibrations.	
Gestion des déchets	Les travaux seront générateurs de déblais de forage et de terrassement.	Les travaux des autres projets seront générateurs de remblais, qu'il faudra évacuer.	
Risques technologiques	Les risques technologiques pendant les travaux sont amplifiés par la présence d'ICPE à proximité. Des gaz dangereux pourront être émis lors des forages. Ces risques seront évités via la mise en place de mesures de contrôle et la surveillance des installations.	Le transport de matières dangereuses, et les risques technologiques sur les chantiers seront cumulés.	
Eaux souterraines	La ressource visée étant située à l'horizon Jurassique, plusieurs aquifères seront traversés et seront susceptibles d'être pollués. Des mesures seront mises en place pour éviter tout risque de pollution.	Les projets étudiés ne prévoient ni prélèvement ni rejet dans la nappe du Jurassique.	
Eaux de surface	Le chantier pourra engendrer une pollution accidentelle des eaux de surface via les boues de forage, les eaux de ruissellement ou le stockage de produits dangereux ou polluants. Toutes les précautions seront prises pour éviter ce type de pollution.	Les risques de pollution accidentelle (via les hydrocarbures notamment) sont présents sur tous les chantiers. Les eaux de surfaces seront plus vulnérables pendant les phases de chantier simultanées.	
Réseaux d'assainissement	Les eaux géothermales pompées lors des essais de productivité des puits seront rejetées soit à la Garonne, soit au réseau eaux usées, soit au réseau eaux pluviales.	Les projets à proximité prévoient des rejets au niveau des collecteurs existants. Les quantités d'eau à gérer dans le réseau public seront donc plus importantes.	

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

En phase exploitation, il n'existe pas d'effets cumulés avec ces projets. Il est à noter que le projet fournira des énergies renouvelables pour les différents projets raccordés.

1.6 Compatibilité du projet avec les plans et programmes du territoire

1.6.1 Documents cadres du milieu aquatiques

Au vu des mesures mises en place, le projet est compatible avec le SDAGE Adour-Garonne, le SAGE des nappes profondes de Gironde, le SAGE de l'Estuaire de la Gironde et le PPRI de l'Agglomération bordelaise.

1.6.2 Autres documents

Le projet est compatible avec le Plan local d'urbanisme de Bordeaux métropole, le SCoT de l'aire métropolitaine bordelaise et le Schéma régional climat air énergie.

1.7 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Le tableau suivant présente l'ensemble des mesures mises en place dans le projet, lors de la phase de chantier (C), et de la phase d'exploitation (E).

Tableau 2 : Mesures mise en place dans le projet (source : SAFEGE)

Numéro de la mesure	Intitulé	Phase	Prise en charge	Page
Mesures d'évitement (ME)				
ME01	Confinement des matériaux pollués	C	Maître d'œuvre	174
ME02	Cuvelage de l'avant-trou	C	Maître d'œuvre	174
ME03	Cimentation adaptée au terrain	C + E	Maître d'œuvre	174
ME04	Mise en place d'une plateforme en grave ciment	C	Maître d'œuvre	176
ME05	Stockage des produits polluants	C	Maître d'œuvre	176
ME06	Tête de puits équipée de BOP	C	Maître d'œuvre	176
ME07	Insertion paysagère	E	Maître d'ouvrage	189
ME08	Disposition des bungalows de chantier	C	Maître d'œuvre	192
ME09	Bâche acoustique	C	Maître d'œuvre	192
ME10	Balisage de l'appareil de forage	C	Maître d'œuvre	195
ME11	Pompe vide cave	E	Maître d'ouvrage	207
ME12	Sécurité sur le chantier	C	Maître d'œuvre	207
ME13	Dispositifs sécurité de l'exploitation	E	Maître d'ouvrage	208
ME14	Méthodologie du forage	C+E	Maître d'ouvrage	211

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Numéro de la mesure	Intitulé	Phase	Prise en charge	Page
ME15	Contrôle continu des boues	C	Maître d'ouvrage	212
ME16	Architecture du puits	E	Maître d'ouvrage	214
ME17	Contrôle et suivi des installations	E	Maître d'ouvrage	214
ME18	Stockage des boues	C+E	Maître d'œuvre	218
ME19	Cave en béton	C	Maître d'œuvre	220
ME20	Recours éventuel à un spaceur	E	Maître d'œuvre	220
ME21	Stockage des eaux géothermales d'essai	C	Maître d'œuvre	221
Mesures de réduction (MR)				
MR01	Plan de surveillance et maintenance de la boucle géothermale	C+E	Maître d'ouvrage	171
MR02	Protection des travailleurs sur le chantier	C	Maître d'ouvrage	175
MR03	Kits antipollution	C	Maître d'œuvre	176
MR04	Respect des prescriptions du PPRI	C+E	Maître d'ouvrage	179
MR05	Surveillance des alertes Vigicrue	C+E	Maître d'œuvre	179
MR06	Mesure du vent	C	Maître d'œuvre	179
MR07	Repérage des stations de Lotier	C	Maître d'ouvrage	183
MR08	Garantie des engins à l'intérieur de la zone de travaux	C	Maître d'ouvrage	183
MR09	Arrosage du chantier	C	Maître d'œuvre	183
MR10	Limitation de la prolifération des espèces invasives	C+E	Maître d'œuvre	183
MR11	Adaptation du calendrier des travaux aux périodes de sensibilité des espèces	C	Maître d'œuvre	185
MR12	Mise en place d'un filet temporaire	C	Maître d'œuvre	186
MR13	Mise en place d'abris à reptiles et amphibiens	C	Maître d'ouvrage	186
MR14	Mise en place d'un Plan Particulier de Sécurité et de prévention de Santé (PPSPS)	C+E	Maître d'ouvrage	191
MR15	Information des riverains	C	Maître d'ouvrage	191
MR16	Capotage des équipements	C+E	Maître d'œuvre	192
MR17	Propreté du chantier	C	Maître d'œuvre	194
MR18	Mise en place d'un plan de circulation	C	Maître d'ouvrage	195
MR19	Traitement des boues de forage	C	Maître d'œuvre	200
MR20	Tri sélectif	C	Maître d'œuvre	200
MR21	Mise en place de détecteurs H ₂ S	C+E	Maître d'œuvre	204
MR22	Présence d'un dégazeur vertical	C+E	Maître d'œuvre	205
MR23	Localisation des commandes électriques	C+E	Maître d'œuvre	205

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Numéro de la mesure	Intitulé	Phase	Prise en charge	Page
MR24	Equipements H2S	C+E	Maître d'œuvre	207
MR25	Gestion des eaux de ruissellement	C	Maître d'œuvre	119
MR26	Dépotage des carburants	C	Maître d'œuvre	219
MR27	Traitement éventuel des eaux géothermales	C	Maître d'œuvre	221
MR28	Neutralisation et inhibition du H ₂ S	C	Maître d'œuvre	204
Mesure d'accompagnement (MA)				
MA01	<i>Zone non aedificandi</i>	C+E	Maître d'ouvrage	190
MA02	Mise en place d'une convention de rejet temporaire	C	Maître d'ouvrage	222

2 INTRODUCTION

2.1 Présentation sommaire du projet

Le projet concerne la mise en place d'un doublet géothermique sur la rive droite de la Garonne, formé d'un puits de production, d'un puits d'injection et d'une canalisation les reliant dans le cadre d'une délégation de service publique de Bordeaux métropole d'alimentation d'un réseau de chaleur.

Le projet vise l'exploration et l'exploitation de la ressource présumée d'une eau à environ 70°C à l'horizon Jurassique, avec une solution de repli d'exploitation de l'eau à environ 45°C à l'horizon Crétacé en cas d'échec au Jurassique.

2.2 Introduction et contexte réglementaire

2.2.1 Généralités

L'exploitation d'un gîte géothermique de basse ou haute énergie est réglementée par le Code Minier, qui inclut les éléments relatifs au Code de l'Environnement. Ainsi,

- Pour les ouvrages situés à une profondeur inférieure à 10 m c'est le Code de l'Environnement qui s'applique.
- Pour tous les ouvrages situés à une profondeur supérieure à 10 mètres, l'installation est réglementée par le Code Minier.

Si la puissance thermique récupérée dans l'ensemble de l'installation est supérieure à 500kW et/ou que la profondeur des ouvrages est supérieure à 200 m, les services instructeurs considèrent le projet comme un gîte géothermique basse ou haute température tel que défini dans le Code Minier (voir le paragraphe suivant).

2.2.2 Code minier

Tout forage destiné à étudier le potentiel d'une nappe à des fins de géothermie ou à créer un doublet géothermique relève du Code minier.

L'article L. 112.1 du Code minier dispose en effet que : « *relèvent du régime légal des mines les gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire de l'énergie sous forme thermique, notamment par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent, dits " gîtes géothermiques" ».*

Dans ces conditions, ces forages ne relèvent pas de la loi sur l'eau et ne requièrent pas un dossier tel que prévu par le Code de l'Environnement.

Le dossier à transmettre dépend des caractéristiques de l'installation projetée.

Ces gîtes géothermiques sont classés selon les modalités définies par le décret n° 78-498 du 28 mars 1978 modifié, relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie.

Parmi les différents types de gîtes géothermiques, on distingue :

- **Les gîtes géothermiques à haute température (plus de 150°C) :** ces gîtes sont essentiellement exploités pour produire de l'électricité. Les procédures d'obtention d'un titre minier sont identiques à celles des autres mines et décrites par le décret n° 2006-648 du 2 juin 2006 (permis exclusif de recherches, concession). Les projets de décisions sont soumis à l'avis du conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies.
- **Les gîtes géothermiques à basse température (moins de 150°C) :** ces gîtes peuvent être exploités pour produire de l'électricité (entre 90 et 150°C) et de la chaleur (moins de 90°C). Le décret n°78-498 suscitée décrit les procédures spécifiques à ce type de géothermie (autorisation de recherche et permis d'exploitation). Les demandes d'autorisation de

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

recherches ou de permis d'exploitation de gîtes géothermiques à basse température sont régies par les articles 3 à 18 du décret n° 78-498.

Les gîtes géothermiques de basses températures **de minime importance** : La notion a notamment été précisée dans la réforme de la géothermie et s'est traduite par la publication au journal officiel du 10 janvier 2015 du décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015. Les évolutions réglementaires sont applicables depuis **le 9 juillet 2015**. Les exploitations concernées par le régime des « gîtes géothermiques de basses températures de minime importance », selon les nouveaux critères, sont dispensées des autorisations de recherche et de permis d'exploitation prévus aux articles L. 124-4 et L. 134-4 à L. 134-5 (ex art. 98 et 99) du Code minier et à l'article 17 du décret n° 78-498.



Ce qu'il faut retenir...

Ainsi, au vu des hypothèses de fonctionnement retenues, le projet d'exploration et d'exploitation géothermique concerne de la géothermie basse température et nécessite d'établir un dossier d'autorisation au titre du Code Minier.

2.2.3 Code de l'environnement

En application de l'article L.162-11 du Code minier, l'autorisation d'ouverture de travaux miniers vaut autorisation au titre de l'article L.214-3 du Code de l'Environnement : « *Sous réserve des procédures spécifiques prévues par les dispositions législatives du présent code et les dispositions réglementaires prises pour leur application, les autorisations et déclarations prévues au présent titre valent respectivement autorisations et déclarations au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement* ».

Au titre de la réglementation « Eaux et milieux aquatiques », articles L.214-1 à L.214-6 et R.214-1 à R.214-60 du Code de l'Environnement, les travaux visés par la nomenclature des Installations, Ouvrages, travaux, Aménagements (IOTA) sont :

- La réalisation de forages est soumise à déclaration au titre de la **rubrique 1.1.1.0** « *Sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau* » ;
- Le prélèvement en nappe (hors nappe d'accompagnement) est soumis au titre de la **rubrique 1.1.2.0**,
 - ▷ À autorisation pour des volumes prélevés « supérieur à 200 000 m³/an » ;
- La réinjection dans la même nappe où est effectué le prélèvement est soumise au titre de la **rubrique 5.1.1.0** « *Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors de travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant supérieure à 80 m³/h* » :
 - ▷ À autorisation si « ...le débit réinjecté est supérieur à 80 m³/h »
- Les travaux de recherche et d'exploitation des gîtes géothermiques sont soumis à autorisation au titre de la rubrique **5.1.2.0**.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

2.2.4 Etude d'impact

En application du Code de l'Environnement (annexe II de l'article R122-2) et du décret n°78-498 du 28 mars 1978 et de l'article 6 du décret 2006-649 du 2 juin 2006, la demande d'ouverture des travaux de forage nécessite la réalisation d'une étude d'impact. De même la demande de recherche de gîte géothermique basse température exige une notice d'impact. Ainsi, la présente étude d'impact répond à ces deux exigences réglementaires et est intégrée au dossier PER DOTEK.

Ainsi, le dossier comprendra des renseignements fixés par l'article 6 du décret n°2006-649 du 02 juin 2006 relatif aux travaux miniers, travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains notamment une étude d'impact.

Le contenu de l'étude d'impact sera conforme aux dispositions de l'article R122-5 du Code de l'Environnement modifié par le Décret n°2016-1110 du 11 août 2016 - art. 1 puis Décret n°2017-81 du 26 janvier 2017 - art. 2.



Ce qu'il faut retenir...

La présente étude d'impact est intégrée au PER DOTEK.

2.3 Contenu de l'étude

Conformément aux prescriptions réglementaires du Code de l'Environnement, le dossier comprendra :

- La description du projet avec l'identification du demandeur, la localisation de l'installation et la description du dispositif de captage-rejet retenu (doublet géothermique) dont :
 - ▷ Le dimensionnement du dispositif de captage-rejet retenu avec les paramètres hydrodynamiques ;
 - ▷ Les principales caractéristiques des ouvrages qui constituent le doublet géothermique et le dispositif mis en place pendant les essais ;
 - ▷ Les moyens de protection et de surveillance (maintenance et entretien) ;
- La description du cadre environnemental comprenant la topographie, l'hydrographie, la géologie, l'hydrogéologie et les zones environnementales réglementaires présentes au voisinage de l'installation.
- L'examen des incidences sur l'environnement comprenant l'analyse des modifications induites et la description des mesures compensatoires ou correctives envisagées.

3 PRESENTATION DU PROJET

3.1 Description du projet

Le projet concerne la mise en place d'un doublet géothermique, formé d'un puits de production, d'un puits d'injection et d'une canalisation reliant ces deux puits.

Il s'agit d'un projet d'utilisation de la géothermie et d'utilisation de la ressource présumée présente à l'horizon Jurassique, soit 1600 m de profondeur. Néanmoins, si les travaux de recherche venaient à montrer que la ressource rencontrée est trop limitée pour l'usage envisagé, une solution de repli à l'horizon Crétacé sera mise en œuvre.

L'eau provenant de l'aquifère du Jurassique sera soutirée au niveau du puits de production. L'eau chaude circulera au niveau des installations de la chaufferie afin d'y prélever les calories. L'eau sera ensuite renvoyée au puits de réinjection via la canalisation. L'eau sera alors réinjectée dans l'aquifère où elle a été prélevée.

Les besoins d'appoint et de secours seront couverts par des chaudières à gaz. Ainsi, le projet vise un taux d'énergies renouvelables de 82%.

Pour alimenter le réseau de chaleur, les forages profonds seront réalisés dans l'optique d'exploiter l'eau chaude présente dans les aquifères profonds du Jurassique, à cet horizon, l'eau est à une température de 70° C environ. Les caractéristiques des forages sont présentées dans le paragraphe 3.5 « Caractéristiques des ouvrages ». Ils seront réalisés sur des terrains différents de manière à favoriser :

- L'exploration et l'exploitation du Jurassique ;
- Une variante basée sur la réalisation et l'exploration de ces puits au Crétacé sur le long terme si la ressource n'est pas présente dans les couches du Jurassique.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

3.2 Justification du projet

Les éléments de justification du projet de doublet géothermique sont présentés en détail dans la *Note de présentation* du PER DOTEX.

Le projet Plaine Garonne Energies (PGE) permettra la réalisation des équipements nécessaires au service public de production (alimenté par la géothermie), de transport et de distribution de l'énergie nécessaire au chauffage et à l'eau chaude sanitaire de bâtiments.

3.2.1 Au regard des autres sources d'énergies renouvelables du territoire

3.2.1.1 La Biomasse

La biomasse représente l'ensemble de la matière organique, qu'elle soit d'origine végétale, ou animale. La biomasse utilisée pour la production d'énergie provient des sources suivantes :

- ▷ Le bois et les sous-produits du bois ;
- ▷ Les sous-produits de l'industrie tels que les boues issues de la pâte à papier et les déchets des industries agroalimentaires ;
- ▷ Les produits issus de l'agriculture (céréales...), les résidus comme la paille ou la bagasse, ou les plantations à vocation énergétiques (miscanthus...) ;
- ▷ Les déchets organiques urbains tels que les boues de stations d'épuration ou les ordures ménagères ;
- ▷ Les effluents agricoles.

Ce qu'il faut retenir...

Le contexte urbain de la zone d'étude rend possible l'exploitation de la biomasse comme potentiel d'énergie renouvelable. Toutefois, la disponibilité de cette ressource sur le long terme est à démontrer.

3.2.1.2 L'énergie solaire

La production d'énergie solaire dépend de l'ensoleillement de la zone considérée. A Bordeaux, la durée d'ensoleillement moyenne annuelle entre 1991 et 2010 est de 80,35 jours - soit environ 2035 heures – ce qui est supérieur à la moyenne nationale (1867 heures par an), comme le montre la carte ci-contre.

Par ailleurs, l'énergie moyenne reçue par une surface de 1m², orientée au sud et inclinée en angle égal à la latitude, est d'environ 4,1 kWh/m², ce qui correspond à 1 495kWh/m²/an.

En moyenne sur l'année, l'énergie solaire reçue durant la journée supérieure à 1 000 Wh/m² est d'environ 90% du temps sur la région bordelaise.

L'énergie solaire peut être valorisée pour la production de chaleur ou d'électricité grâce à

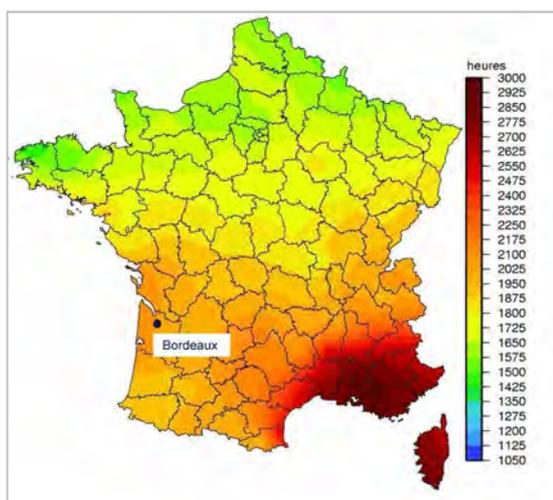


Figure 3 : Moyenne d'ensoleillement 1998-2007
(source : cartes France)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- ▶ Des panneaux solaires thermiques : production d'eau chaude sanitaire, chauffage et climatisation, ...
- ▶ Des panneaux solaires photovoltaïques : électricité.

Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement moyen, permettant d'envisager la mise en place de systèmes de production solaire.

Ce qu'il faut retenir...

Des solutions solaires pour la production d'électricité pourraient être envisagées néanmoins, le contexte urbain rend difficile de type d'exploitation.

3.2.1.3 L'énergie éolienne

Le Schéma régional Eolien en Aquitaine, approuvé le 6 juillet 2012, définit des zones favorables au développement de l'énergie éolienne.

Ces zones favorables ont été identifiées compte tenu d'une part du potentiel éolien et d'autre part des servitudes, des règles de protection des espaces naturels ainsi que du patrimoine naturel et culturel, des ensembles paysagers, des contraintes techniques et des orientations régionales en matière de production d'énergie (SRCAE³). La région bordelaise, dans laquelle est localisée la zone d'étude, bénéficie de vitesses moyennes de vents favorables à la production d'énergie éolienne.

Toutefois, la zone d'étude présente les contraintes suivantes pour l'installation d'éoliennes : urbanisation, zones de protection de sites inscrits, sites UNESCO etc. La commune de Bordeaux est classée dans les communes situées en contraintes absolues, comme le montre la carte ci-dessous.

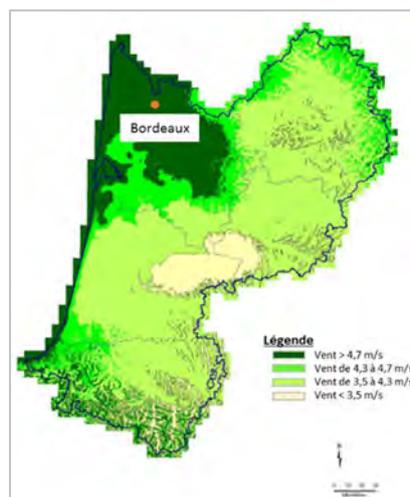


Figure 4 : Vitesses de vent (source : SRE)

³ Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

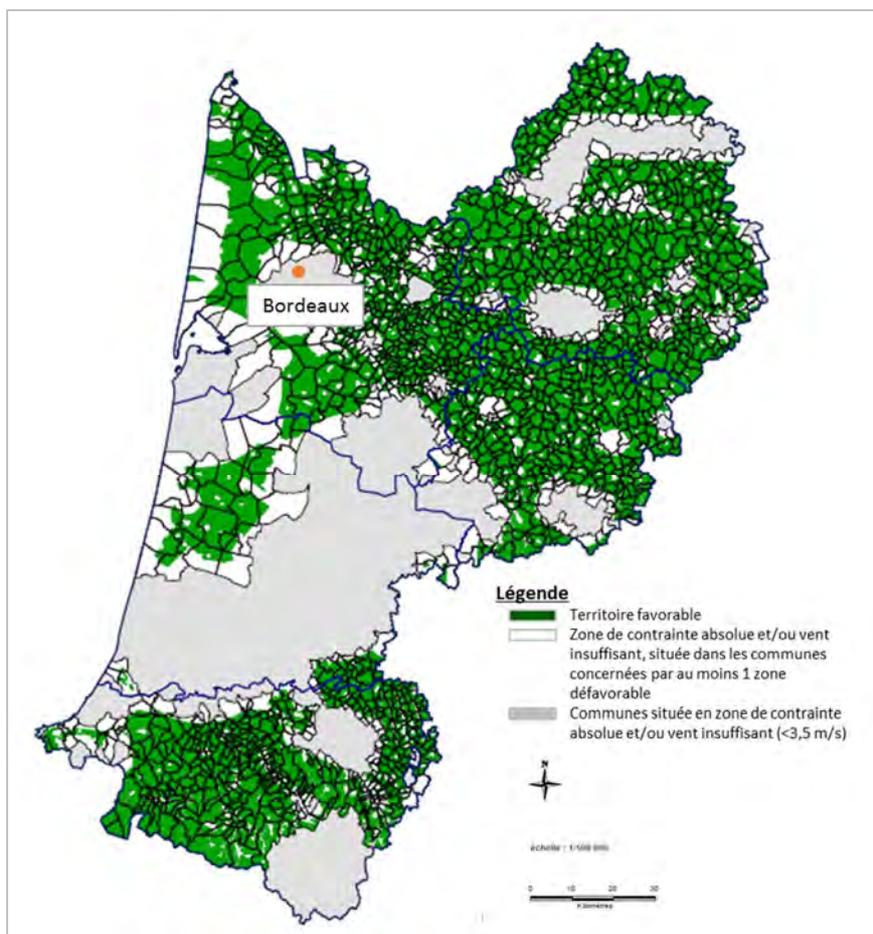


Figure 5 : Zones favorables à l'éolien (source : SRE)

Par ailleurs, le Tribunal Administratif de Bordeaux a annulé par décision du 12 février 2015 les arrêtés préfectoraux des 6 juillet et 28 septembre 2012 approuvant le Schéma Régional Eolien (SRE) en Aquitaine. L'annulation a été actée à cause du caractère obsolète des schémas par rapport aux territoires dans lesquels ils s'insèrent. Une remise à l'étude devrait faire naître de nouveaux SRE en phase avec le territoire aquitain.

Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude n'est pas une zone favorable à l'exploitation de l'énergie éolienne.

3.2.1.4 La géothermie

La géothermie est l'exploitation de la chaleur du sous-sol à des fins énergétiques. Il en existe plusieurs types :

- ▶ La géothermie profonde (plus de 3 000 m de profondeur) : est destinée à la production d'électricité. Elle s'apparente à la création artificielle d'un gisement géothermique dans un massif cristallin. A trois, quatre ou cinq kilomètres de profondeur, de l'eau est injectée sous pression dans la roche. Elle se réchauffe en circulant dans les failles et la vapeur qui s'en dégage est pompée jusqu'à un échangeur de chaleur permettant la production d'électricité ;

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- ▶ La géothermie haute énergie (température supérieure à 150°C) : les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé ;
- ▶ La géothermie moyenne énergie (température comprise entre 90 et 150°C) : elle est destinée à des usages thermiques tels que les utilisations industrielles et peut être utilisée pour la production d'électricité. Elle se trouve dans des zones inférieures à 1 000 mètres. Elle se situe également dans les bassins sédimentaires, à des profondeurs allant de 2 000 à 4 000 mètres ;
- ▶ La géothermie basse énergie (température comprise entre 30 et 90°C) est destinée au chauffage urbain, à certaines utilisations industrielles, au thermalisme ou encore à la balnéothérapie. L'essentiel des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires (profondeur comprise entre 1 500 et 2 500 mètres). Selon la température de l'eau, l'utilisation d'une PAC (Pompe à Chaleur) peut s'avérer nécessaire afin de valoriser au mieux l'énergie thermique de la nappe. Plus d'une trentaine d'exploitations de ce type sont exploitées en Ile de France pour alimenter des réseaux de chaleur depuis les années 80 à partir de l'aquifère du Dogger, le projet de géothermie PGE à Bordeaux vise une exploitation similaire ;
- ▶ La géothermie très basse énergie (température inférieure à 30°C) : les réservoirs se situent à moins de 100 m de profondeur. Par l'intermédiaire d'une PAC, l'énergie du sous-sol et des aquifères qui s'y trouvent est utilisée pour le chauffage et le rafraîchissement de locaux.

Sur le territoire de Bordeaux Métropole, des forages sont déjà présents pour l'exploitation de l'énergie géothermique. Ces forages sont décrits dans le paragraphe 4.2.4.

Le projet de réalisation de la boucle géothermale faisant l'objet de cette étude d'impact concerne l'exploration et l'exploitation de la ressource à environ 1 600 mètre de profondeur, à l'horizon Jurassique d'une eau à environ 70°C. Il s'agit donc d'une géothermie basse énergie.

Ainsi, la zone d'étude est propice à l'exploitation de l'énergie géothermique.

Le projet, par le doublet géothermique, permet d'assurer la production d'énergie renouvelable avec des pompes à chaleur permettant de relever les températures et d'exploiter pleinement le potentiel de cette ressource.



Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude est propice à l'exploitation de l'énergie géothermique.

3.3 Etude des Variantes

3.3.1 Variantes

Un premier scénario de tracé situe le passage de la canalisation reliant le puits d'injection et le puits de production au droit du site Brazza. Toutefois, une servitude d'utilité publique de pollution a été créée par arrêté préfectoral du 28 avril 2017.

C'est pourquoi, au vu des contraintes de restriction de l'usage du sol et du sous-sol un deuxième scénario a été retenu. Dans ce dernier, la canalisation contourne le site de Brazza en longeant la Garonne.

3.3.2 Solution de repli

S'il s'avère qu'aucune ressource géothermique n'est présente à l'horizon Jurassique, un repli est assuré à l'horizon Crétacé, c'est-à-dire à environ 800 mètres de profondeur avec une eau à 45°C. Le Crétacé doit produire 200m³/h en pointe (hypothèses retenues pour l'exploitation de ce réservoir).

Cette ressource est d'ores et déjà utilisée avec succès par plusieurs forages dans l'agglomération bordelaise. Là aussi, des pompes à chaleur seraient mises en place, complétées par une chaufferie biomasse d'une puissance de 7,5 MW pour obtenir un taux satisfaisant d'énergie renouvelable.

Les besoins d'appoint et de secours sont dans ce cas également couverts par des chaudières au gaz et le taux d'ENR visé reste de 82 %.



Ce qu'il faut retenir...

Si aucune ressource géothermique n'est présente dans l'horizon Jurassique, un repli est assuré à l'horizon Crétacé.

3.4 Localisation du projet

Les deux puits, ainsi que la canalisation, sont situés sur la rive droite de la Garonne, à proximité du Quai de Brazza sur la commune de Bordeaux, comme le présente la Figure 6.

Le périmètre d'étude, qui correspond au périmètre de recherche, s'étend sur les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon. Il s'agit du périmètre dans lequel seront analysées les incidences du projet sur l'environnement.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

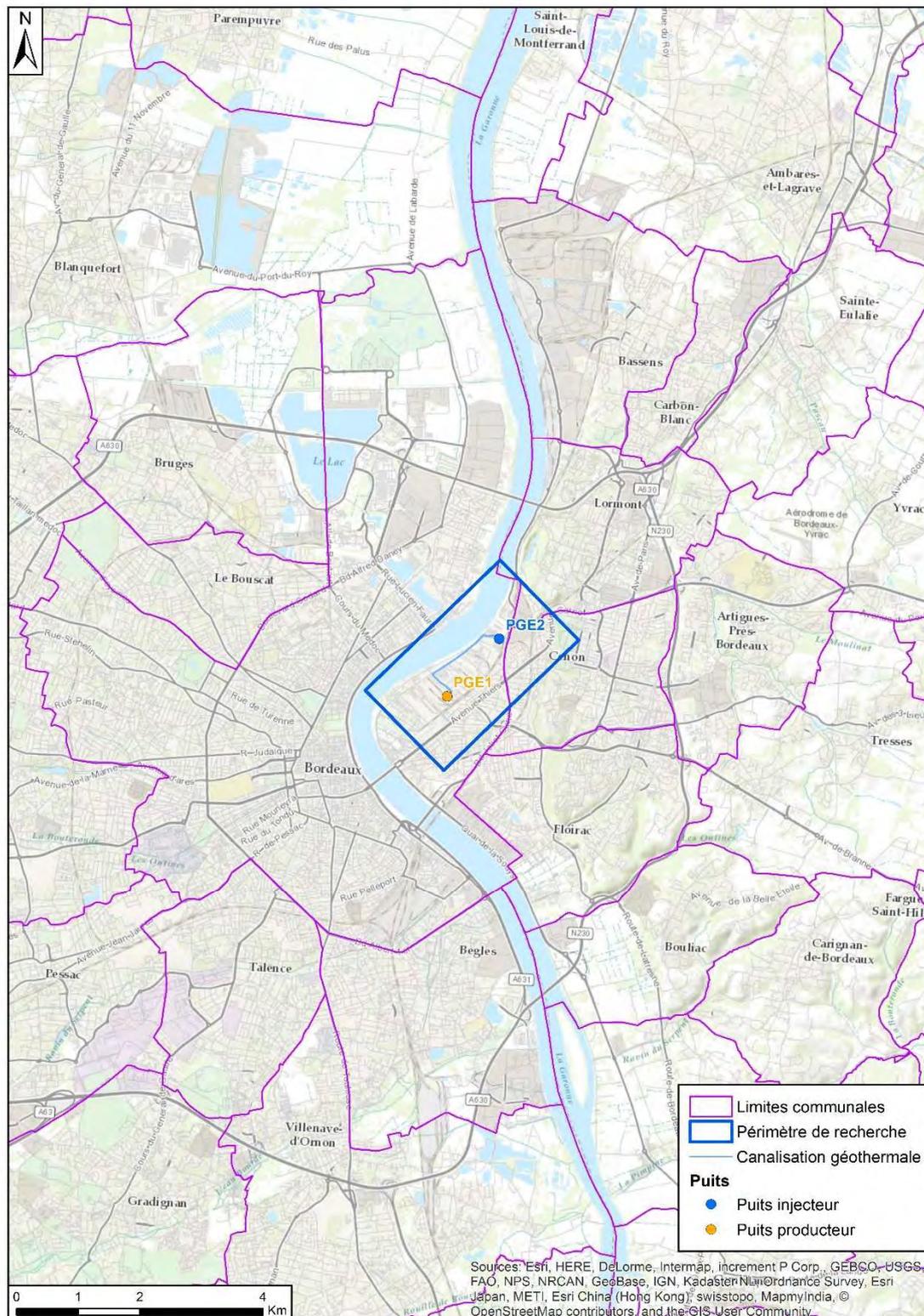


Figure 6 : Localisation des puits et du périmètre de recherche (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- **Le puits de production - PGE1** se situe au sud-est de cette zone d'activité, à hauteur de la rue du Commandant Cousteau sur le terrain des Grands Moulins. Il est localisé au niveau de la parcelle cadastrale 146. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

Nom	X L93	Y L93
PGE1	419570,372	6423124,58



Figure 7 : Localisation du puits de production (source : Storengy)

- **Le puits d'injection - PGE2** se situe au nord-ouest de la zone d'activité de Brazza, à proximité de la rue Charles Chaigneau et du Boulevard André Ricard sur le terrain Brazza Chaigneau. Le terrain est localisé au niveau des parcelles cadastrales 7, 9 et 30. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

Nom	X L93	Y L93
PGE2	420415,952795	6424065,620989

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Figure 8 : Localisation du puits d'injection (source : Storengy)

- **Localisation de la canalisation** : elle relie les puits PGE1 et PGE2 (cf. Figure 6). Le tracé prévisionnel intersecte des parcelles des sections AF et AD.

3.5 Caractéristiques des ouvrages

Dans le cas bordelais, en l'absence de référence, seule l'exploration in situ pourra permettre de statuer sur les débits réels, les possibilités de réinjection et les caractéristiques physicochimiques de l'eau. L'hypothèse retenue pour l'exploitation du réservoir Jurassique est une production de 300m³/h (cas majorant).

La boucle géothermale est constituée des équipements suivants :

- Deux forages verticaux : les têtes de puits seront logées dans une cave en béton à environ 3 mètres de profondeur ;
- Une canalisation reliant les deux puits permettra le recyclage de l'eau produite. La canalisation géothermale sera positionnée dans une tranchée commune avec le réseau de chaleur et empruntera le réseau VRD existant et futur. La longueur de la canalisation entre le puit producteur et l'échangeur du local géothermique sera de 17 m environ. Elle sera posée sur lit de sable avec un grillage avertisseur. Les incidences de la pose de la canalisations sont résumés dans le Tableau 3 : Récapitulatif des incidences de la canalisation.

La canalisation entre l'échangeur du puits de production et le puit de réinjection représentera 1,5 km. Le diamètre nominal des canalisations sera de 250mm ;

- Deux pompes nécessaires au fonctionnement des deux puits de réinjection et de production. Les pompes seront horizontales multicellulaire. Ces dernières seront localisées à proximité des forages :
 - ▷ Une pompe d'exhaure intégrée au puits de production de la parcelle des Grands Moulins à une profondeur comprise entre 1000 et 500 mètres. Les commandes électriques seront quant à elles situées dans la centrale/chaufferie qui sera construite à proximité du puits PGE1;
 - ▷ Une pompe d'injection située dans un local dédié sur la parcelle Brazza Chaigneau pour le puits de réinjection.

La Figure 9 présente l'organisation de la boucle géothermale.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

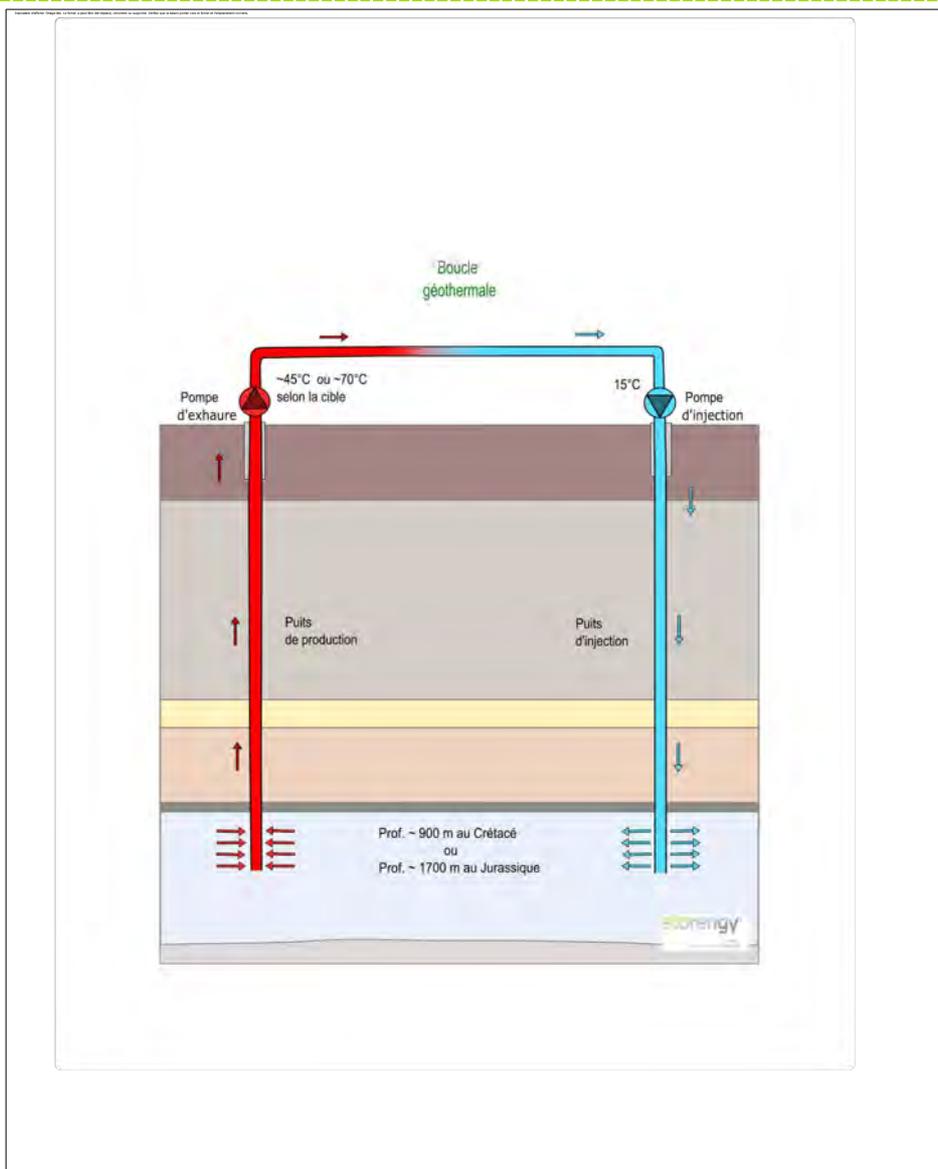


Figure 9 : Schéma de la boucle géothermique (Source : Storengy)

Tableau 3 : Récapitulatif des incidences de la canalisation

Thème	Descriptif de l'incidence pendant et après la phase chantier	Appréciation de l'incidence
Réseaux	Le projet induit la création d'un linéaire important de réseaux sous voirie.	Incidence non significative
Urbanisme	Le projet s'inscrit dans le projet urbain de la Rive Droite et permettra de réhabiliter un ancien site industriel.	Incidence positive
Patrimoine	La zone du projet est hors du secteur sauvegardé faisant l'objet du plan de sauvegarde et de mise en valeur. Elle fait en revanche partie du périmètre de la zone tampon UNESCO au niveau du quai de Brazza et quai des Queyries, ce pendant le réseau	Incidence non significative

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

	<p>passera sous chaussées et n'aura aucune incidence sur le milieu.</p> <p>L'emprise du projet n'est concernée par aucune zone de protection ou de sensibilité archéologique pouvant induire la réalisation de fouilles, mise à part un point au niveau de la ZAC Garonne Eiffel. Celle-ci sera portée par la ZAC.</p> <p>Aucun monument historique classé n'est à proximité de la zone d'implantation du réseau souterrain, il n'y aura pas de risque de covisibilité entre les monuments historiques et le projet.</p>	
Risques naturels	<p>Le projet sera réalisé selon les prescriptions constructives applicables à la zone.</p> <p>Des études hydrauliques sont en cours pour définir et minimiser les remblaiements nécessaires, et le cas échéant, garantir l'absence d'incidence sur des tiers en modélant les terrains concernés.</p>	Incidence non significative
Eau	<p>La zone du projet est hors périmètre de protection de captage pour l'alimentation en eau potable.</p> <p>Une grande partie des travaux en zone inondables, un suivi quotidien de la situation vis-à-vis du risque de crue, sera assuré via le service de prévision des crues. En cas d'alerte inondation, les tranchées blindées seront remblayées et toutes les mesures seront prises afin de préserver l'environnement, les biens et les personnes.</p> <p>Le projet n'atteindra pas les nappes d'eaux souterraines (faible profondeur d'enfouissement).</p>	Incidence non significative
Air	<p>En phase travaux, les tranchées ou les chaussées seront arrosées pour limiter les envols de poussière.</p> <p>L'humidification des déblais et un balayage régulier limiteront également ces envols.</p>	Incidence non significative
Bruit	<p>Les nuisances sonores seront limitées dans le temps. Une clause de respect absolu des horaires de chantier en semaine et une limitation des horaires de travail en fin de semaine et jours fériés sera acceptée explicitement par toutes les entreprises travaillant sur le chantier sauf cas de force majeure soumis à l'accord préalable de Bordeaux Métropole.</p> <p>La gestion du bruit sera mise en place avec une programmation des engins les plus bruyants, des horaires aménagés et une réduction du temps d'utilisation des équipements bruyants.</p>	Incidence réduite
Déchets	<p>La gestion des déchets, en phase travaux garantira le respect de l'hygiène, la sécurité et la protection de la santé publique.</p> <p>Tous les déchets produits lors de la phase chantier seront triés, collectés régulièrement et traités dans</p>	Incidence non significative

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

	des filières agréées. Le personnel de chantier sera sensibilisé et formé. Certains déchets dangereux tels que les solvants feront l'objet d'un bordereau de suivi.	
Sol	Le projet ne constitue pas une source de pollution des sols. Cependant, en phase travaux, toutes les mesures de sécurité seront prises pour éviter toute éventuelle pollution.	Incidence non significative
Faune, flore et habitats naturelles	Le tracé retenu est en zone urbaine uniquement, il n'y aura pas d'impact sur la flore et les habitats naturels.	Incidence non significative
Trafic	Un schéma de circulation des engins de chantier sera fixé afin de s'adapter aux différentes phases de travaux., Les engins seront stationnés dans des endroits non susceptibles de créer une gêne pour la circulation automobile. Le trafic routier supplémentaire lié à la livraison et l'expédition de matériaux sur chantier restera limité. Le tracé retenu pour le réseau de chaleur évite les principaux axes de circulation.	Incidence réduite

Ce qu'il faut retenir...

La boucle géothermale est constituée des équipements suivants :

-  *Deux forages verticaux ;*
-  *Une canalisation reliant les deux puits ;*
-  *Deux pompes nécessaires au fonctionnement des deux puits de réinjection et de production.*

4 DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT – ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

4.1 Rappel de la localisation et délimitation de la zone d'étude

Le projet est localisé dans la **région Nouvelle Aquitaine**, dans le département de la **Gironde (33)**.

Les trois communes interceptées par le périmètre d'étude (**Bordeaux, Cenon et Lormont**), ainsi que 23 autres communes, font partie de **Bordeaux Métropole**. Ce regroupement de 28 communes réparties de part et d'autre de la Garonne (cf. Figure 10) compte près de 750 000 habitants autour de la ville centre de Bordeaux.

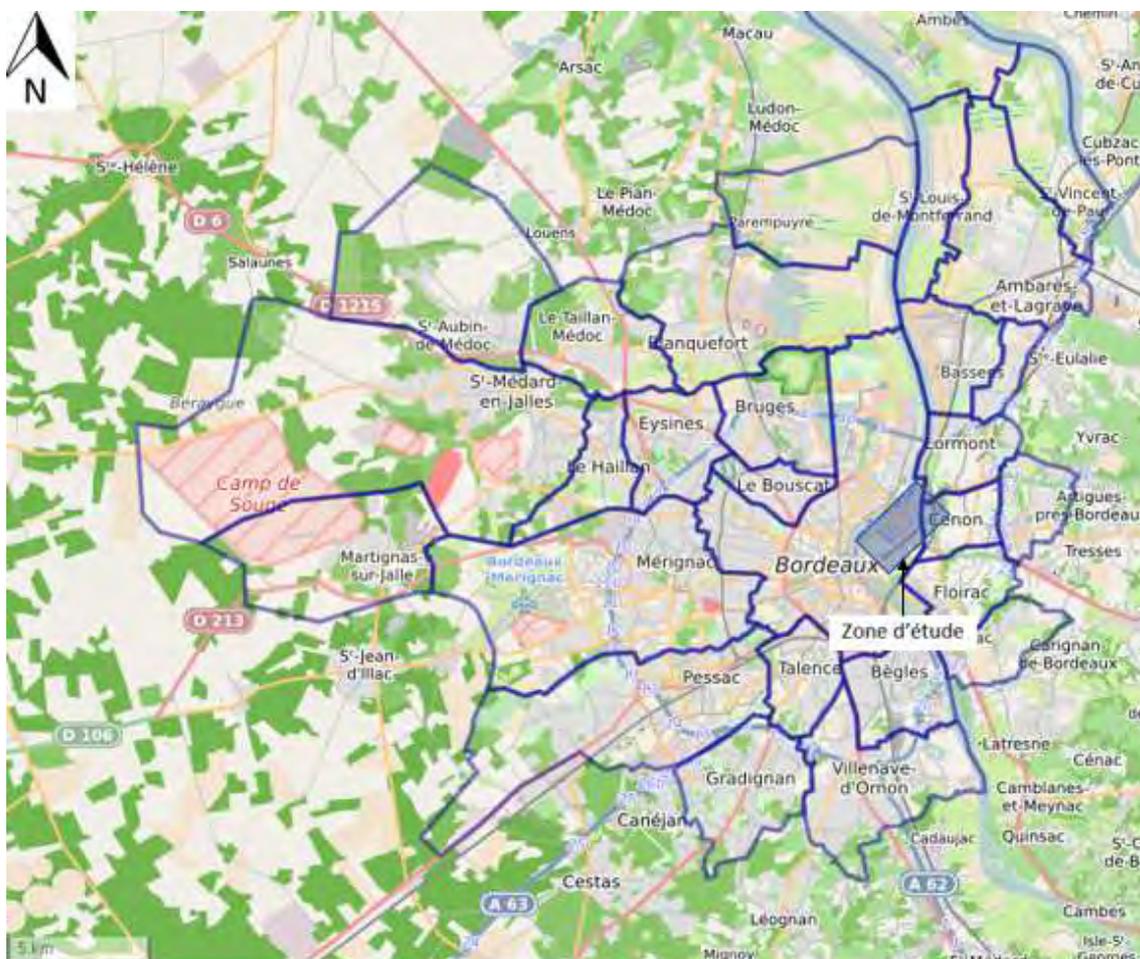


Figure 10 : Localisation du territoire de Bordeaux Métropole (source : <http://www.bordeaux-metropole.fr>)

Plus particulièrement, la **zone d'étude** (appelée également périmètre d'étude dans la suite du document), située à cheval sur les **communes de Bordeaux, Cenon et Lormont**, est présentée dans la carte ci-dessous :

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

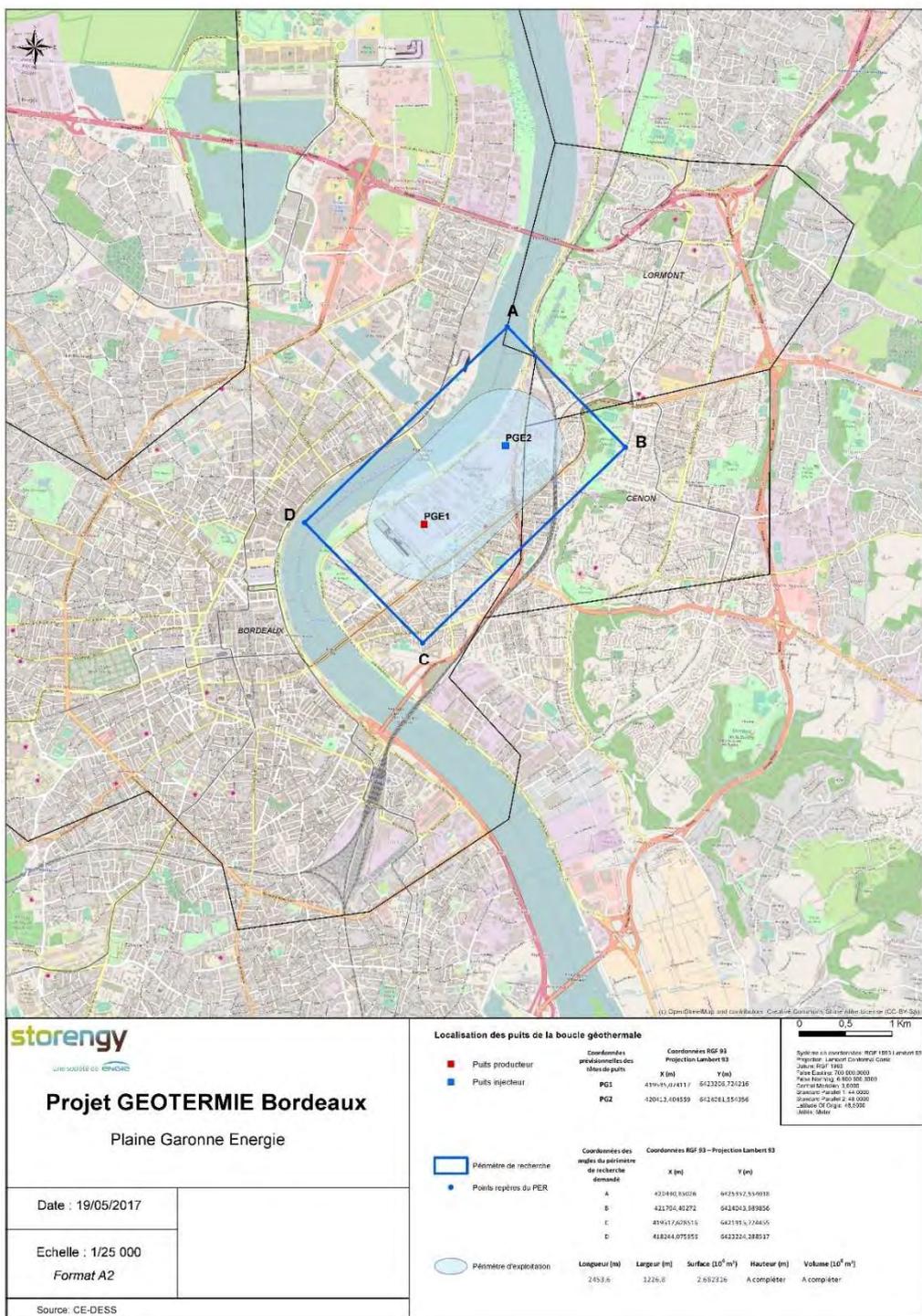


Figure 11 : Périmètre de la zone d'étude (source : Storengy)

Comme le montre la Figure 11, les deux puits de la boucle géothermale, le puits producteur (PGE1) et le puits d'injection (PGE2), sont situés sur la rive droite de la Garonne, à proximité du Quai de Brazza (cf. Figure 6).

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

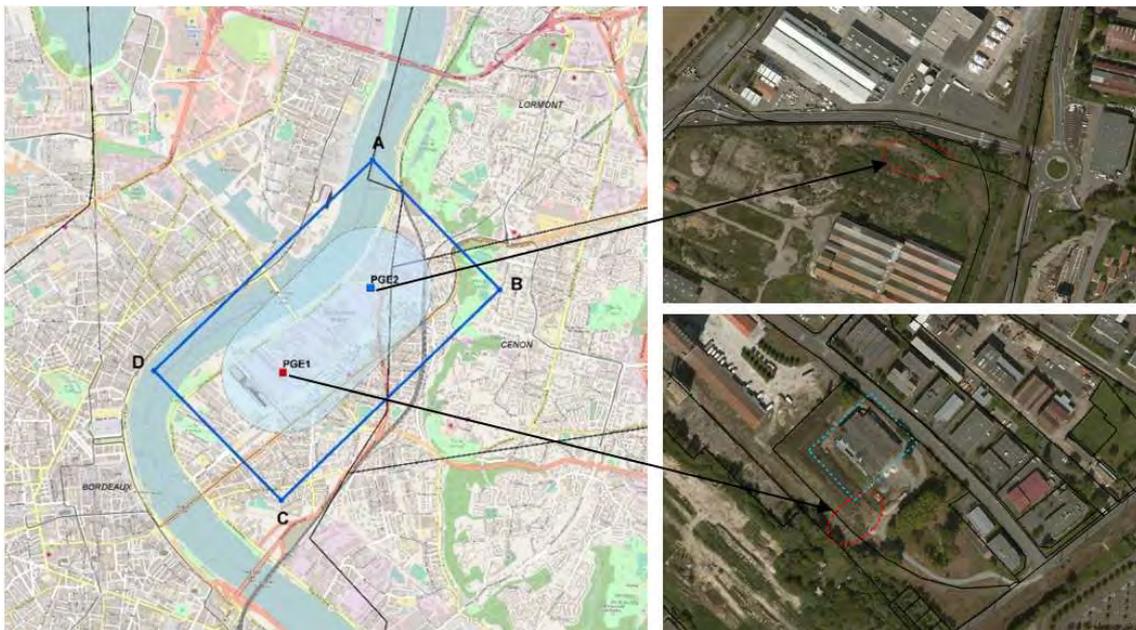


Figure 12 : Localisation des puits (source : Storengy)

La zone d'étude est ancrée dans un contexte très urbain, industriel (zone d'activité) et en pleine mutation.

Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude est située à cheval sur les communes de Bordeaux, Cenon et Lormont. Les deux puits et la canalisation qui les relie seront réalisés à proximité de la Garonne, au sein d'une zone d'activité de la commune de Bordeaux.

4.2 Environnement physique

4.2.1 Topographie et relief

La commune de Bordeaux est située à une altitude moyenne de 15 mètres. Elle est traversée par la Garonne. Les communes de Cenon et Lormont sont quant à elles à respectivement 5 à 75 mètres et 4 à 63 mètres d'altitude. Toutes deux sont localisées à proximité de la Garonne, sur la rive droite. La rive gauche de la Garonne est composée de grandes plaines. C'est ici qu'est située la plus grande partie de la ville de Bordeaux. Malgré les quelques collines, l'altitude moyenne de cette rive reste très faible, autour de 20 mètres au plus haut. La rive droite quant à elle est constituée d'une plaine basse qui laisse rapidement place à un plateau dont l'altitude peut atteindre 90 mètres.

La Figure 13 présente la topographie dans la région de la zone d'étude.

Les terrains des puits PGE1 et PGE2 ne présentent pas de différentiel topographique conséquent.



Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude se situe au niveau d'une plaine alluviale.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Figure 13 : Topographie aux alentours de la zone d'étude (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.2.2 Contexte climatique

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent de la station Météo France de Bordeaux-Mérignac, située à environ 10 km du périmètre d'étude (cf. Figure), et qui selon les thématiques couvrent les périodes allant de 1971 à 2009 ou de 1950 à 2010.

La station Bordeaux-Mérignac se situe à une altitude de 47 mètres, et fonctionne depuis 1920. Ses coordonnées sont les suivantes :

- ▷ Latitude : 44°49'500" Nord
- ▷ Longitude : 0°41'29" Ouest

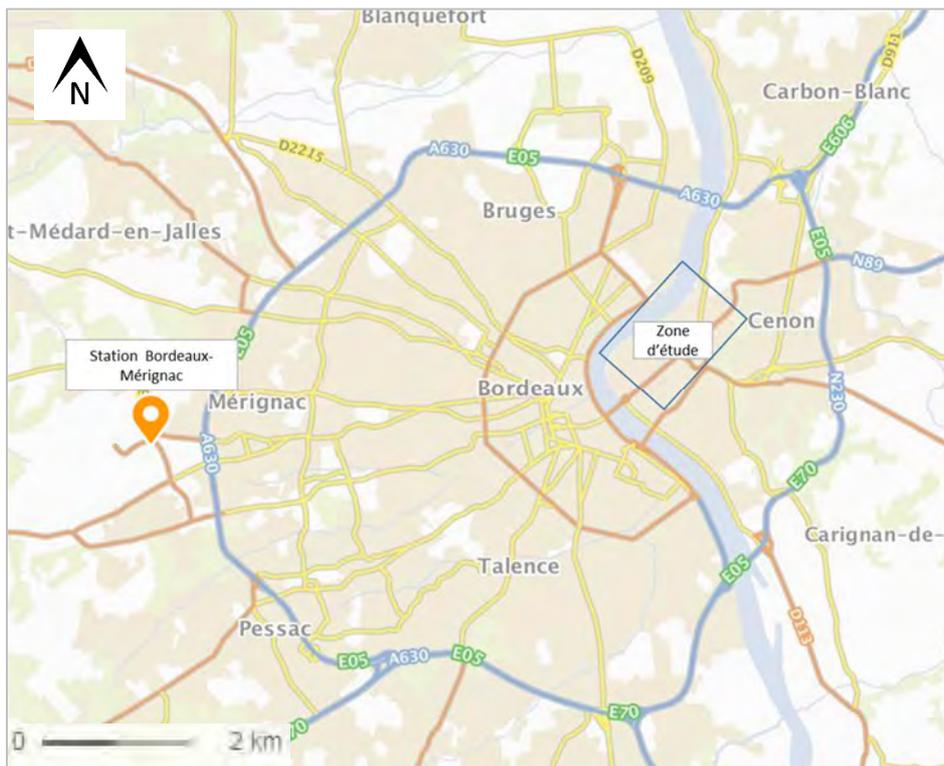


Figure 14 : Localisation de la station Météo France Bordeaux-Mérignac (source : Géoportail / Météo France)

Les villes de Bordeaux, Cenon et Lormont jouissent d'un climat océanique caractérisé notamment par un faible écart des températures entre l'hiver et l'été.

○ Température

La température moyenne au niveau de la station de Bordeaux-Mérignac oscille entre 6,6°C en janvier et 21°C en août.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

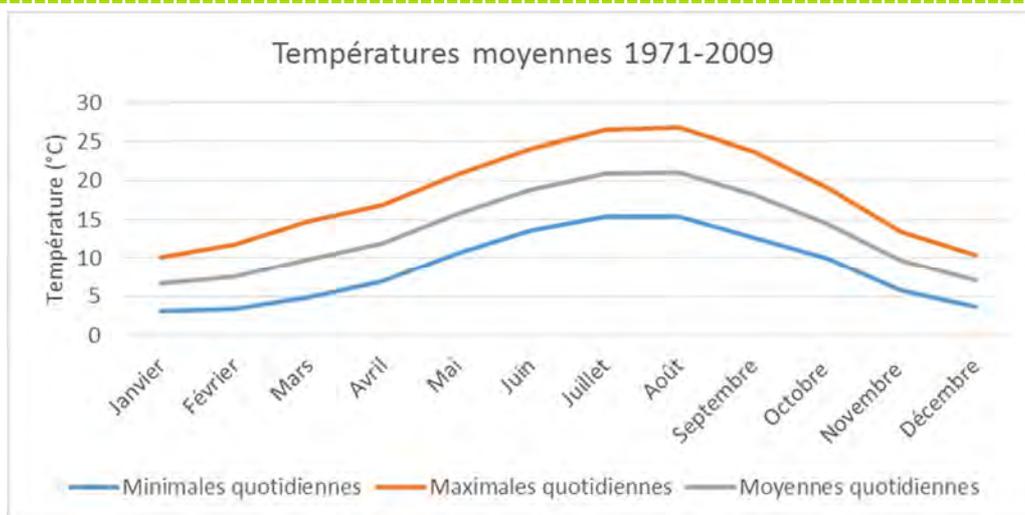


Figure 15 : Température moyennes de la Station de Bordeaux-Mérignac (source : Météo France)

La température la plus basse observée à la station est de -16,4°C, en janvier 1985, tandis que la plus haute est de 40,7°C en août 2003.

Les fortes gelées ne sont pas fréquentes, avec 3,1 jours de fortes gelées ($T < -5^{\circ}\text{C}$) par an en moyenne entre 1971 et 2009. On observe en moyenne sur cette période 30,6 jours de gel, c'est-à-dire avec une température inférieure à 0°C mais supérieure à -5°C.

○ Précipitations

Le graphique ci-dessous présente les précipitations moyennes sur le secteur, pour la période 1971-2009.

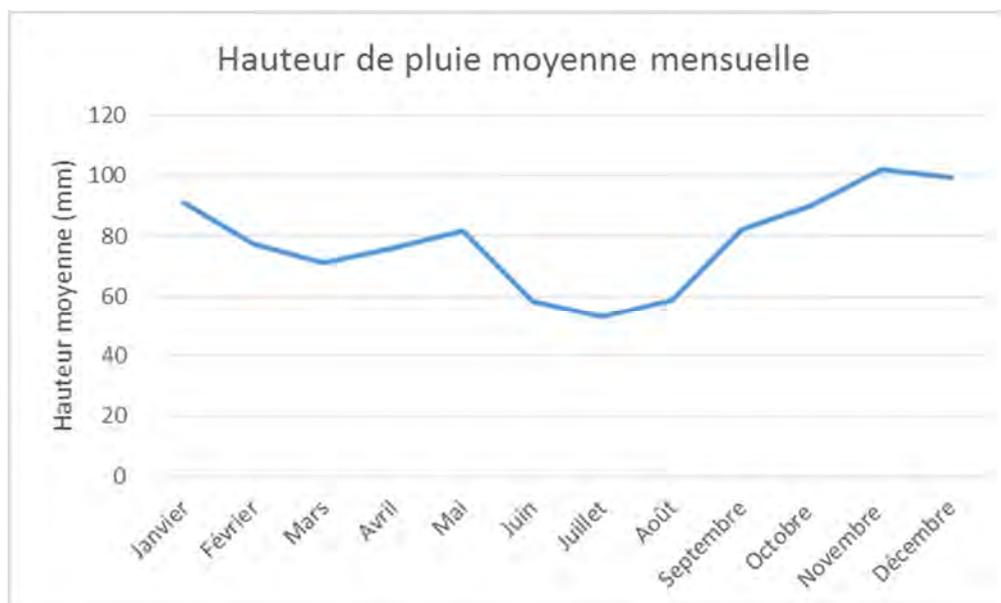


Figure 16 : Précipitations moyennes de la station Bordeaux-Mérignac (source : Météo France)

La moyenne annuelle de précipitations est de 941,1mm. Il pleut en moyenne 125,2 jours par an pour une pluie comprise entre 1 et 10 mm, et 30,3 jours avec une pluie de plus de 10 mm.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Vent

Le vent moyen pour la période de 1981 à 2010 est de 11,8 mètres par seconde, avec des rafales enregistrées jusqu'à 160m/s.

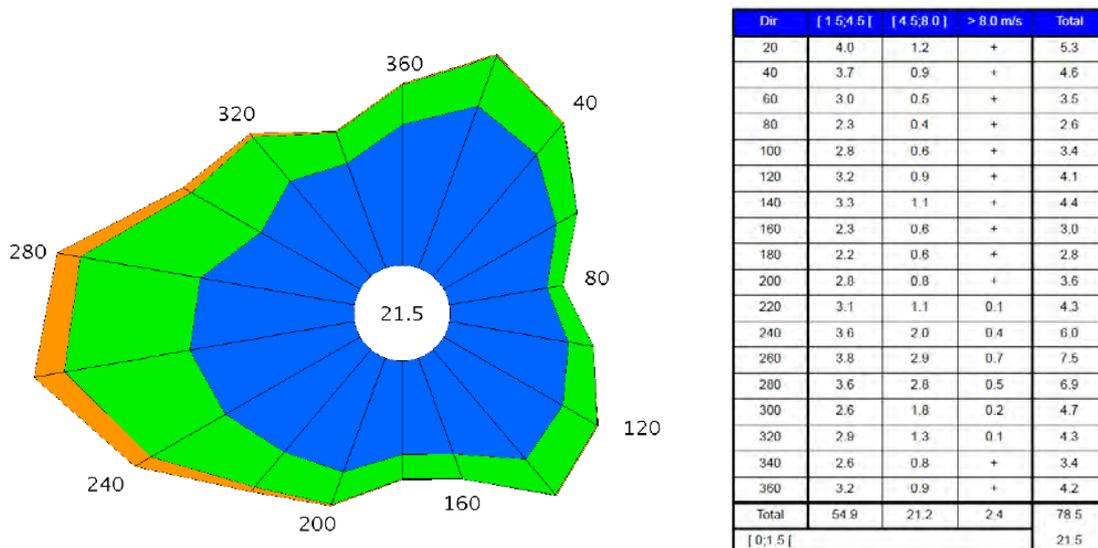


Figure 17 : Rose des vents (source : Météo France)

La rose des vents présentée ci-dessus montre que le vent dominant vient de l'Ouest, soit de l'océan Atlantique.

○ Autres phénomènes climatiques

On dénombre en moyenne 57,4 jours de brouillard par an, 28,8 jours d'orage, 4 jours de neige et 3,4 jours de grêle.

Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude bénéficie d'un climat océanique.

4.2.3 Contexte géologique

4.2.3.1 A l'échelle de la Métropole bordelaise

Source : *Caractérisation des ressources géothermales profondes au droit de la Métropole Bordelaise, BRGM rapport n° 64247, décembre 2014*

Les séries géologiques rencontrées au droit de la Métropole Bordelaise sont les suivantes :

- **Socle paléozoïque** : le socle paléozoïque est constitué sous Bordeaux par des séricitoshites rouges et noirs à veinules de quartz, des grès violacés bioclastiques et des quartzites rougeâtres à verdâtres. Le pendage des couches est fortement redressé.
- **Trias** : le Jurassique repose sur les Argiles Bariolées du Trias. Il s'agit d'argiles silteuses brun-rouge à gris-vert à évaporites et niveaux gréseux blancs à gros-vert. L'épaisseur de ces argiles est régulière au sud de Bordeaux Métropole autour de 80 mètres pouvant atteindre 120 mètres à Ste Hélène. Le Trias renferme également quelques bancs de dolomies (quelques mètres à 9 mètres maximum et des argiles conglomératiques sont

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

décrites à la base. Les dépôts fluviatiles argileux à dépôts gréseux peuvent présenter des propriétés aquifères très intéressantes toutefois leur épaisseur limitée (quelques mètres), leur répartition spatiale extrêmement aléatoire compte tenu des environnements de dépôts (chenaux fluviatiles) et la présence d'une zone à anhydrite dans l'Hettangien/Sinémurien conduisent à ne pas considérer cette ressource comme une cible potentielle pour une exploitation à des fins géothermiques. Le risque géologique est extrêmement élevé.

- **Dolomie de Carcans – Réthien moyen. A Hettangien inf :** le jurassique débute par un niveau de dolomie mince, mais continu, qui sert de calage. Il s'agit de dolomie et calcaire dolomitique gris-beige à joint argileux et bitumeux et intercalations d'anhydrites et d'argiles plus ou moins importantes. Ce niveau varie de 40 mètres à St-Jean-d'Illac à 3mètres à Bouliac. Cette formation apparait donc peu épaisse et en partie argileuse lui conférant probablement des propriétés hydrodynamiques très médiocres qui conduisent à l'écartier des cibles aquifères potentielle.
- **Zone à Anhydrite – Hetangien sup. à Sinémurien inf. :** il s'agit d'une série évaporitique constituée d'argiles à dolomie, sel et gypse (transformé en anhydrite par déshydratation) / La limite nord du sel liasique se situe justement au niveau de Bordeaux. L'épaisseur de cette série sur 4 sondages varie de 156 mètres (Ste Hélène) à 214 mètres (Bouliac).
- **Calcaire à Filaments – Sinémurien sup. à Oxfordien inf. :** il s'agit d'une série carbonatée (calcaire dolomitisé, calcaire micritique à gravelles, calcaire argileux) qui s'étend sur une très grande période comprenant quasiment tout le Lias, tout le Dogger et la base du Malm. Toutefois, il est très probable qu'une partie de la série soit érodée ou réduite. Son épaisseur varie de 138 mètres à 200 mètres. Cette formation présente un potentiel pour une exploitation à des fins géothermiques.
- **Marnes Noires à Ammonites -Oxfordien sup. :** il s'agit de marnes et d'argiles calcaires à rares niveaux de calcaires argileux. Elles renferment des fossiles pyrites d'ammonites et bélemnites. Cette formation constitue une excellente éponte avec épaisseur régulière de 100 mètres environ.
- **Calcaire de St Martin – Kimméridgien inf. à sup. basal :** il s'agit de calcaires compacts à interbancs argileux plus prononcés à la base de la formation. L'épaisseur varie de 63 mètres (St-Jean d'Illac) à 88 mètres (Saint Hélène).
- **Marno-calcaires de Lamarque- Kimméridgien inf. à sup. :** il s'agit d'une alternance de calcaires en plaquettes gris-beige et de marnes gris foncé à noires à débris ligniteux. Cette formation est épaisse : 121 mètres à St-Jean-d'Illac (sud de la Métropole). Le faciès est similaire aux Calcaires de Lamarque avec une composante argileuse moins exprimée. Il s'agit de calcaires en plaquettes gris-clair, argileux à la base. Cette formation peut être très dolomitisée et karstifiée (sondage de St-Jeean-d'Illac en perte totale).
Lorsqu'elle existe, cette formation peut être épaisse : 357 mètres à St-Jean-d'Illac et 76 mètres à Bouliac (érodée) Bouliac, seule la partie basale est présente).

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- **Dolomie de Mano – Tithonien** : il s'agit d'une dolomie brune à gris clair vacuolaire fortement karstifiée et érodée à niveau de calcaire dolomitique d'argiles calcaires noires ligniteuses. Elle n'est présente que dans le forage de St-Jean d'Illac sur 221 mètres d'épaisseur et donc vraisemblablement présente que dans l'extrême partie sud-ouest du territoire étudiée.

- **Crétacé inf.** : le Crétacé inf. sur le secteur est lacunaire, seuls quelques lambeaux de quelques mètres de sables graviers et galets subsistent parfois. Ces dépôts sont attribués à la base du Crétacé inf. et se rattachent hydro géologiquement au Cénomaniens.
Plus au sud à Saucats, les dépôts du Crétacé inf. apparaissent (calcaires, argiles ligniteuses, calcaires gréseux et grès).

- **Turonien – Cénomaniens** : A la base on rencontre 14 à 40 mètres de sables et grès à niveaux d'argiles ligniteuses (Cénomaniens inf.) puis 130 mètres de calcaire et calcaires dolomitiques (sommet du Cénomaniens inf. au Cénomaniens sup.). Au sommet se trouve les calcaires recristallisés du Turonien (entre 40 et 56 mètres d'épaisseur).

- **Sénonien (Coniacien-Santonien-Campanien)** : cet ensemble est constitué de calcaires-argileux et crayeux à niveau de silex et glauconie complétant la série crétacée par une barre calcaire épaisse de 275 mètres (Saige) à 376 mètres (Bouliac).

- **Paléocène** : le paléocène sous Bordeaux Métropole est mal connu. Il est très lacunaire et se présente souvent sous la forme de dépôts argileux beige verdâtres à rougeâtres très discontinus. On attribue au Paléocène, l'extrême sommet de la série carbonatée crétacée qui se présente sous la forme de calcaires gréseux à taches noires. L'épaisseur du Paléocène est faible et mal identifiée, surtout sur sa limite supérieure avec l'Eocène (0 à 50 mètres).

- **Eocène sp. et Oligocène** : l'Eocène sup. et l'Oligocène forment un ensemble très bariblé sous Bordeaux Métropole :
 - ▷ En rive droite (Bouliac Lormont) : on rencontre à la base une trentaine de mètres de marnes sableuses molassiques identiques dans la continuité des marnes de l'Eocène moyen. Ces marnes sont surmontées par 23 à 28 mètres de calcaire bioclastique jaune (Calcaire à Astéries).
 - ▷ En rive gauche : les dépôts molassiques et calcaires sont plus épais. Les faciès deviennent très calcaires vers l'ouest au dépend des molasses :
 - Les molasses peuvent faire jusqu'à 128 mètres (Stade univ. Pessac) et seulement 25 mètres à l'ouest (St Médard en Jalles).
 - Les calcaires font entre 42 mètres à l'Est (Stade universitaire) jusqu'à 135 mètres à l'Ouest (Saint Médard).

Partout sous Bordeaux Métropole, le Chattien (Oligocène sup.) semble lacunaire ou de très faible épaisseur (argiles ocre, noires à bleu-vert).

- **Miocène** : Le Miocène est très variable en faciès et en épaisseur. Il est très souvent lacunaire (Benauges, Meriadec, stade universitaire de Pessac). Les faciès miocènes sont constitués d'un mélange de grès coquillier à matrice argilo-carbonatée (faluns) et de

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

marnes. Leur épaisseur augmente vers l'est : 4 mètres à Lormont à 69 mètres à St Médard en Jalles.

- **Miocène sup. – Pliocène, Quaternaire** : La fin du Miocène et le Pliocène est lacunaire sous Bordeaux Métropole. Les dépôts reprennent au Pléistocène inf. (base du Quaternaire) avec la Formation de Belin (sables et graviers blancs), puis se poursuivent par les dépôts de terrasses fluviales et un recouvrement tardif de sables et poussières éoliens. L'épaisseur du Quaternaire varie de 2 mètres (Saige) à 46 mètres (Saint Jean d'Illac).

Ce qu'il faut retenir...

De nombreuses séries géologiques se superposent au droit de Bordeaux Métropole.

4.2.3.2 A l'échelle du périmètre d'étude

Source : Fiche Infoterre de Bordeaux - BRGM

La zone d'étude est géologiquement rattachée **au bassin sédimentaire aquitain**, constitué d'empilement de couches perméables de grès ou de calcaires alternant avec des argiles et des marnes imperméables. Plus précisément, le périmètre d'étude se situe dans **la plaine alluviale de la Garonne**.

Les couches les plus anciennes du bassin sédimentaire affleurent à l'Est et au Nord, et sont recouvertes par des couches plus récentes qui s'épaississent et s'approfondissent en direction de l'Ouest.

Le contexte géologique du périmètre d'étude est illustré dans la carte ci-après (cf. Figure 18).

Les formations superficielles interceptées par le périmètre d'étude sont les suivantes :

- « **Formation des argiles de mattes, tourbes et argiles tourbeuses** » (Fyb, FybT), sur laquelle sont implantés les forages. Cette formation du Quaternaire qui correspond à la basse vallée de la Garonne et de la Dordogne est représentée dans les marais actuels qui bordent la Garonne tant en rive gauche qu'en rive droite. Cet ensemble est constitué par des argiles bleuâtres à grisâtres à passées tourbeuses (Fyb) ainsi que des tourbes (FybT). La phase argileuse est dominée par les minéraux micacés.
- « **Formation de limons et argiles sableuses partiellement colluvionnées** » (Cf). Cette formation est composée d'argiles sableuses et de limons rougeâtres à grisâtres à graviers épars. L'épaisseurs varie très légèrement de 0,5 m à 6 mètres.
- « **Formation d'éboulis mixtes issus des formations fluviales et tertiaires** » (CF-g) : cette formation de versant, est constituée à la fois par du matériel issu des formations fluviales et par des formations tertiaires. Elle se rencontre au bas de la falaise dans la zone comprise entre Carbon-Blanc, Lormont, Cenon et Floirac. Ces dépôts résultent en majeure partie de l'altération de la falaise calcaire par des actions physico-chimiques et de l'entraînement par ruissellement des formations fluviales.
- « **Formation de sables argileux et graviers du système de Dordogne** » (FXbD) : elle est constituée par des sables et des graviers emballés dans une gangue argileuse rougeâtre.

Ce qu'il faut retenir...

La plaine sur laquelle est située la zone d'étude est une plaine sédimentaire du Quaternaire.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

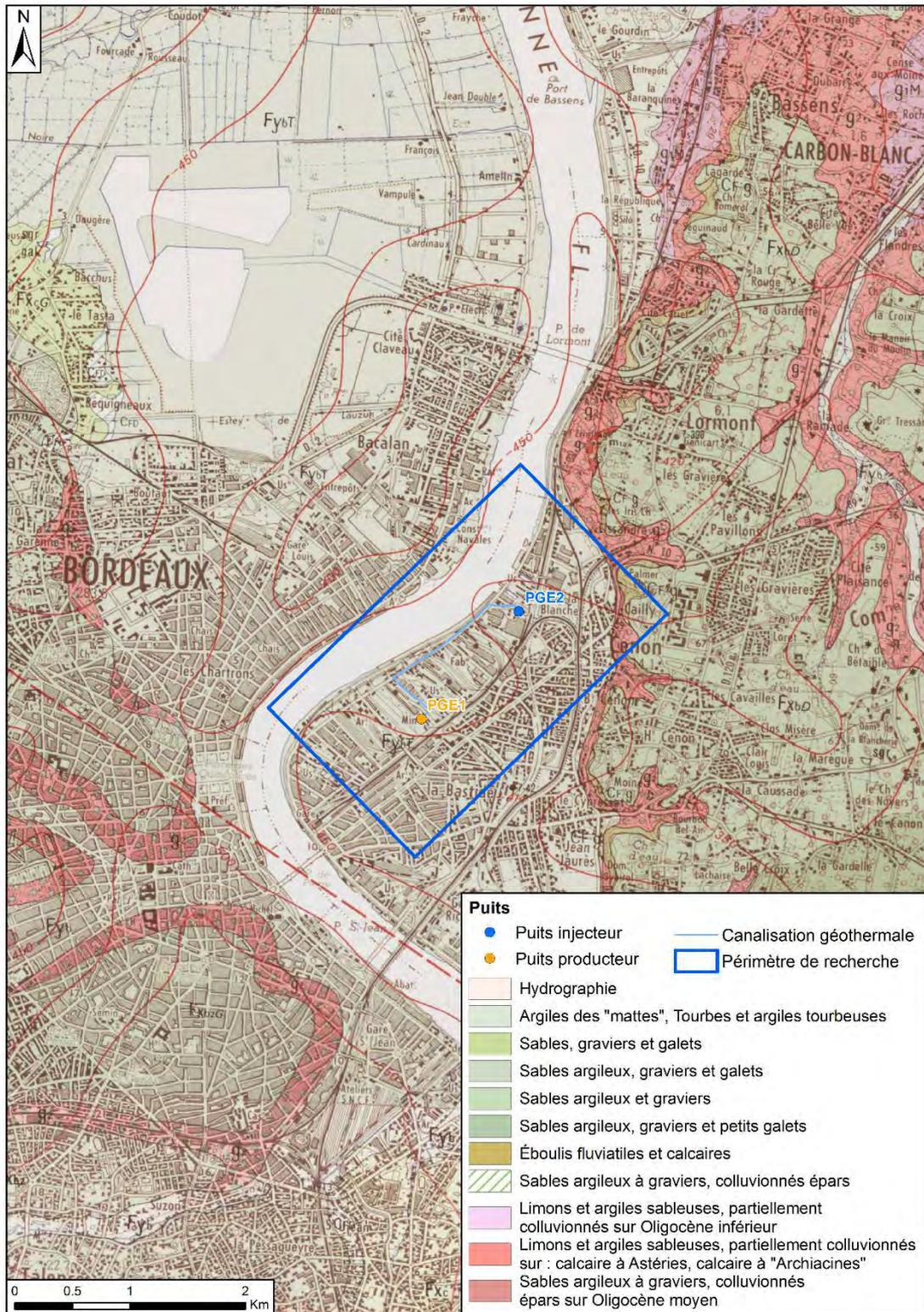


Figure 18 : Carte géologique (source : SAFEGE)

4.2.4 Contexte hydrogéologique

4.2.4.1 Aquifères

Source : Rapports BRGM RP-64247 de décembre 2014 et RP-56120 de février 2008.

Un aquifère est une formation géologique composée de roches perméables (formations poreuses et/ou fissurées) contenant de l'eau en quantité significative. Une nappe d'eau souterraine constitue la partie saturée en eau d'un aquifère.

Au droit de Bordeaux Métropole, plusieurs aquifères profonds sont présents. Du plus superficiel au plus profond, il s'agit des suivants :

- Les formations quaternaires, contenant la nappe alluviale. Les températures varient entre 15 et 20°C ;
- L'Eocène supérieur à moyen, un niveau de calcaire et calcaire gréseux peu productif ;
- L'Eocène moyen à inférieur, un niveau sableux. Il est très productif et très exploité, en particulier au niveau de Bordeaux. Une déplétion est présente au niveau de la région bordelaise, et cette nappe est surveillée dans le SAGE nappe profonde en Gironde. La température oscille entre 20 et 24 °C ;
- Le Campano-Maastrichien calcaire (Crétacé supérieur), qui présente des caractéristiques techniques hydrodynamiques médiocres et un rabattement important provoqué par les prélèvements à l'Eocène ;
- Le Cénomaniens-Turonien (ou Crétacé) : un aquifère (présent au droit du secteur du projet) avec une partie carbonatée et une partie sablo-gréseuse à la base. La température de l'eau au droit du puits de Benauges est d'environ 45°C. Ce réservoir est exclusivement exploité pour la géothermie à Bordeaux mais sans réinjection jusqu'à présent ;
- Le Crétacé inférieur sableux (ou faciès Wealdiens), dont la partie terminale est rencontrée sur les puits de Mérignac et Pessac (non présents au droit du secteur du projet Plaine Rive Droite) ;
- Les aquifères Jurassiques au droit du secteur du projet ;
- La Dolomie de Mano (Thitonien) ;
- Calcaire à filaments (Sinémurien sup à Oxfordien moyen) : une formation dont les propriétés aquifères sont liées à une diagenèse et une dolomitisation des formations carbonatées ;
- La Dolomie à Carcans.

Ce qu'il faut retenir...

Plusieurs systèmes aquifères sont présents au droit de Bordeaux métropole :

- *Les nappes libres des alluvions anciennes et récentes ;*
- *Les nappes demi-profondes du Miocènes, des calcaires oligocènes et du complexe aquifère Eocène ;*
- *Les nappes profondes du Crétacé supérieur, des sables infra-éocènes et du Cénomaniens/Turonien ;*
- *Les dolomies et calcaires du jurassique.*

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.2.4.2 Qualité des eaux souterraines

Les masses d'eau souterraines situées au droit du périmètre d'étude sont les suivantes :

- Alluvions de la Garonne aval (FRFG062) ;
- Calcaires de l'Entre 2 Mers du bassin versant de la Garonne (FRFG068) ;
- Sables, graviers, calcaires de l'Eocène nord AG (FRFG071) ;
- Calcaire du sommet du Crétacé supérieur captif nord-aquitain (FRFG072) ;
- Calcaire et sables du Turonien Coniacien captif nord-aquitain (FRFG073) ;
- Calcaires, grès et sables de l'infra-cénomaniens captif nord-aquitain (FRFG075) ;
- Masse d'eau présumée à l'horizon Jurassique.

Le bon état d'une eau souterraine est l'état atteint par une masse d'eau souterraine lorsque son **état quantitatif** et son **état chimique** sont au moins « bons ».

L'**état quantitatif** s'avère bon lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible et que les eaux souterraines ne sont pas à l'origine d'une dégradation de la qualité des masses d'eau superficielles avec lesquelles elles sont en relation

L'**état chimique** est bon lorsque les concentrations en polluants dues aux activités humaines ne dépassent pas les normes et valeurs seuils, lorsqu'elles n'entravent pas l'atteinte des objectifs fixés pour les masses d'eaux de surface alimentées par les eaux souterraines considérées et lorsqu'il n'est constaté aucune intrusion d'eau salée due aux activités humaines.

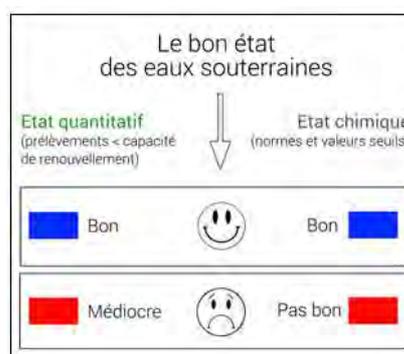


Figure 19 : Bon état des eaux souterraines (source : SIGES aquitaine)

L'état et les objectifs de qualité des eaux sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Etat et objectifs de qualité des masses d'eau souterraines du périmètre d'étude (source : SDAGE Adour Garonne 2016-2021 sur la base de l'état des lieux 2013)

Masse d'eau	Etat de la masse d'eau		Objectif de bon état la masse d'eau		
	Quantitatif	Chimique	Global	Quantitatif	Chimique
Alluvions de la Garonne aval (FRFG062)	Bon	Mauvais	2021	2015	2021
Calcaires de l'Entre 2 Mers du BV de la Garonne (FRFG068)	Bon	Mauvais	2021	2015	2021
Sables, graviers, calcaires de l'Eocène nord AG (FRFG071)	Mauvais	Bon	2021	2021	2015
Calcaire du sommet du Crétacé supérieur captif nord-aquitain (FRFG072)	Mauvais	Bon	2021	2021	2015
Calcaire et sables du Turonien Coniacien captif nord-aquitain (FRFG073)	Bon	Bon	2015	2015	2015
Calcaires, grès et sables de l'infra-cénomaniens captif nord-aquitain (FRFG075)	Bon	Bon	2015	2015	2015

D'après le SDAGE Adour Garonne, les masses d'eaux souterraines sont globalement en bon état du point de vue quantitatif, mise à part deux d'entre elle – les sables, graviers et calcaires de l'Eocène Nord et le Calcaire du sommet du crétacé supérieur – du fait des nombreux prélèvements effectués notamment pour l'alimentation en eau potable et les usages agricoles.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Du point de vue qualitatif (c'est à dire chimique), l'état est considéré comme mauvais pour deux des six masses d'eau souterraines présentes au droit de la zone d'étude – les alluvions de la Garonne aval et les calcaires de l'Entre deux Mers – notamment du fait des pollutions aux nitrates.

Ce qu'il faut retenir...

Seules deux masses d'eau ont un mauvais état quantitatif, dû aux prélèvements agricoles. Deux autres ont un mauvais état chimique, causé par une pollution aux nitrates.

4.2.4.3 Usage des eaux souterraines

Plusieurs usages des eaux souterraines peuvent être recensés :

4.2.4.3.1 Les prélèvements et captage d'alimentation en eau potable (AEP)

Les principales ressources en eau de la région bordelaise sont les nappes du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé.

Cinq captages en eau destinée à la consommation humaine (EDCH) sont présents dans un rayon de 2 km de la zone d'étude. Ils sont présentés dans le tableau et la carte suivants :

Tableau 5 : Captages pour l'alimentation en eau potable (source : ARS)

Nom du captage	Commune	Code BSS ⁴	Profondeur (m)	Débit moyen (m ³ /j)	Nappe	Date DUP ⁵
JOURDE	BORDEAUX	08036X0016	307	4	EOCENE MOYEN	25/04/1988
BOURBON	BORDEAUX	08036X0018	245	3	EOCENE MOYEN	25/04/1988
BENAUGE	BORDEAUX	08037X0042	286	445	EOCENE MOYEN	25/04/1988
LES CAVAILLES	CENON	08037X0041	350	10	EOCENE MOYEN	25/04/1988
GENICART	LORMONT	08037X0400	355	429	EOCENE MOYEN	20/11/2012

Il s'agit pour l'ensemble de captages publics, dont le maître d'ouvrage est Bordeaux Métropole. Ces captages sont localisés par rapport au site d'étude sur la carte suivante, en Figure 20 : Localisation des captages en eau potable (source : SAFEGE)

⁴ Banque de données du sous-sol

⁵ Déclaration d'utilité publique

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

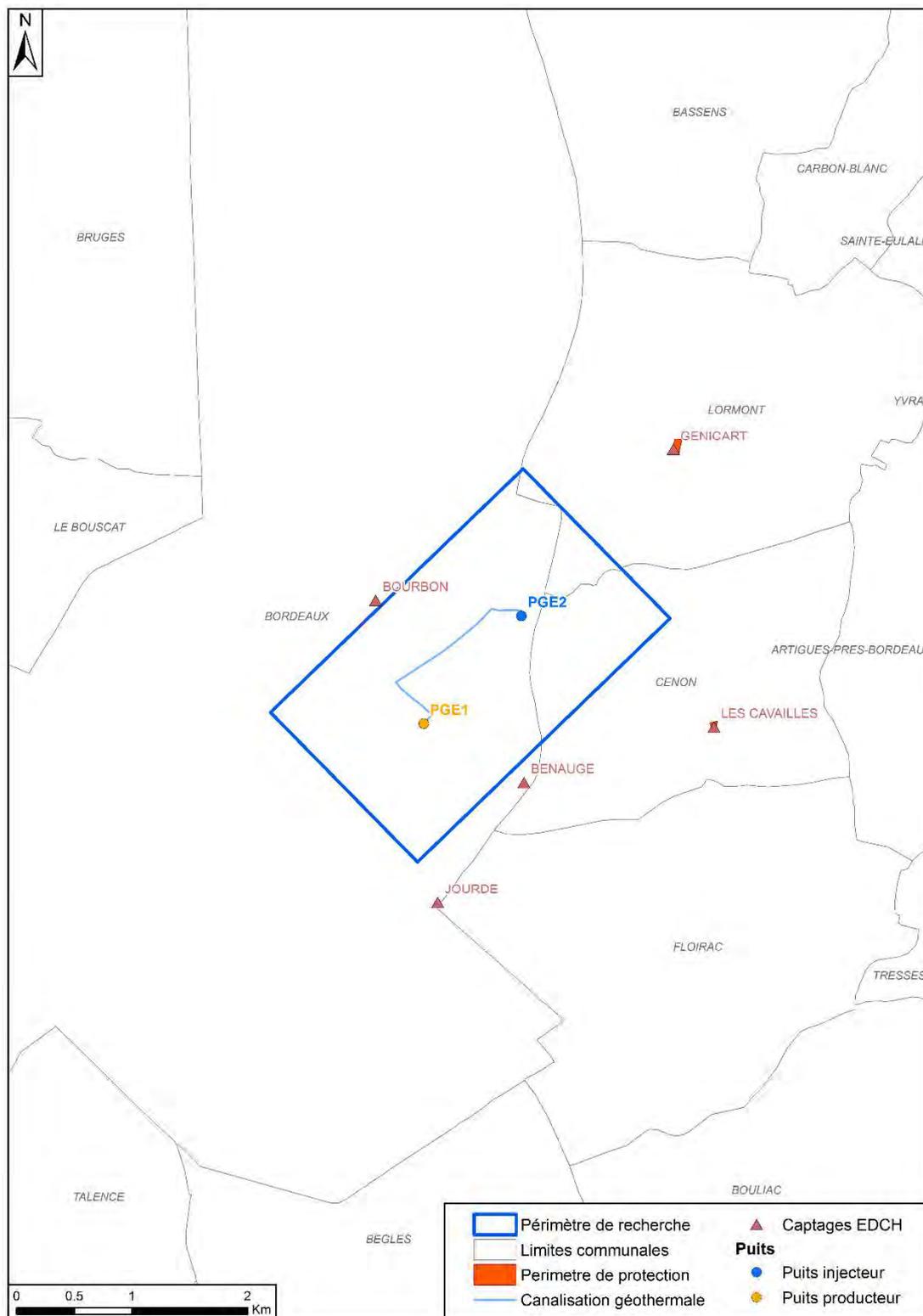


Figure 20 : Localisation des captages en eau potable (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Par ailleurs, les quantités d'eau prélevées pour l'alimentation en eau potable à l'échelle des communes de Bordeaux, Cenon et Lormont sont présentées dans le tableau et la carte ci-dessous.

Tableau 6 : Prélèvements en eau pour l'alimentation en eau potable (source : Sigore)

Types de ressource	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bordeaux						
Eaux souterraines	367921 m ³	366113 m ³	212139 m ³	237854 m ³	175836 m ³	433464 m ³
Eaux superficielles	0 m ³					
Retenues	0 m ³					
Toutes ressources confondues	367921 m ³	366113 m ³	212139 m ³	237854 m ³	175836 m ³	433464 m ³
Cenon						
Eaux souterraines	75728 m ³	212486 m ³	349171 m ³	178160 m ³	176235 m ³	171228 m ³
Eaux superficielles	0 m ³					
Retenues	0 m ³					
Toutes ressources confondues	75728 m ³	212486 m ³	349171 m ³	178160 m ³	176235 m ³	171228 m ³
Lormont						
Eaux souterraines	237555 m ³	89282 m ³	174475 m ³	106983 m ³	93952 m ³	162885 m ³
Eaux superficielles	0 m ³					
Retenues	0 m ³					
Toutes ressources confondues	237555 m ³	89282 m ³	174475 m ³	106983 m ³	93952 m ³	162885 m ³

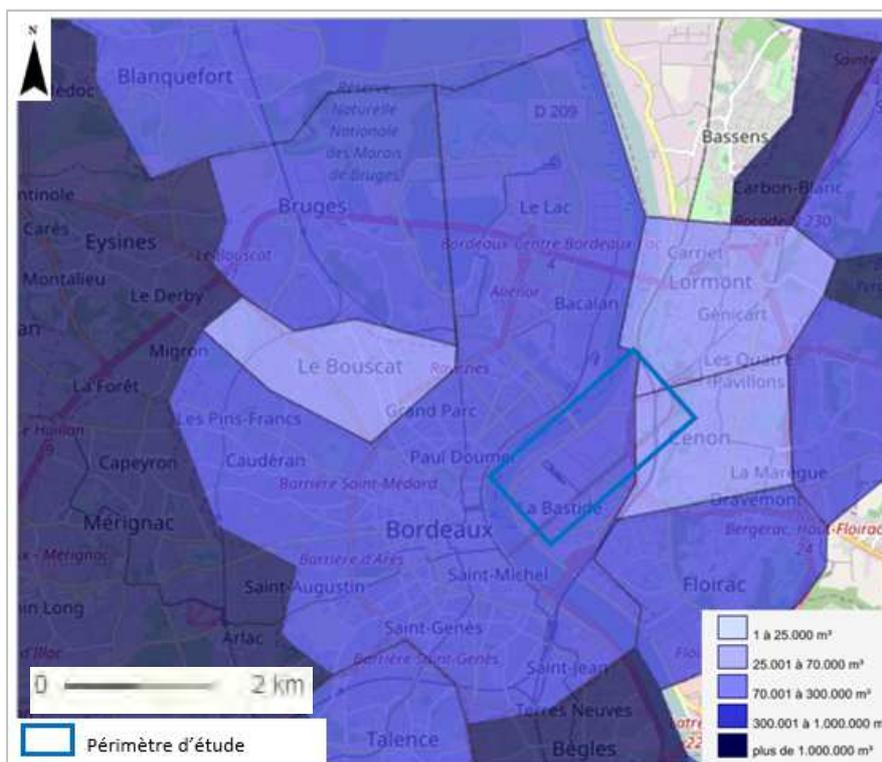


Figure 21 : Prélèvements en eau pour l'alimentation en eau potable (source : Sigore)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Ce qu'il faut retenir...

Les prélèvements en eau pour l'alimentation en eau potable des communes de Bordeaux, Cenon et Lormont proviennent intégralement des masses d'eau souterraines de la nappe Eocène moyen. Cinq captages sont présents au sein et à proximité de la zone d'étude.

4.2.4.3.2 Les usages industriels

Un forage à usage industriel caractérisé en fonctionnement par le BRGM est présent au sein du périmètre d'étude. Il s'agit du *Grossiste Point P*, situé rue Lajaunie. Ses caractéristiques sont les suivantes :⁶

- ▷ Identifiant BSS : 08037X0172/F
- ▷ Profondeur de l'eau par rapport au sol en NGF : 5 mètres
- ▷ Profondeur du forage : 22 mètres
- ▷ Date de la mesure : 03/2005
- ▷ Exploitant : Point P

4.2.4.3.3 Les autres usages

D'après la banque des données du sous-sol (BSS) du BRGM, les autres usages localisés au droit du périmètre d'étude sont principalement d'anciens forages ainsi que des piézomètres destinés à l'étude du sous-sol, ainsi que des forages à usage géothermique. A noter qu'un piézomètre est situé au niveau de PGE2.

Plusieurs forages profonds (supérieurs à 500 mètres de profondeurs) sont situés au sein de la métropole bordelaise ; on dénombre 1 puits traversant le Jurassique (puits de Bouliac), et 7 traversant le Crétacé.

Tableau 7 : Forages profonds (supérieur à 500 m) autour du secteur du projet (source : ADES)

Nom usuel	Indice BSS	Profondeur (m/sol)	Date de réalisation
Bouliac 1	08037X0169	1940	1963
Meriadeck	08036X0948	1148	1981
La Benaugue	08036X0954	940	1981
Lormont	08037X0398	1053	1969
Grand Parc	08036X0978	1001	1985
Stade	08272X0056	593	1961
Pessac-Formanoir	08272X0500	1084	1982
Mérignac Base aérienne 106	08271X0255	1169	1986

Cinq forages exploitent l'aquifère du Crétacé pour un usage géothermique dans la région de Bordeaux (n°1 à 5 dans le tableau ci-dessous). Les puits réalisés dans le cadre du projet ne sont pas situés dans un périmètre de protection de ces ouvrages. En revanche, le périmètre de

⁶ Référencement BSS en 2017

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

protection du forage Benauges est localisé à l'intérieur du périmètre d'étude (surligné en vert dans le tableau). Ce puits n'est plus exploité et une procédure d'abandon est en cours.

Tableau 8 : Forages à usage géothermique dans la région de Bordeaux (source : PGE)

N°	Nom du forage	Géothermie	Localisation	Dispositif	En activité	Profondeur
1	Mériadeck	BE	Bordeaux	Simple	Oui	1149 m
2	Benauges	BE	Bordeaux	Simple	Oui	941 m
3	Stadium	BE	Pessac	Simple	Oui	696 m
4	Saige-Formanoir	BE	Pessac	Simple	Non	1085 m
5	Mérignac Base aérienne 106	BE	Mérignac	Simple	Oui	1169 m
6	Génicart	BE	Lormont	Simple	Non	1058 m
7	Grand Parc	BE	Bordeaux	Simple	Non	1001 m

Ces forages sont localisés sur la carte suivante :

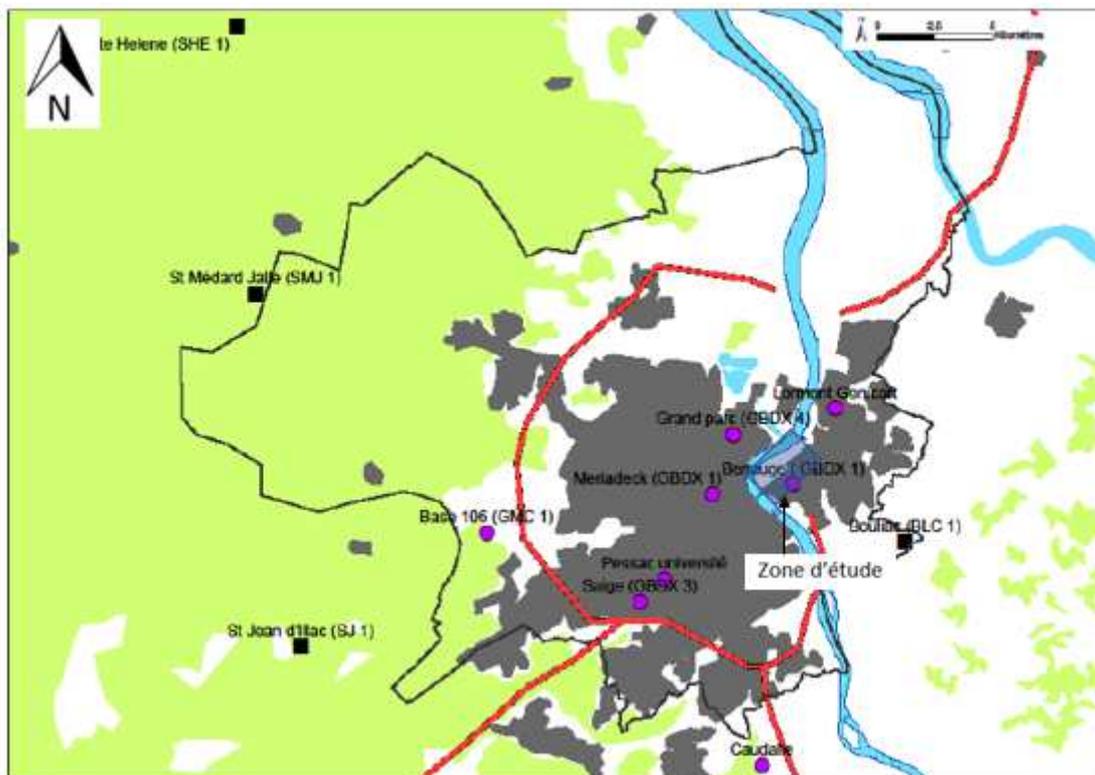


Figure 22 : Localisation des forages profonds (sup. à 500 mètres) existants dans le secteur de la métropole bordelaise - en noir, forages pétroliers -en rose forages d'eau, géothermiques ou non (source : BRGM rapport 64247).

Les ouvrages les plus proches des puits PGE1 et PGE2, qui seront réalisés dans le cadre du projet, sont les suivants⁷ :

⁷ Les caractéristiques de ces ouvrages ont été recueillies à partir de l'étude du rapport du Bureau de Recherches Géologiques et Minières BRGM/RP-56120-FR.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- ▶ **Benauges** : Réalisé sur le domaine de la Communauté Urbaine de Bordeaux, il a été foré en 1981 pour le compte de la ville de Bordeaux et de la Régie municipale du Gaz, aujourd'hui appelée Société du Gaz de Bordeaux. La maîtrise d'œuvre était assurée par le BRGM Aquitaine. D'une profondeur totale de 941m, ce forage capte une eau douce à 45°C, par une zone crépinée entre 728 et 933,2m. Le niveau piézométrique initial mesuré était de +32,20 NGF. Avec un débit artésien naturel de 98m³/h, le pompage d'essai a permis d'obtenir un débit de 215m³/h.
 - Distances - PGE1 : ~1,8 km ; PGE2 : ~2,4 km
- ▶ **Meriadeck** : il s'agit du premier forage géothermique profond réalisé sur le domaine de la Communauté Urbaine de Bordeaux. Foré au centre de la ville entre 1980 et 1981 pour le compte de la Régie municipale du Gaz sous maîtrise d'œuvre du BRGM Aquitaine, sa profondeur totale atteint 1148,8m. Il capte une eau douce à 54,3°C par une zone crépinée entre 984,4 et 1135m. Le niveau piézométrique initial était de +41,30 NGF. Son débit d'exploitation en période de pointe est de 125m³/h.
 - Distances - PGE1 : ~3,6 km ; PGE2 : ~4,8 km
- ▶ **Grand Parc** : ce forage a été réalisé en 1985 pour le compte de la Régie municipale du Gaz sous maîtrise d'œuvre de GEOTHERMA. Il n'a jamais été mis en production. D'une profondeur totale de 1001m, il capte une eau douce à 49,2°C par une zone crépinée entre 781 et 979m. Le niveau piézométrique initial était de +29 NGF environ. Avec un débit artésien naturel de 45 m³/h, le pompage d'essai a permis d'obtenir un débit de 150 m³/h.
 - Distances - PGE1 : ~2,7 km ; PGE2 : ~3,3 km
- ▶ **Génicart** (Lormont) : le premier essai géothermique a été réalisé en 1980, et un second en 1997 par la société ANTEA. Néanmoins, ce forage reste inexploité et sert de piézomètre pour la surveillance de la nappe du Cénomano-Turonien par le BRGM.
 - Distances - PGE1 : ~2,4 km ; PGE2 : ~3,5 km

La carte présentée ci-après les situe par rapport aux puits du projet, ainsi que leur périmètre de protection. Les périmètres de protection peuvent être fixés comme indiqué dans le **Code Minier** :
« L'arrêté initial d'autorisation ou un arrêté ultérieur de l'autorité administrative peut, à la demande du pétitionnaire, 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. La détermination du périmètre de protection, lorsqu'elle n'est pas prévue par l'arrêté initial d'autorisation, est effectuée selon une procédure définie par décret en Conseil d'Etat. Le périmètre de protection peut être modifié ou supprimé dans les mêmes formes que celles prévues pour sa détermination. »



Ce qu'il faut retenir...

Plusieurs forages profonds, supérieurs à 500 mètres, sont situés entre 1,8 et 4,8km des puits PGE1 et PGE2. Ils ont été forés à des fins géothermiques et puisent sans réinjection dans l'aquifère du Crétacé et non dans l'aquifère du Jurassique, visé par le présent projet.

Néanmoins, dans le cas de la mise en place de la solution de repli, (la variante basée sur la réalisation et l'exploitation de ces puits au Crétacé sur le long terme) l'aquifère du Crétacé serait alors exploité en doublet (avec réinjection de l'eau prélevée).

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

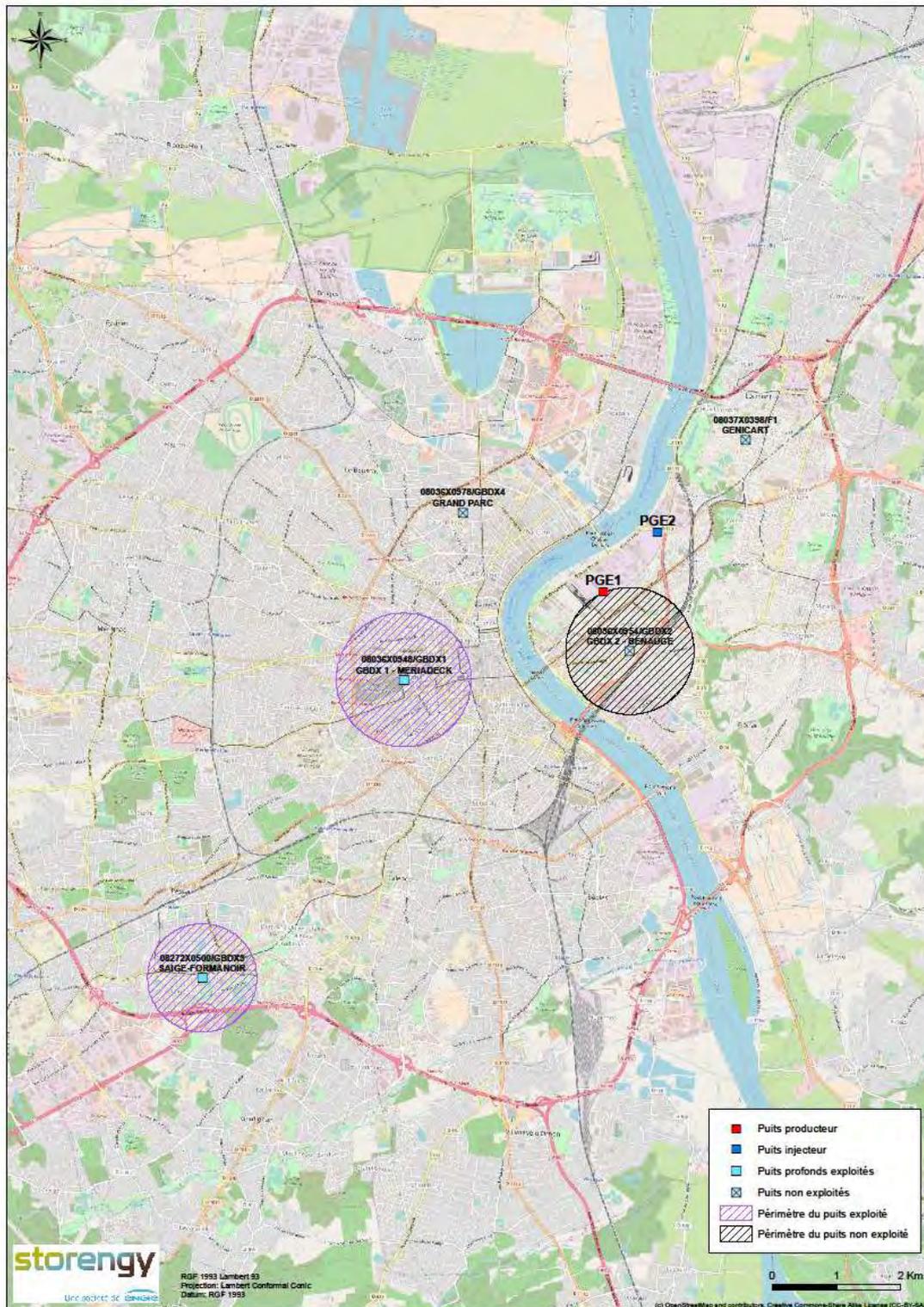


Figure 23 : Localisation des puits du projet par rapport aux ouvrages profonds, et périmètres de protection (source : Storengy)

4.2.5 Hydrologie

4.2.5.1 Contexte Hydrographique

La Garonne est située dans le périmètre d'étude (cf. Figure 24). Ce fleuve s'écoule sur près de 650 km, il prend sa source en Espagne, dans le val d'Aran avant de se jeter dans l'océan atlantique. La Garonne s'écoule du Sud-Ouest vers le Nord-Est.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

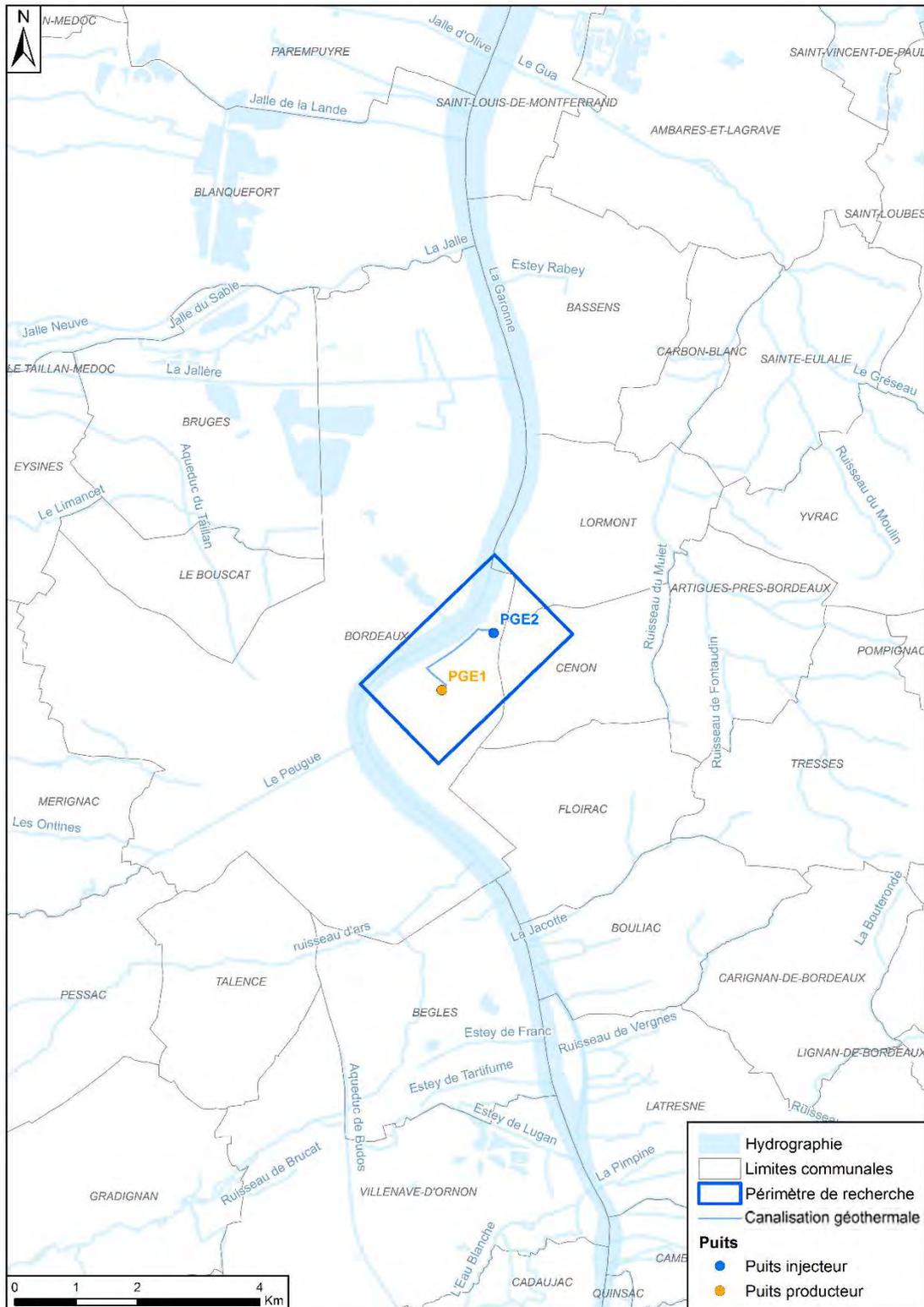


Figure 24 : réseau hydrographique (source : SAFEGE)

Par ailleurs, le cours d'eau *estey du Captaou* traversait autrefois le périmètre d'étude. Il a par la suite été canalisé au fur et à mesure du développement de l'usine SOFERTI. Il s'écoule aujourd'hui via une buse de diamètre intérieur de 1000 mm, dont le radier serait situé entre 2,9 et 3,6 mètres de profondeur.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Ce qu'il faut retenir...

Un cours d'eau est localisé dans le périmètre d'étude du projet. Il s'agit de la Garonne.

4.2.5.2 Qualité des eaux de la Garonne

4.2.5.2.1 D'après le SDAGE Adour Garonne 2016-2021

La Garonne au niveau du secteur d'étude est située dans la masse d'eau **FRFT34 « Estuaire fluvial Garonne aval »**.

Pour les eaux superficielles, le **bon « état »** se définit lorsque **l'état chimique et l'état écologique** d'une masse d'eau **sont bons**.

L'état chimique est destiné à vérifier le respect des normes de qualité environnementales (NQE) fixées par des directives européennes pour 41 substances dites "prioritaires" ou "dangereuses".

L'état écologique se fonde principalement sur des éléments de qualité biologique, de qualité physico-chimique et hydromorphologique en tant que facteurs explicatifs d'une éventuelle dégradation de la biologie.

Il s'obtient en agrégeant les indices « physico-chimie » et « polluants spécifiques ». Il se caractérise par un écart aux « conditions de référence », désigné par l'une des cinq classes suivantes : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais.

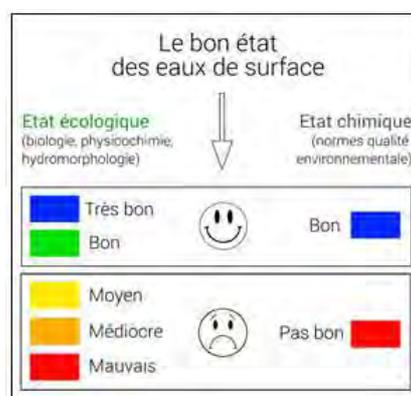


Figure 25 : Bon état des eaux de surface (source : SIGES Aquitaine)

Le SDAGE Adour Garonne 2016-2021 présente, entre autres, les objectifs de bon état des masses d'eau. Plus particulièrement, il donne les objectifs à atteindre pour la reconquête des cours d'eau, et donc de la Garonne. Les objectifs sont les suivants :

- ▶ Etat écologique : en 2021, 69% des cours d'eau devront avoir atteint le bon état écologique, et 99,8% en 2027.
- ▶ Etat chimique⁸ : en 2021, 97% des cours d'eau devront avoir atteint le bon état chimique, et 100% en 2027.

⁸ L'état chimique présenté ici est l'état avec molécules ubiquistes : molécules persistantes, bioaccumulables et toxiques, qui en raison de leur grande mobilité dans l'environnement sont présentes dans les milieux naturels sans être reliées directement à une pression qui s'exerce sur le milieu : les HAP, les organo-étains, les polybromodiphényléthers et le mercure. Le fait de ne pas être relié à une pression rend difficile la possibilité d'action.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Plus spécifiquement, l'état qualitatif et les objectifs de la masse d'eau Garonne sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Etat et objectifs de qualité de la masse d'eau Estuaire fluviale Garonne Aval (source : SDAGE Adour Garonne 2016-2021 sur la base des données 2009-2013)

Masse d'eau	Etat de la masse d'eau			Objectif de bon état la masse d'eau		
	Potentiel écologique	Chimique		Global	Ecologique	Chimique (sans ubiquistes)
		Avec ubiquistes	Sans ubiquistes			
Estuaire fluviale Garonne Aval (FRFT34)	Médiocre	Mauvais*	Bon	2027	Bon potentiel 2027	2025

*Substance déclassante : HAP

Par ailleurs, il convient de noter que le SDAGE prévoit des objectifs liés aux zones protégées, conformément à l'article L.212-1 du Code de l'Environnement. La Garonne étant classée site Natura 2000 (FR7200700 La Garonne en Aquitaine), des objectifs spécifiques sont énoncés s'ils sont définis dans les Documents d'Objectifs (DOCOB) en plus des leviers d'action et des dispositions du SDAGE.

Le DOCOB du site Natura 2000 prévoit 4 objectifs de développement durables, déclinés en 21 objectifs opérationnels. L'objectif de développement durable n°2 *Restaurer, améliorer et maintenir le fonctionnement hydrodynamique et les aspects qualitatifs et quantitatifs de la Garonne favorables aux habitats naturels, aux habitats d'espèces et espèces d'intérêt communautaire* comprend un objectif opérationnel relatif à la qualité des eaux.

Le projet fait l'objet d'une étude d'incidence Natura 2000, présentée dans le paragraphe 5.7., qui permettra de vérifier la compatibilité du projet avec les objectifs du DOCOB.

Ce qu'il faut retenir...

D'après le SDAGE Adour Garonne l'eau de la Garonne est classée de qualité moyenne avec un objectif de bon état global en 2027.

Le projet devra veiller à ne pas aller à l'encontre de l'atteinte de cet objectif en ne dégradant pas la qualité des eaux de la Garonne.

4.2.5.2.2 D'après les stations de mesures de qualité des eaux

La station mesurant la qualité des eaux superficielles la plus proche de la zone d'étude est la station *La Garonne à Bordeaux* (Code RNDE⁹ : 05074495). Localisée sur le Pont de St Jean, elle est hors service depuis le 31/12/2012.

Afin de qualifier l'état de la Garonne, deux stations de mesures en fonctionnement sont étudiées ci-après :

⁹ RNDE : Réseau national des données sur l'eau

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- ▶ Une **station en aval** de la zone d'étude : *La Garonne en aval de Bordeaux* (Code RNE : 05073000). Localisée dans la commune de Saint-Louis-de-Montferrand, elle propose des données pour la période 1971-2015. Les données présentées ci-après proviennent de l'année 2015.
- ▶ Une **station en amont** de la zone d'étude : *Le Tourne* (Code RNE : 05075000). Cette station propose des données pour une période allant de 1971 à 2015. Les données présentées ci-après proviennent de l'année 2015.

Ces deux stations sont localisées sur la carte présentée ci-après :

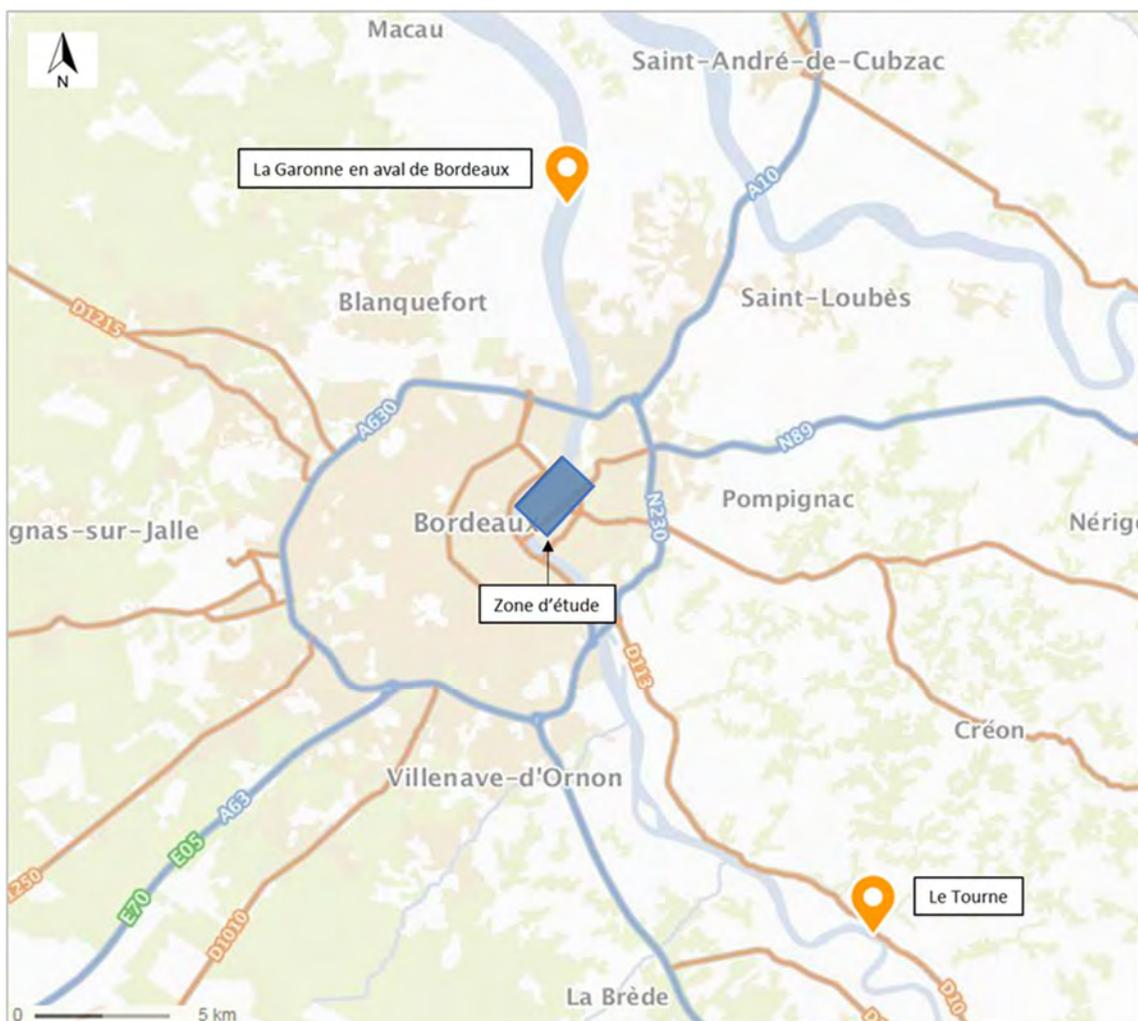


Figure 26 : Localisation des stations de mesure (source : SIEAG, Géoportail)

Comme expliqué dans le paragraphe précédent, pour les eaux superficielles, le bon « état » se définit lorsque l'état chimique et l'état écologique d'une masse d'eau sont bons.

- **Etat écologique** : les résultats des mesures aux deux stations considérées sont présentés dans le tableau suivant. L'échelle utilisée caractérise la masse d'eau de mauvaise à très bonne.

Très bonne qualité
Bonne qualité
Qualité moyenne
Qualité médiocre
Mauvaise qualité

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 10 : Etat écologique des stations de mesures considérées (source : EauFrance, 2015)

Etat écologique						
		Station aval		Station amont		Unités
Physico-chimie	Oxygène					
	Carbone organique	4.49		3.08		mg/L
	DBO5	5		2.8		mgO2/L
	O2 dissous	6.5		6.25		mgO2/L
	Taux de saturation en O2	75		77.2		%
	Nutriments					
	Ammonium NH4+	2.58		0.12		mg/L
	Nitrites NO2-	0.14		0.06		mg/L
	Nitrates NO3-	12.3		12.4		mg/L
	Phosphore total Ptot	0.97		1.8		mg/L
	Orthophosphates PO4(3-)	0.22		0.13		mg/L
	Acidification					
	pH min	7.75		7.67		U pH
	pH max	8.2		8.35		U pH
	Température					
			24.6		25.1	
Indice Polluants spécifiques ¹⁰	Substances déclassantes	Zinc (15.25) et Cuivre (2.08). L'indice est moyen		L'indice est bon		
BILAN ETAT ECOLOGIQUE : MOYEN						

Les valeurs retenues pour qualifier la physico-chimie sur trois années correspondent au percentile 90. Cet indicateur correspond à la valeur qui est supérieure à 90 % des valeurs annuelles relevées. La qualité physicochimique globale de la Garonne en aval de Bordeaux est médiocre, et l'indice polluants spécifiques moyen, ce qui lui confère un état écologique moyen. En amont, la qualité physicochimique globale de la Garonne en aval de Bordeaux est mauvaise, et l'indice polluants spécifiques est bon, ce qui fait un état écologique moyen également.



Ce qu'il faut retenir...

L'analyse de deux stations de mesure de qualité des eaux en aval et en amont de la zone d'étude montre un état écologique moyen de la Garonne.

¹⁰ Certains polluants spécifiques sont utilisés pour évaluer le bon état écologique. Ces substances sont celles qui sont le plus fréquemment détectées dans les eaux de surface et les sédiments. Elles sont au nombre de 9 :

- Polluants non synthétiques : arsenic, chrome, cuivre, zinc (mesurés dans l'eau, sous forme dissoute),
- Polluants synthétiques, utilisés comme pesticides (5 molécules).

Toutes ces substances ne doivent pas dépasser une valeur seuil spécifique, appelée « norme de qualité environnementale » (NQE). Les valeurs prises en compte sont les moyennes annuelles. D'autres polluants chimiques sont mesurés dans le cadre de l'évaluation de l'état chimique. L'année retenue pour qualifier l'indice "polluants spécifiques" est la plus récente pour laquelle on dispose d'au moins 4 opérations de contrôle, dans la période de trois ans.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- **Etat chimique** : les résultats des mesures sont présentés dans le tableau suivant. Pour plusieurs substances – métaux lourds, pesticides, polluants industriels et autres polluants – on mesure le nombre de paramètres en bon ou mauvais état. Le cas échéant, les paramètres responsables du mauvais état sont identifiés.

Tableau 11 : Etat chimique des stations de mesures considérées (source : EauFrance, 2015)

Etat chimique					
	Stations amont et aval ¹¹				
	Métaux lourds	Pesticides	Polluants industriels	Autres polluants	Station
Bon état	4/4	11/11	13/14	9/13	37/42
Etat inconnu	-	-	1/14	-	1/42
Mauvais état	-	-	-	4/13	4/42
Paramètres responsables du mauvais état	-	-	-	Fluoranthène Benzo(a)pyrène Benzo(b)fluoranthène Benzo(g,h,i)pérylène	Fluoranthène Benzo(a)pyrène Benzo(b)fluoranthène Benzo(g,h,i)pérylène
Etat agrégé	Bon	Bon	Bon	Mauvais	Mauvais
BILAN ETAT CHIMIQUE : MAUVAIS					

La Garonne est en bon état chimique au regard des métaux lourds, pesticides et polluants industriels. En revanche, d'autres polluants sont présents dans ses eaux et la classent en mauvais état chimique. Il s'agit du Fluoranthène, du Benzo(a)pyrène, du Benzo(b)fluoranthène et du Benzo(g,h,i)pérylène, qui sont des hydrocarbures.

Ce qu'il faut retenir...

*L'état chimique de la Garonne est mauvais, notamment à cause de quatre hydrocarbures. En agrégeant l'état écologique et l'état chimique, on obtient une **mauvaise** qualité globale des eaux de la Garonne.*

4.2.5.3 Usages des eaux de la Garonne

4.2.5.3.1 Contexte piscicole

La Garonne est classée en catégorie piscicole n°2. Cela signifie que le groupe dominant de poissons du fleuve est constitué de cyprinidés¹². Ce classement permet d'organiser la pratique de la pêche et conditionne les périodes d'ouverture de la pêche. A noter que la Fédération

¹¹ Les résultats étant identiques pour les deux stations, ils sont présentés ensemble.

¹² Les cyprinidés (Cyprinidae) forment la plus grande famille de poissons d'eau douce avec environ 3 000 espèces. Elle regroupe notamment les carpes, les goujons et les vairons.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu aquatique Girondin (FDAAPPMA) permet de se tenir informé.

4.2.5.3.2 Usages des eaux superficielles

Les usages localisés dans la carte ci-dessous sont également recensés dans le périmètre d'étude.

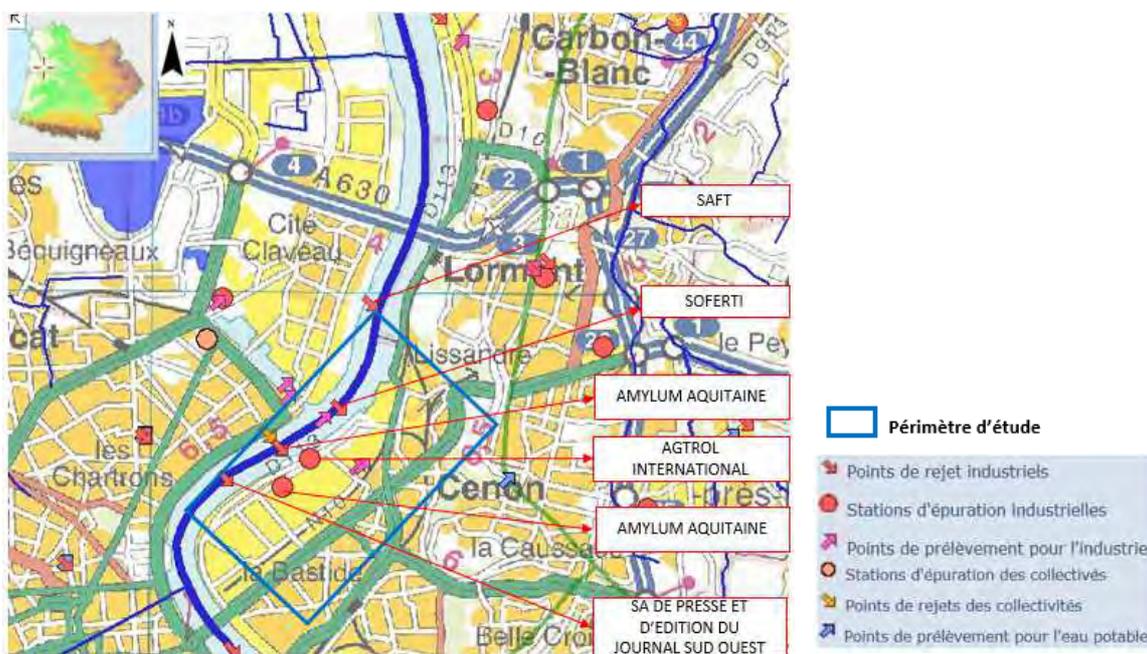


Figure 27 : Usages des eaux superficielles au sein du périmètre d'étude (source : SIEAG Adour Garonne)

Il s'agit pour la majorité de prélèvements et rejets industriels ou de rejets de station d'épuration :

- ▶ Le point de rejet industriel « SAFT » dont l'activité consiste en la fabrication de piles et d'accumulateurs électriques – en activité ;
- ▶ Le point de rejet industriel « SOFERTI » dont l'activité est la fabrication de produits azotés et d'engrais - abandonné ;
- ▶ Le point de rejet industriel et la station d'épuration industrielle « AMYLUM AQUITAINE » qui a pour activité la fabrication de produits amylocés – en activité ;
- ▶ La station d'épuration industrielle « AGTROL INTERNATIONAL » - en activité ;
- ▶ Le rejet industriel de « SA de Presse et d'édition du Journal Sud-Ouest » dont l'activité est l'édition de journaux – en activité ;

A noter qu'aucun captage d'alimentation en potable n'est réalisé dans la Garonne.

Ce qu'il faut retenir...

Plusieurs prélèvements et rejets d'eau au sein de la Garonne sont recensés dans le périmètre d'étude. Il s'agit majoritairement de prélèvements et de rejets industriels.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.2.6 Documents cadres et réglementaires du milieu aquatique

La compatibilité du projet avec ces documents est étudiée dans le chapitre 6 de l'étude d'impact « incidence des travaux sur la ressource en eau et compatibilité avec les documents cadres du milieu aquatiques ».

4.2.6.1 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) Adour-Garonne

Le SDAGE 2016-2021 a été approuvé par le Comité de Bassin lors de la séance plénière du 1^{er} décembre 2015. Il présente le bilan du SDAGE précédent 2010-2015, ainsi que les objectifs environnementaux, les orientations déclinées en dispositions pour la période 2016-2021.

Le périmètre du SDAGE est présenté dans la carte ci-dessous.

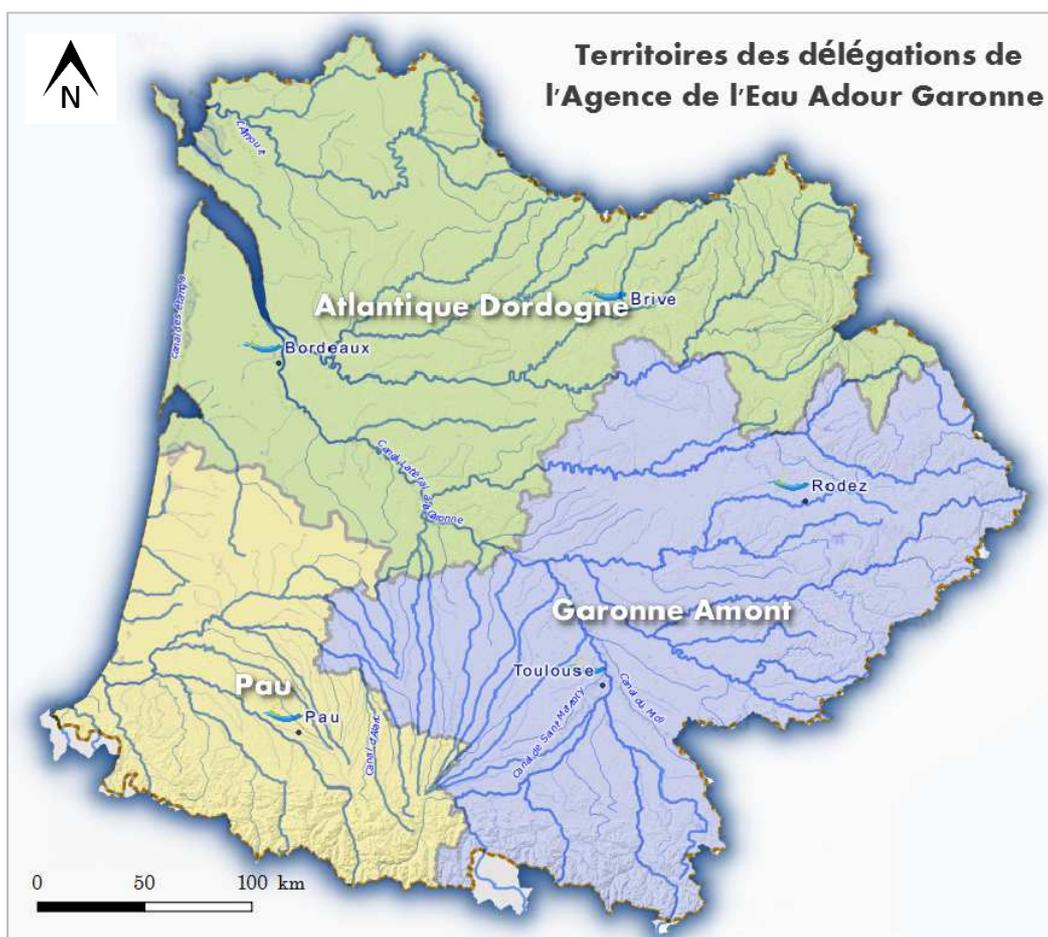


Figure 28 : Territoire d'application du SDAGE Adour-Garonne (source : SIEAG)

Les quatre grandes orientations du SDAGE sont les suivantes :

- Créer des conditions de gouvernance favorables à l'atteinte des objectifs du SDAGE
- Réduire les pollutions
- Améliorer la gestion quantitative
- Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques

Le programme de mesures 2016-2021 constitue le recueil des actions dont la mise en œuvre est nécessaire pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par le SDAGE, en application de

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

la directive cadre sur l'eau (DCE). Les objectifs se rapportent globalement à la prévention et à la limitation des pollutions de masses d'eau.

Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude est située sur le territoire d'application du SDAGE Adour-Garonne.

Le Programme de mesures s'articule avec le SDAGE Adour-Garonne et prévoit les actions à mettre en œuvre sur le territoire pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par ce dernier.

Le projet devra être compatible avec ce SDAGE

4.2.6.2 Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'eau (SAGE)

Le SAGE est un outil de planification, institué par la loi sur l'eau de 1992, visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Plusieurs SAGE existent dans le périmètre d'étude.

- Le SAGE des « **Nappes profondes de Gironde** » approuvé par l'arrêté préfectoral du 25 novembre 2003, révisé le 18 mars 2013.
- Le SAGE « **Estuaire de la Gironde et milieux associés** », approuvé par la Commission Locale de l'Eau¹³ le 20 juin 2013.

Ce qu'il faut retenir...

Deux SAGE sont à l'œuvre sur le territoire de la zone d'étude : le SAGE des nappes profondes de Gironde et le SAGE de l'Estuaire de la Gironde et milieux associés.

4.2.6.3 Plan de Gestion des Etiages « Garonne-Ariège »

Le périmètre d'étude est concerné par le plan de gestion des étiages « Garonne-Ariège ».

Ce plan a été validé par le Préfet coordonnateur de bassin en février 2004. Depuis février 2011, il est entré en révision. Le nouveau protocole est attendu pour la période 2017-2026. En l'attente, c'est le Plan de Gestion (dénommé PGE) actuel qui s'applique. Le périmètre de ce plan de gestion est présenté dans la figure ci-après.

Le plan vise en période d'étiage à la coexistence de tous les usages et au bon fonctionnement des milieux aquatiques. Il contribue ainsi à la reconstitution des débits d'objectif d'étiage (DOE) du SDAGE. Sur la base d'un état des lieux et d'un diagnostic partagé, il s'articule autour de quatre grandes familles d'actions prioritaires :

- Le respect des débits d'étiage, y compris sur les affluents ;
- La lutte contre les gaspillages et les économies d'eau ;
- La mobilisation prioritaire de la ressource en eau existante et son optimisation ;
- La création de nouvelles ressources, si nécessaire.

¹³ La Commission Locale de l'Eau est l'instance de concertation des acteurs de l'eau du territoire du SAGE

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

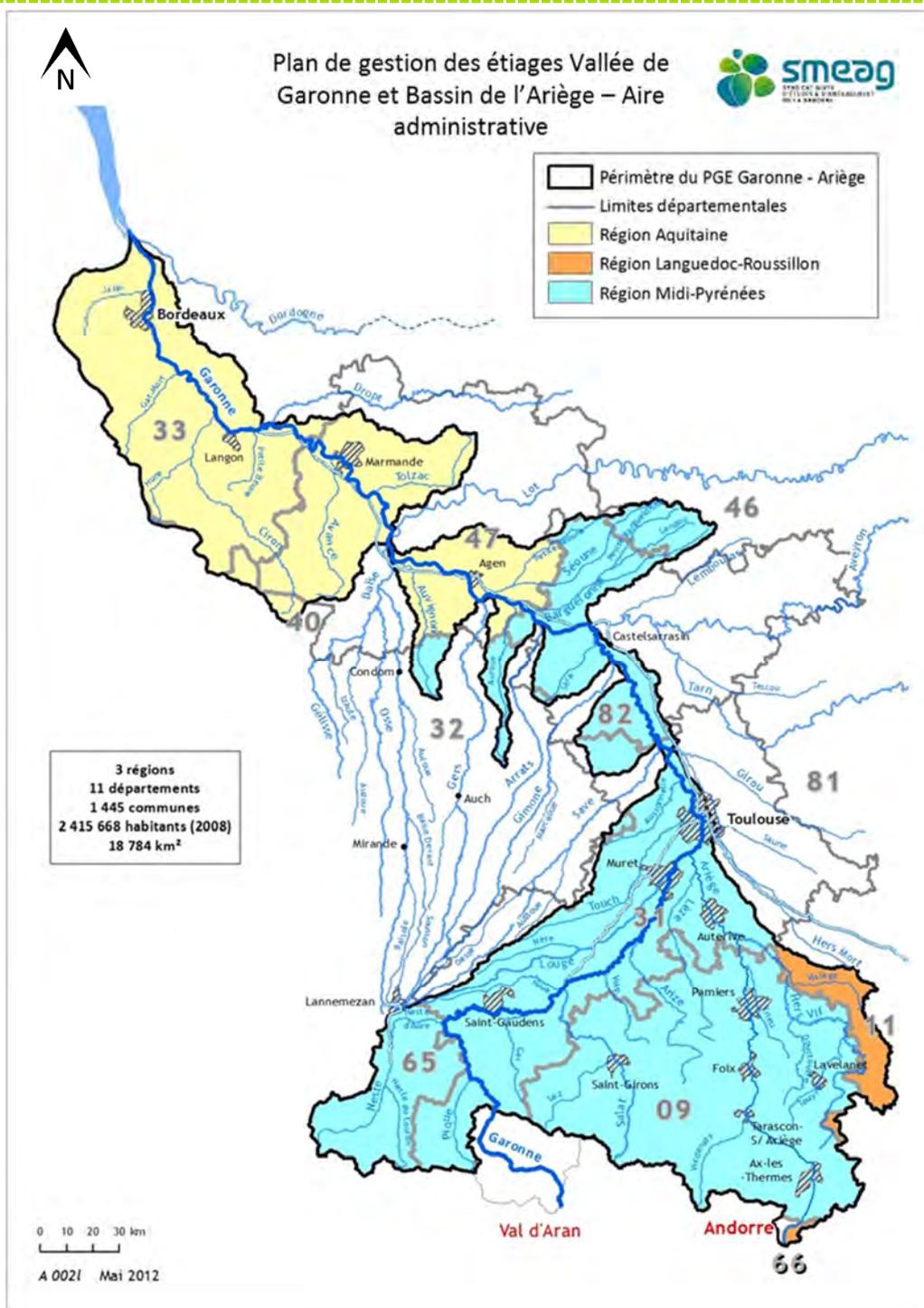


Figure 29 : Plan de gestion des étiages Garonne-Ariège (source : SMEAG)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Zones de répartition des eaux¹⁴

Une zone de répartition des eaux (ZRE) est une zone comprenant des bassins, des sous-bassins, systèmes aquifères ou fractions de ceux-ci caractérisés par une insuffisance autre qu'exceptionnelle des ressources par rapport aux besoins.

Les ZRE sont définies par l'article R211-71 du code de l'environnement et sont fixées par le préfet coordonnateur de bassin.

L'arrêté pris par les préfets de département concernés traduit la ZRE en une liste de communes. Les communes de Bordeaux, Cenon et Lormont sont classées en ZRE.

Dans une ZRE, les seuils d'autorisation et de déclarations des prélèvements dans les eaux superficielles comme dans les eaux souterraines sont abaissés. Ces dispositions sont destinées à permettre une meilleure maîtrise de la demande en eau, afin d'assurer au mieux la préservation des écosystèmes aquatiques et la conciliation des usages économiques de l'eau. Dans une ZRE, les prélèvements d'eau supérieurs à 8m³/h sont soumis à autorisation et tous les autres sont soumis à déclaration, au titre de l'article R211-71 du Code de l'Environnement.



Ce qu'il faut retenir...

Les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon font partie d'une zone de répartition des eaux. A ce titre, les seuils d'autorisation et de déclaration de prélèvements dans les eaux sont abaissés.

4.2.7 Pollution des sols

4.2.7.1 Base de données BASIAS

La base de données BASIAS – Base des anciens sites industriels et des activités de service – recense l'ensemble des sites, en activité ou non, étant soumis à la réglementation ICPE¹⁵ ou à une ancienne réglementation équivalente. Elle est réalisée par le Bureau de recherches géologiques et minières.

Un grand nombre de sites sont recensés dans la zone d'étude, s'expliquant par un lourd passé industriel du secteur. Ils sont représentés sur la figure ci-dessous :



Ce qu'il faut retenir...

181 sites BASIAS sont recensés au droit ou à proximité du périmètre d'étude.

¹⁴ D'après le système d'information sur l'eau du bassin Adour Garonne

¹⁵ ICPE : Installations classées pour l'environnement

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

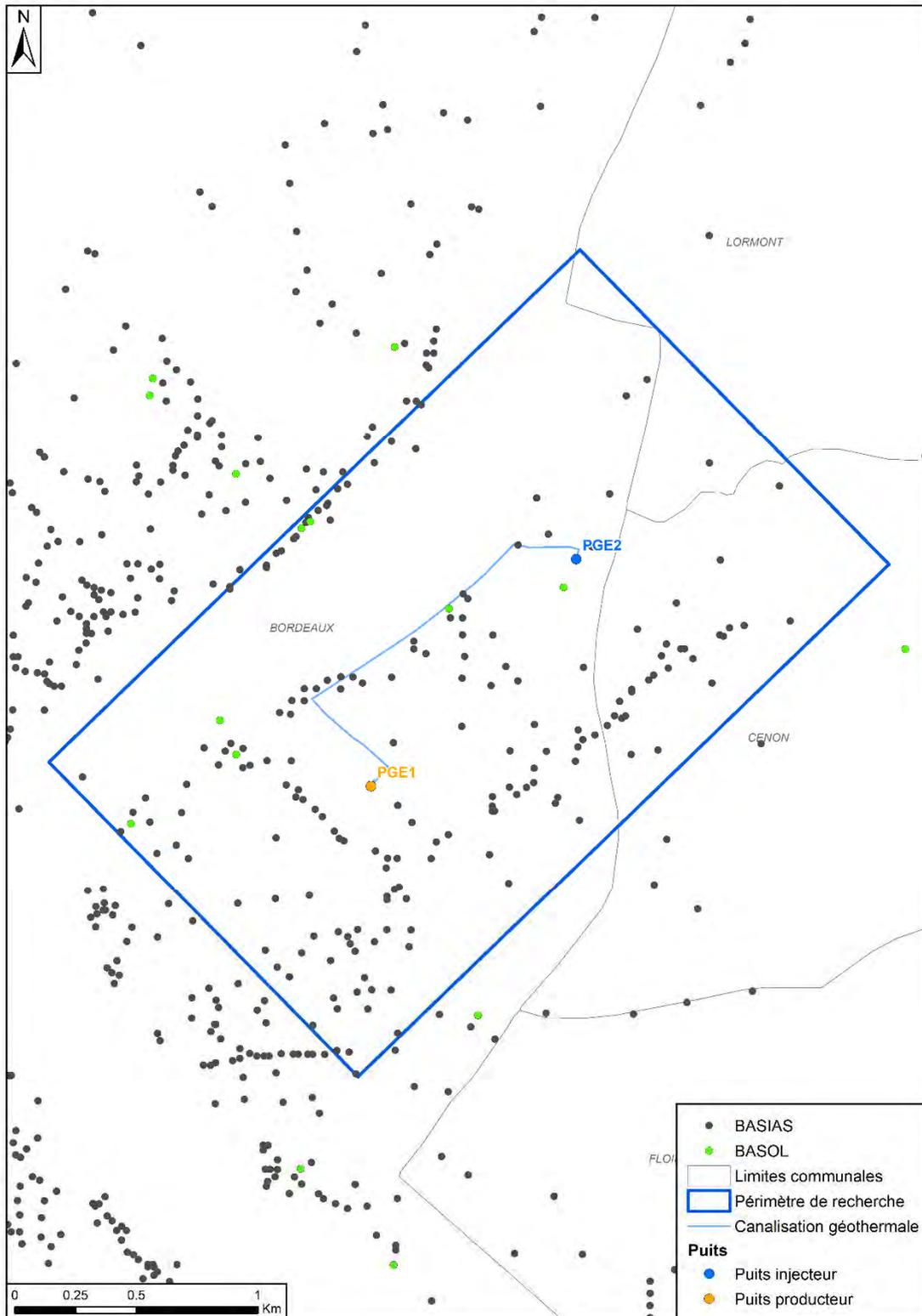


Figure 30 : Localisation des sites recensés BASIAS - BASOL (source : Safège)

La liste des sites Basias recensés dans le périmètre d'étude du projet sont présentés dans le tableau en Annexe 1 – Sites BASIAS.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.2.7.2 Base de données BASOL

Il s'agit d'une base de données nationale qui recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif. La figure et le tableau ci-dessous présentent les sites BASOL présents au droit du site d'étude et à proximité.

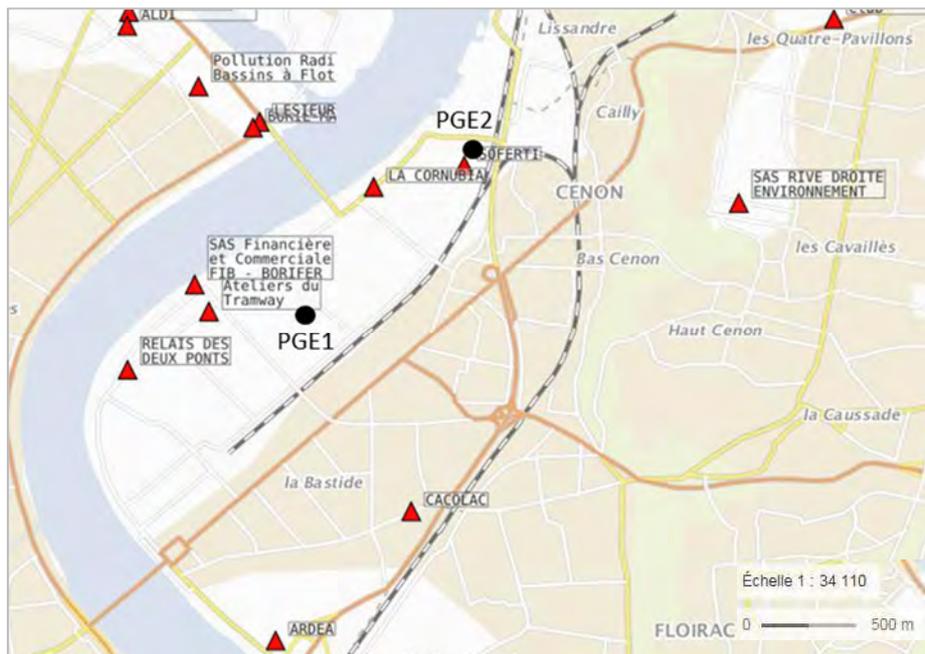


Figure 31 : Localisation des sites BASOL (source : Géoportail)

Tableau 12 : Listes des sites BASOL à proximité des forages du projet (source : Géorisques)

Nom	Adresse	Numéro BASOL	Commune	Etat
Relais des deux ponts	78, quai de Queyries	33.0036	Bordeaux	Site avec surveillance et/ou restriction d'usage
SAS Financière et commerciale FIB-BORIFER	21, Parc d'activités des Queyries	33.0446	Bordeaux	Site mis à l'étude, diagnostic prescrit par arrêté préfectoral
Ateliers du tramway	546 Quai des Queyries - Rue Bouthier	33.0097	Bordeaux	Site traité avec restrictions d'usages, travaux réalisés, restrictions d'usages ou servitudes imposées ou en cours
LA CORNUBIA	85 Quai de Brazza	33.0009	Bordeaux	Site mis à l'étude, diagnostic prescrit par arrêté préfectoral
SOFERTI	108, Quai de Brazza	33.0058	Bordeaux	Site traité avec surveillance, travaux réalisés, surveillance imposée par AP et SUP par AP
LESIEUR	112, Quai de Bataclan	33.0463	Bordeaux	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en œuvre
BORIE-MANOUX	78, Quai de Bataclan	33.0466	Bordeaux	Site traité avec restrictions d'usages, travaux réalisés, restrictions d'usages ou servitudes imposées ou en cours

Les descriptions des sites¹⁶ listés ci-dessus sont présentées en Annexe 2 – Sites BASOL.

Ce qu'il faut retenir...

Sept sites BASOL sont recensés au droit ou à proximité du site d'étude.

¹⁶Les informations sont extraites du site <http://basol.developpement-durable.gouv.fr>

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.2.7.3 Synthèse des études de pollution des sols

Plusieurs études relatives à la pollution des sols ont été menées au droit du site d'étude. Ces dernières sont synthétisées ci-dessous :

○ **Site de PGE1 : Evaluation de la qualité environnementale des sols – ArcaGée, 2015**

Cette étude a été réalisée en 2015 par ArcaGée, dans le cadre de la réalisation de travaux pour l'aménagement d'un lieu de production de chaleur (chaufferie gaz, chaufferie biomasse, forage géothermique) ainsi que l'implantation d'une aire d'accueil des gens du voyage. Elle a pour objet d'apprécier la qualité environnementale des sols de la parcelle référencée au cadastre sous les numéros AF 146, située au niveau du quai de Queyries.



Figure 32 : Localisation de la parcelle (source : rapport ArcaGée, 2015)

Au total, quinze sondages ont été réalisés (12 dans l'emprise du site, et 3 sur le merlon des terres), à l'aide d'une pelle mécanique. La localisation des sondages est présentée dans la figure ci-dessous :

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

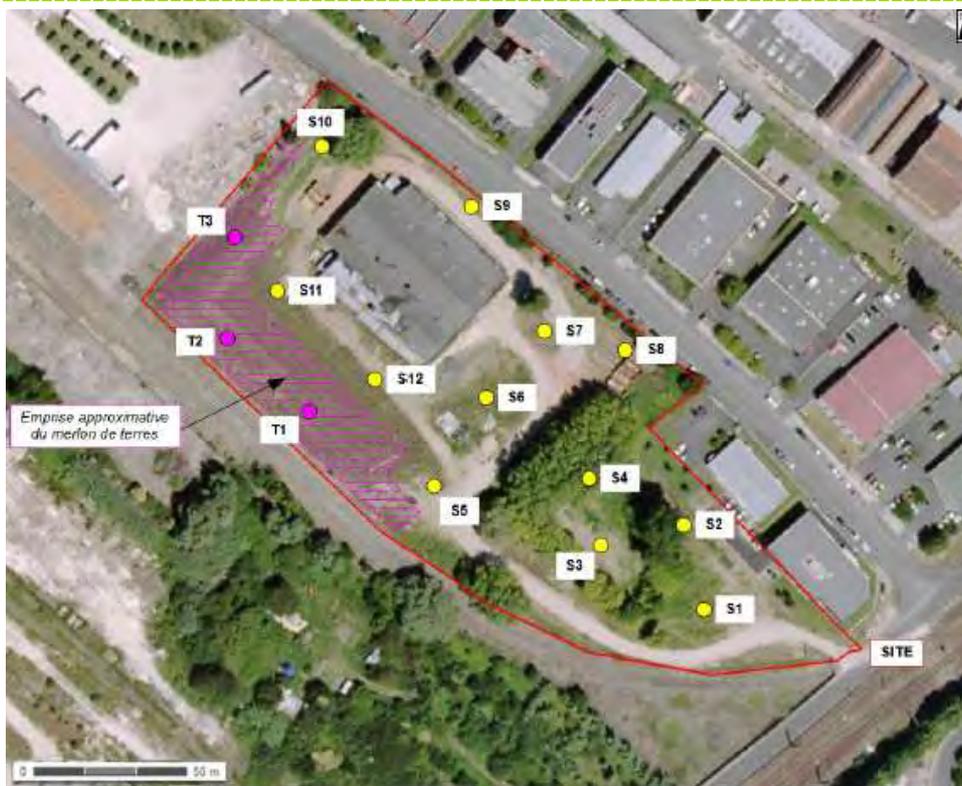


Figure 33 : Localisation des sondages sur fond de vue aérienne (source : rapport ArcaGée, 2015)

Compte-tenu de l'absence de signe organoleptique de pollution (sauf S9), le choix des échantillons envoyés au laboratoire d'analyses a été orienté par les types de formations rencontrés et la localisation des sondages.

Au total, 20 échantillons de sols ont été envoyés au laboratoire d'analyses, sous la forme de 12 échantillons ponctuels¹⁷ et de 8 échantillons composites¹⁸.

Les paramètres suivants ont été recherchés :

- 8 métaux + hydrocarbures totaux + HAP sur 12 échantillons ;
- 8 métaux + hydrocarbures totaux + HAP + COHV + BTEX sur 3 échantillons ;
- test inerte + 12 métaux sur 5 échantillons.

Ces analyses d'échantillon ont permis de déterminer la procédure à mener en cas d'évacuation hors site des matériaux.

Au vu des informations obtenues à la suite des sondages réalisés, les échantillons ont révélé :

- **dans les remblais superficiels** présents sur l'ensemble du site sur une épaisseur moyenne d'environ 1m :

¹⁷ Un échantillon ponctuel est un échantillon unique prélevé directement dans la matière qui fait l'objet de l'échantillonnage

¹⁸ Désigne un échantillon se composant de divers échantillons, le mélange ayant entraîné une perte d'identité sur les échantillons d'origine.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- des matériaux de remblais limoneux brun en S1 0-1 + S2 0-0.7 + S3 0-0.5 ou argileux marron en S10 0-1.3 + S11 0.1-0.4 + S12 0-0.7 peuvent être considérés comme inertes en cas d'évacuation hors site (envoi en ISDI avec procédure préalable et tests d'acceptation)
- des matériaux de remblais sablo-argileux marron à gris S4 0-1 + S7 0-0.7 + S8 0-0.6 ne peuvent pas être considérés comme inertes en cas d'évacuation hors site, en raison de dépassements conjoints sur les paramètres fluorures, fraction soluble, sulfates, antimoine sur éluat (envoi en ISDND avec procédure préalable et tests d'acceptation) ;
- des matériaux de remblais sablo-argileux beige S5 0-0.5 + S6 0-0.5 ne peuvent pas être considérés comme inertes en cas d'évacuation hors site, en raison de dépassements conjoints sur les paramètres fraction soluble et sulfates (envoi en ISDND avec procédure préalable et tests d'acceptation) ;
- des matériaux de remblais argileux marron constituant le merlon T1 0-3 + T2 0-3+ T3 0-1 peuvent être considérés comme inertes en cas d'évacuation hors site (envoi en ISDI avec procédure préalable et tests d'acceptation) ;
- en un point de sondage S8 0.6-1, des **argiles remaniées**, sur 0,4 m.
Les matériaux ne présentent pas d'enrichissement en métaux, d'impact en hydrocarbures mais des traces de HAP ;
- plus en profondeur, des **argiles réputées naturelles**, marron.
Les matériaux ne présentent pas d'impact significatif pour les composés recherchés et donc une bonne qualité environnementale permettant leur évacuation en banalisables pour valorisation ou en ISDI avec procédure préalable sans tests d'acceptation) ;
- Quelques spots de pollution ont été identifiés :
 - en S7 0,7-0,9, avec de très forts impacts en métaux sur brut (dont arsenic, plomb) et une teneur de 550 mg/kg en hydrocarbures dans des remblais pourpres ;
 - en S5 0,5-0,9, avec une teneur de 85 mg/kg en HAP ;
 - en S11 0,4-0,9, avec une teneur de 90 mg/kg en HAP.

L'application de ces données aux futurs aménagements aboutit aux conclusions suivantes :

- Les risques sanitaires sont principalement liés au transfert direct, par ingestion de poussières ou contact cutané, sans retenir l'inhalation de composés volatils.
- Le terrain destiné à l'aire d'accueil des gens du voyage présente globalement un caractère inerte mais des impacts en métaux et composés organiques : un recouvrement (ou substitution) par de la terre végétale ou par des dalles béton ou enrobé (selon la géométrie du projet visé) est préconisé et la culture de végétaux consommables doit être interdite.
- La partie nord du site, destinée à être aménagée par les installations de géothermie et chaufferie présente des spots de pollution aux hydrocarbures ou HAP ainsi que des zones de remblais non inertes. Il est préconisé le confinement de ces matériaux sous bâtiments ou voiries et en cas d'évacuation forcée, une partie des remblais devra être orientée vers une installation de type ISDND.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Ce qu'il faut retenir...

Les risques pour l'environnement du site sont faibles à négligeables et limités à la zone saturée des remblais (transfert possible ponctuellement) ; la nappe des alluvions sous-flandriennes est quant à elle protégée par plusieurs mètres d'argiles peu perméables.

○ Site de PGE2 : Etude de l'ancien site SOFERTI, Quai de Brazza- RETIA/BURGEAP, 2015 et ArgaGée, 2017.

Le terrain de l'ancienne usine de SOFERTI s'étend sur une superficie de 13 hectares environ (cf. figures ci-dessous). Les parcelles cadastrales sur lesquelles étaient implantées l'ancienne usine sont les parcelles n° 24, 25 et 31 en section AD



Figure 34 : Présentation du site SOFERTI (source : Etude RETIA/BURGEAP, 2015)

L'usine a été démantelée en partie en 2009. Son activité a débuté en 1901, et consistait alors en la production de fertilisants de type superphosphate et engrais granulés. Dans ce cadre, elle fabriquait principalement :

- ▶ De l'acide sulfurique : procédé des chambres de plomb et grillage de pyrites de 1901 à 1960 puis procédé par contact de 1914 jusqu'à sa fermeture ;
- ▶ De l'acide phosphorique de 1963 à 1982 ;
- ▶ Des engrais de type superphosphates tout au long de l'activité ;
- ▶ Des engrais complexes tertiaires (NPK¹⁹) de 1961 jusqu'à l'arrêt de l'activité ;
- ▶ Des sulfates d'alumine à partir de 1968 jusqu'à la cessation d'activité.

¹⁹ Il s'agit de la triade Azote (N), phosphore (P) et potassium (K)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Différents diagnostics de pollution ont été menés par CECA et BURGEAP entre 1997 et 2012 et ont permis de caractériser différentes zones impactées par l'activité de l'usine :

- Au droit de la zone nord : impacts sur les sols et les eaux souterraines par des mélanges d'hydrocarbures (localement présence de phase organique dans les sols et les eaux souterraines), et présence de boues de plomb dans les remblais.
- Au droit de la zone sud : présence de remblais impactés par des mélanges d'hydrocarbures (C10-C40 et HAP²⁰), impacts sur les sols par des phosphates et acidification du milieu au droit de l'ancien bassin phosphorique.
- Au droit de l'usine (toutes zones) : présence de cendres de pyrites dans les remblais du site, impact sur les sols par des anions solubles (sulfates, nitrates, orthophosphates, fluorures).

Ces impacts plus diffus peuvent être associés localement à une acidification du milieu (pH<6). Cette acidification du milieu est propice à la solubilisation des métaux et métalloïdes²¹ présents dans les sols.

Les cibles potentiellement exposées sont les adultes travaillant sur place et, dans une moindre mesure, le public fréquentant ponctuellement la zone d'activités.

Il est à souligner que les eaux souterraines superficielles s'écoulant dans les remblais du site ne constituent pas une ressource en eau susceptible d'être exploitée. La présence d'argiles des Mattes entre ces eaux souterraines superficielles et la nappe des alluvions anciennes (ou nappe des sables et graves sous-flandriens) (jusqu'à -24 m/TN) déconnecte les eaux l'une de l'autre. L'aquifère du sous-flandrien, considérée comme captive à semi-captive, d'une épaisseur de l'ordre de 10 m au droit du site apparaît donc très peu vulnérable aux pollutions de surface. Sur le secteur, les zones saturées des remblais et la nappe des alluvions sous-flandriens ne sont donc pas en relation hydraulique. En ce qui concerne les nappes de l'Éocène moyen à inférieur (eaux souterraines profondes), exploitées pour l'alimentation en eau potable, elles sont en principe peu vulnérables aux pollutions de surface en raison de l'intercalation de formations peu perméables, dont les marnes oligocènes.

Des travaux de réhabilitation se sont déroulés entre août 2014 et septembre 2015. La stratégie de réhabilitation du site mise en œuvre par RETIA a eu pour objectifs :

- ▷ De réduire le stock de matériaux présentant des impacts concentrés et ponctuels (boues de plomb, matériaux impactés par des hydrocarbures, sources radiologiques)
- ▷ De neutraliser les remblais et les eaux souterraines en considérant que leur acidification est l'un des facteurs à l'origine d'un marquage environnemental sur les eaux souterraines en limite aval du site.
- ▷ De garantir la compatibilité avec l'usage futur (usage industriel, artisanal, commercial et tertiaire).

En fin de réhabilitation, la seule voie d'exposition résiduelle est l'inhalation de composés se volatilisant depuis le sous-sol.

L'implantation du puits d'injection (PGE2) est localisée sur la figure 3 SUR l'ILOT E7-2, historiquement concerné par des activités de production ou de stockages liés à la production d'acide sulfurique :

- magasin et four à boues de plomb;
- valorisation des cendres de pyrite par lessivage et cémentation.

²⁰ C10-C40 : il s'agit d'une classe d'hydrocarbures. HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques.

²¹ Eléments chimiques aux propriétés proches de celles des métaux mais non classés parmi les métaux.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Au droit de l'Ilote E7-2, les travaux de réhabilitation ont consistés en :

- un traitement des impacts localisés et concentrés en polluants organiques (hydrocarbures totaux et HAP)
- une excavation et un traitement hors site des boues de plomb
- un traitement des pollutions acides diffuses (en lien avec les impacts par les polluants métalliques et minéraux) :

L'ensemble des zones traitées présentant un impact concentré et ponctuel sont, à l'issu des travaux, confinées sous 30 cm de terres saines.

Suite aux travaux de réhabilitation, le site a fait l'objet d'une surveillance de la qualité des eaux souterraines, à cadence trimestrielle (2015 et 2016) puis semestrielle (2017).

D'une manière générale, à l'issu des travaux de réhabilitation, la majorité de composés analysés dans la nappe au piézomètre de contrôle Pz5 présentent une amélioration, notamment pour le pH (atteinte des objectifs de réhabilitation) et les métaux (arsenic, cadmium, zinc, cuivre).. Cependant, ces données ne permettent pas de démontrer le caractère inerte ou non des remblais superficiels (remis en fouille ou en place) sous la couche de matériaux d'apports.

Une évaluation de la qualité environnementale des sols a été entreprise spécifiquement sur l'emprise cet ilot par le bureau ARCAGE en mai 2017.

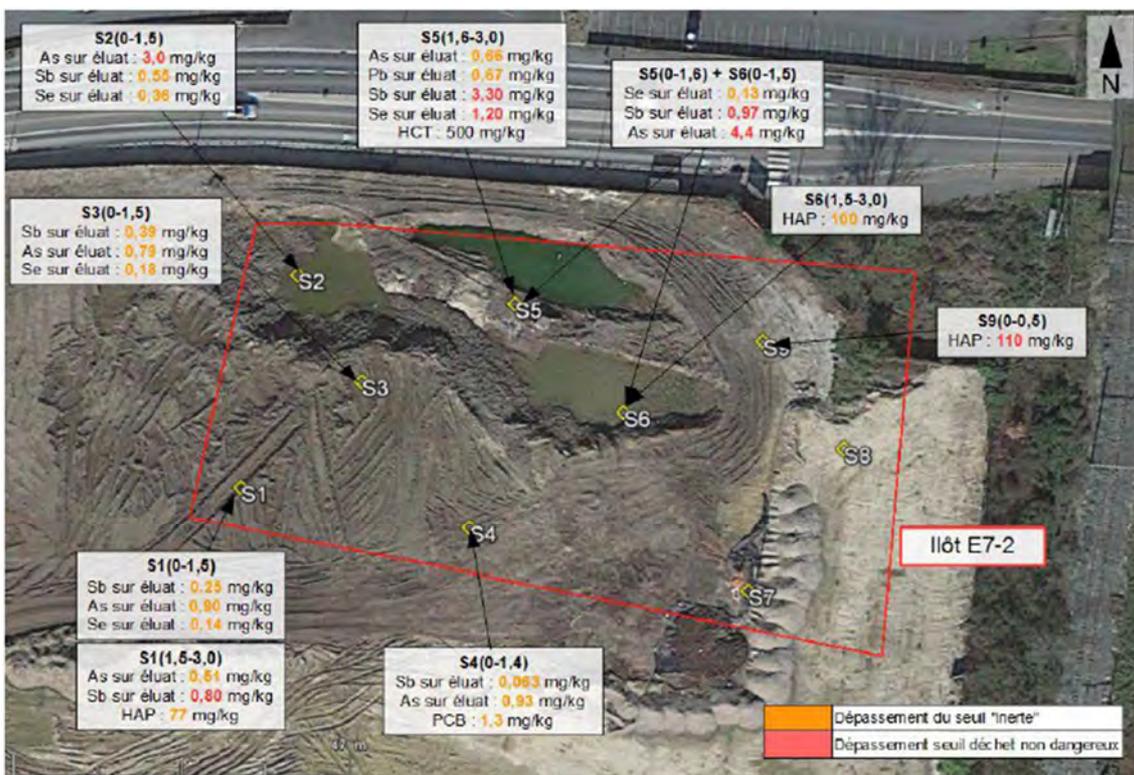


Figure 35 : Synthèse des principaux impacts identifiés dans les sols superficiels (source : Etude Arcagée 2017)

Le choix des échantillons envoyés au laboratoire a été orienté par les signes organoleptiques relevés lors des investigations, les types de formations rencontrées, les usages prévus sur le site et la localisation des sondages.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Au total, 15 échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire d'analyses, sous la forme de 14 échantillons ponctuels et 1 échantillon composite.

Les analyses suivantes ont été réalisées :

- pack 8 métaux+hydrocarbures (HCT C10-C40)+HAP sur 7 échantillons
- test inerte complet+12 métaux sur brut sur 8 échantillons.

Ces analyses d'échantillon ont permis de déterminer la procédure à mener en cas d'évacuation hors site des matériaux.

Au vu des informations obtenues à la suite des sondages réalisés, les échantillons ont révélé que :

- La couche superficielle (environ 0,38 m) de matériaux d'apports peut être considéré comme non inerte
- dans les Remblais (ou terres naturelles remaniées) sablo-graveleux marron à gris, localement à nuances noirâtres à rougeâtres rencontrés jusqu'à une profondeur maximale de 3 m, la qualité environnementale est très médiocre et présentent un caractère systématiquement pollué et non inerte (caractérisés localement de déchets dangereux en cas d'évacuation hors site). En cas d'évacuation hors site de ces matériaux, ils seront dirigés préférentiellement vers une installation de stockage des déchets non dangereux (ISDND) à 50 % ou vers une installation de stockage de déchets dangereux (ISDD) à 50 %.
- Dans les sables graveleux gris humides, identifiés très localement en S7 à partir de 1,20 m de profondeur, un léger enrichissement en mercure est observé tandis que les concentrations en métaux sont cohérentes avec les valeurs nationales dans des terres dites ordinaires, les traces de HAP observées sont inférieures au seuil maximal de définition de caractère inerte du sol quant à la concentration des autres hydrocarbures ils sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire. La réalisation de tests inertes complets sera nécessaire dans les horizons argileux potentiellement recoupés lors des futurs travaux.
- Dans les terres naturelles en place (argile marron grise), identifiés très localement en S9 à partir de 0,50 m de profondeur, de faibles enrichissements sont observées en arsenic, cuivre, mercure, plomb et zinc avec des concentrations supérieures aux valeurs du fond géochimique national dans des terres dites « ordinaires », hors anomalies naturelles, mais globalement inférieures aux valeurs du fond géochimique des remblais indifférenciés et/ou noirs des bords de Garonne. Il est également à noter que les traces de HAP, ont été relevées avec une concentration largement inférieure au seuil maximal de définition du caractère inerte d'un sol et l'absence de concentration des autres hydrocarbures inférieur à la limite de quantification du laboratoire a été constaté. La réalisation de tests inertes complets sera nécessaire dans les horizons argileux potentiellement recoupés lors des futurs travaux.

A l'issue de cette étude, les risques sanitaires, environnementaux et financiers ont été analysés.

D'un point de vue sanitaire, aucun impact significatif par des composés volatils n'a été mis en évidence dans les remblais caractérisés au cours de l'étude Les risques sanitaires liés à l'inhalation de substances nocives volatiles seront donc considérés comme faibles à négligeables. **Pour les eaux souterraines, compte-tenu des pollutions peu volatiles identifiées dans ce milieu, le risque sanitaire est jugé faible à négligeable.**

D'un point de vue environnemental, les impacts relevés dans les remblais sont localement importants jusqu'à 1,5 m de profondeur maximum. Cependant les capacités de migration latérale et verticale des polluants sont limitées par le caractère discontinu des zones saturées et la protection sous-jacente assurée par les argiles plastiques vis-à-vis de la nappe captive des alluvions sous-flandriennes.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Enfin, d'un point de vue financier, la méthodologie à adopter serait de limiter les travaux les plus générateurs de déblais, de favoriser la réutilisation des remblais sur site en confinement et en cas d'évacuation forcée d'excédent de matériaux, de privilégier la mise en place en cours de travaux d'un tri des déblais avec caractérisation analytique par lots afin de statuer définitivement sur l'exutoire des terres (logique d'optimisation des volumes en fonction des filières).

A noter qu'une servitude d'utilité publique relative à la restriction de l'usage du sol et du sous-sol a été créée suite à l'article 12 de l'Arrêté préfectoral du 28 avril 2017. Cette servitude est présentée en détail dans le paragraphe 4.6.2.2.

Ce qu'il faut retenir...

Ces investigations sur l'état de pollution des sols ont montré que les impacts relevés dans les remblais sont localement importants jusqu'à 1,5 m de profondeur maximum cependant les concentrations résiduelles des sols de surface et de profondeur (>30cm par rapport à la surface) sont compatibles avec l'usage industriel, artisanal, commercial et tertiaire après les travaux de réhabilitation. Une méthodologie en matière de traitement des déblais sera à mettre en place.

4.2.7.4 Fonds géochimiques

En complément des synthèses des études de pollution des sols réalisées sur les deux sites destinés à accueillir les puits PGE1 et PGE2, les fonds géochimiques sont présentés ci-après.

○ Site PGE1

Les tableaux annexés à la présente étude d'impact (Annexe 3 : Tableaux d'analyses des sols) présentent les analyses de sol sur les 20 échantillons réalisés à proximité du futur site PGE1 (au droit de la parcelle AF146) dans le cadre de l'étude de la qualité environnementale des sols menée en 2015 par ArcaGée.

A titre d'information, ils sont comparés (pour les métaux) :

- ▷ 1. Au fond géochimique de terres dites « ordinaires » ;
- ▷ 2. Au bruit de fond dans les remblais indifférenciés des bords de la Garonne ;
- ▷ 3. Au bruit de fond dans les remblais noirâtres des bords de la Garonne.

Les résultats d'analyses montrent :

- ▷ Les terres naturelles analysées (argiles plastiques grises ou brunes) présentent des teneurs en métaux cohérentes avec le fond géochimique généralement observé dans des terres dites « ordinaires », sauf de légers enrichissements détectés en arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb ou zinc (enrichissements plus forts).
- ▷ Les analyses ont également permis de constater : la présence de traces de HAP dans 5 des 6 échantillons analysés, avec des teneurs faibles, comprises entre <0,32 et 2,3 mg/kg ; la présence ponctuelle de traces d'hydrocarbures C10-C40 (35 mg/kg pour un échantillon, les hydrocarbures n'étant pas détectées dans les 5 autres : <20 mg/kg).
- ▷ Les COHV ne sont pas détectés dans l'échantillon analysé.

○ Sites PGE2

Les tableaux annexés à la présente étude d'impact (Annexe 3 : Tableaux d'analyses des sols) présentent les résultats des analyses des 7 échantillons de sol réalisés dans le cadre de

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

l'Evaluation de la qualité environnementale des sols réalisée en juillet 2017 par ArgaGée. A titre d'information, ils sont comparés (pour les métaux) :

- ▷ 1. Au fond géochimique de terres dites « ordinaires » ;
- ▷ 2. Au bruit de fond dans les remblais indifférenciés des bords de la Garonne ;
- ▷ 3. Au bruit de fond dans les remblais noirâtres des bords de la Garonne ;

Les résultats d'analyses montrent :

- ▷ De faibles enrichissements en arsenic, cuivre, mercure, plomb et zinc avec des concentrations supérieures valeurs du fond géochimique national dans des terres dites « ordinaires », hors anomalies naturelles, mais globalement inférieures aux valeurs du fond géochimique des remblais indifférenciés et/ou noirs des bords de Garonne.
- ▷ Des traces de HAP avec une concentration (7,2 mg/kg) largement inférieure au seuil maximal de définition du caractère inerte d'un sol,
- ▷ L'absence d'impact par les hydrocarbures totaux C10-C40 avec une concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire.

4.3 Environnement naturel

L'étude relative à l'environnement naturel a été réalisée par le bureau d'étude BKM écologie environnement paysage, à partir de données bibliographiques d'études réalisées dans et à proximité de la zone d'étude. L'étude complète est présentée en Annexe 8 : Etude BKM

4.3.1 Généralités

Les zones naturelles sensibles peuvent avoir différents statuts selon la nature des intérêts à préserver (faune, flore, biotope, zone humide, etc.), la taille des zones concernées, la sensibilité des espèces (niveau local, national ou international).

Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont de deux types :

- Les zonages réglementaires : Zonages de sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels des aménagements peuvent être interdits ou contraints. Ce sont principalement les sites réserves naturelles, les arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les forêts de protection, les sites du réseau NATURA 2000.
- Les zonages d'inventaires : Zonages qui n'ont pas de valeur d'opposabilité mais qui ont été élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs. Ce sont les Zones d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) à l'échelon national, certains zonages internationaux comme les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) à l'échelle européenne. Peuvent aussi être classés dans ces zonages les Espaces Naturels Sensibles, gérés par les départements.

4.3.2 Aires d'étude

- Aire d'étude immédiate

L'aire d'étude du projet, ou « aire d'étude immédiate », correspond au périmètre d'aménagement des forages et des équipements annexes pour chacun des puits PGE1 et PGE2.

- Aire d'étude rapprochée

Une aire d'étude rapprochée est délimitée, correspondant à un périmètre d'une cinquantaine de mètres autour de l'aire d'étude immédiate. Cette aire d'étude est utilisée dans le cadre de l'analyse des habitats naturels des sites et des espèces floristiques.

- Aire d'étude élargie

L'aire d'étude élargie est plus vaste et englobe les deux sites de forages afin de tenir compte des liens fonctionnels existant entre le site du projet et ses alentours. Cette aire correspond approximativement à un tampon de 500 mètres autour de chaque site. Elle est principalement utilisée dans le cadre de l'analyse des espèces faunistiques fréquentant les sites.

- Aire d'étude éloignée

Une aire d'étude éloignée est également définie sur l'ensemble des secteurs où peuvent s'ajouter des effets éloignés ou induits du projet. Le périmètre est supérieur au périmètre d'étude élargi et s'étend sur plusieurs kilomètres autour de celui-ci. Il est fonction de la configuration du réseau hydrographique et de la localisation des zones de protection et inventaires du patrimoine naturel. Cette échelle permet d'obtenir des informations relativement précises sur le site et ses alentours immédiats, tout en inscrivant ces données dans leur contexte plus large afin d'en avoir une compréhension plus globale. Ce périmètre est utilisé principalement pour l'inventaire du patrimoine naturel et le zonage réglementaire mais également dans l'analyse du fonctionnement écologique du territoire.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Ces 3 aires d'études sont présentées dans la figure ci-dessous.

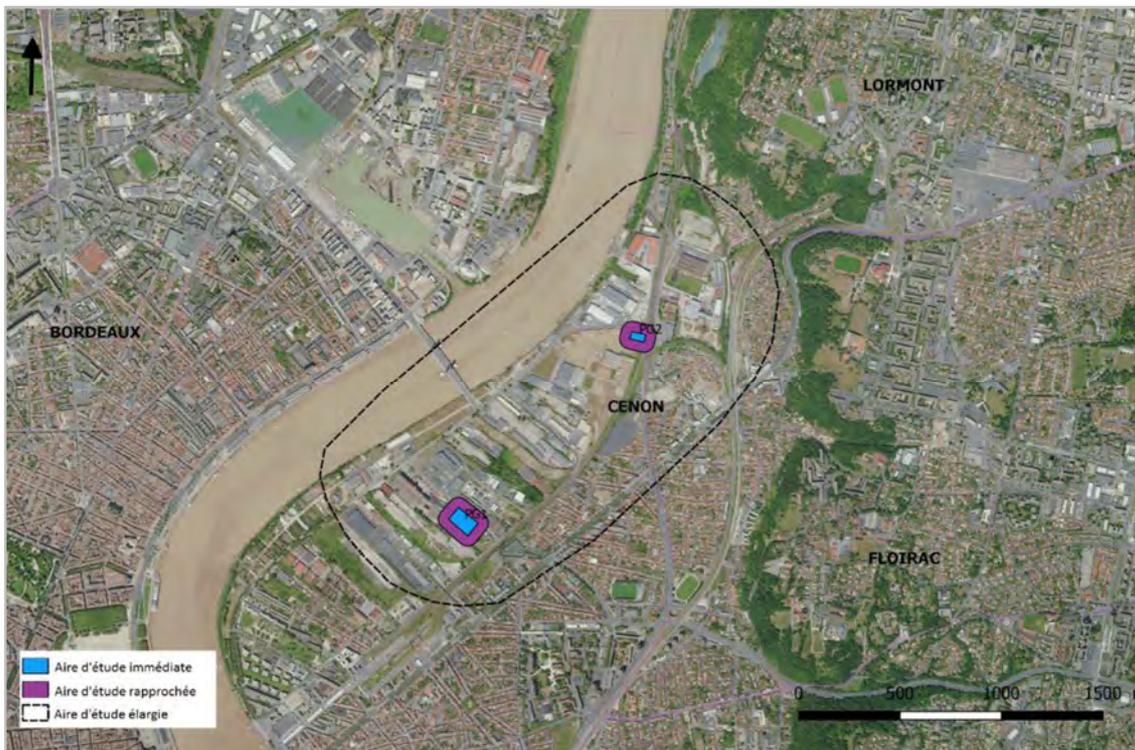


Figure 36 : Aires d'études (source : BKM, 2017)

4.3.3 Espaces d'inventaire

Les espaces d'inventaire peuvent être de différentes natures :

○ Zones naturelles d'intérêt floristique et faunistique (ZNIEFF)

Une ZNIEFF est un territoire où les scientifiques ont identifié des éléments rares, remarquables, protégés ou menacés, du patrimoine naturel. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une mesure de protection qui implique des contraintes légales, la nécessité de sa prise en compte lors de l'élaboration de tout projet est rappelée dans la circulaire 91-71 du 14 mai 1991 du Ministère de l'Environnement. Cette même circulaire rappelle aussi la nécessaire prise en compte des préoccupations environnementales en dehors des ZNIEFF. Ces dernières donnent une indication sur la richesse biologique d'un site. Les ZNIEFF sont divisées en deux catégories :

- ▷ Catégorie I : d'une superficie assez limitée, elle renferme des espèces et des milieux rares ou protégés,
- ▷ Catégorie II : elle correspond à de grands espaces naturels (massif forestier, estuaire, etc.) offrant de grandes potentialités biologiques.

○ Zones d'importance pour la conservation des oiseaux (ZICO)

Les ZICO renvoient à un inventaire scientifique international (Birdlife International) définissant les zones d'intérêt majeur qui abritent des effectifs d'oiseaux sauvages d'importance communautaire ou européenne. Il s'agit de zones comprenant des milieux importants pour la vie de certains oiseaux (aires de reproduction, de mue, d'hivernage, zones de relais de migration). Ces zones

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

ne confèrent aux sites concernés aucune protection réglementaire. Par contre, il est recommandé une attention particulière à ces zones lors de l'élaboration de projets d'aménagement ou de gestion.

Le tableau ci-dessous recense les espaces d'inventaire présents à proximité de la zone d'étude, et les localisent par rapport aux puits PGE1 et PGE2.

Tableau 13 : Espaces d'inventaires à proximité de la zone d'étude (source : BKM, 2017)

Type d'inventaire	Sites concernés	Code	Distance min. PGE1	Distance min. PGE2
ZNIEFF I	Coteaux de Lormont	720008231	2,1 km NE	912 m NE
	Réserve naturelle des marais de Bruges	720002383	5,5 km NO	5,5 km NO
ZNIEFF II	Coteaux de Lormont, Cenon et Floirac	720020119	1,4 km E	800 m E
	Réseau hydrographique de la Jalle, de camp de souge à la Garonne, et marais de Bruges	720030039	3,6 km NO	3,6 km NO
ZICO	Marais du nord de Bordeaux et marais du bordelais	00156	5,3 km NO	5,3 km NO

Ces espaces sont localisés sur la Figure 37.

Les espaces en vert sont les plus proches des puits :

- ▶ ZNIEFF I *Coteaux de Lormont* : Cette ZNIEFF s'étend sur 28 ha. Elle est principalement composée de forêts, de pelouses et de prairies possédant un important intérêt floristique avec 9 espèces floristiques déterminantes.
- ▶ ZNIEFF II *Coteaux de Lormont, Cenon et Floirac* : Cette ZNIEFF couvre une superficie de 168 ha. Elle comprend l'ensemble des pentes non aménagées des coteaux de Lormont, Cenon et Floirac. Selon les données issues de la DREAL Aquitaine, ces coteaux de la rive droite de la Garonne comprennent des stations disséminées et résiduelles de forêts et fourrés méso-xérophiles à xérophiles se développant sur des substrats globalement oligotrophes calcaires, exposés au Sud et dotés d'une végétation riche en espèces subméditerranéennes. Ces formations végétales présentent une très haute valeur patrimoniale (intérêt biogéographique et présence de nombreuses espèces rares et/ou protégées) et une haute valeur paysagère dans un contexte très urbain.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'est pas concerné directement par des zones d'inventaires. Cependant, plusieurs sites sont présents dans l'aire d'étude élargie et à proximité immédiate.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.4 Espaces protégés

Les espaces protégés peuvent être de différentes natures :

○ **Natura 2000**

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique européen destiné à préserver la biodiversité en assurant le maintien ou le rétablissement dans un état favorable des habitats d'espèces de faune et de flore d'intérêt communautaire. Ce réseau s'appuie sur deux directives :

- ▶ La Directive «Oiseaux» (79/409/CEE), du 2 avril 1979, qui concerne la conservation des oiseaux sauvages et la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle de l'Europe. Elle prévoit pour cela la création de Zones de Protection Spéciale (ZPS). A noter qu'une version intégrant les mises à jour successives a été codifiée en 2009 (2009/147/CE).
- ▶ La Directive «Habitats Faune et Flore» (92/43/CEE), du 21 mai 1992, qui a pour objet la conservation d'espèces et d'espaces sauvages énumérés dans ses annexes. Elle prévoit pour cela la création de Zone Spéciale de Conservation (ZSC).

C'est le maillage de ces deux types de site (ZPS et ZSC) qui constitue le réseau Natura 2000. Sur chaque site un document d'objectifs (DOCOB), document d'orientation et de gestion est élaboré ou en cours d'élaboration.

○ **Réserves naturelles nationales**

Une réserve naturelle nationale est un outil de protection à long terme d'espaces, d'espèces et d'objets géologiques rares ou caractéristiques, ainsi que de milieux naturels fonctionnels et représentatifs de la diversité biologique en France.

○ **Espaces boisés classés (EBC)**

Le classement d'un boisement en Espace Boisé Classé est défini par le Plan Local d'Urbanisme de la commune. Il vise la protection de bois, forêts, parcs, haies, arbres isolés présentant un intérêt écologique. Sur ces boisements, tout changement d'affectation du sol compromettant leur conservation est interdit selon l'Article L130-1 du code de l'urbanisme. Cette affectation entraîne également le rejet de toute demande de défrichement prévue dans le code forestier. Les coupes et abattages d'arbres devront être soumis à la déclaration préalable prévue par l'article L.421-4 du code de l'environnement.

○ **Parcs naturels régionaux**

Les parcs naturels régionaux représentent un projet de conservation d'un patrimoine naturel et culturel partagé sur un territoire cohérent. Leur objectif est de protéger et mettre en valeur de grands espaces ruraux habités.

○ **Réserves naturelles régionales**

Le statut de classement en réserve naturelle régionale est un statut réglementaire français défini par la loi de proximité du 27 février 2002. Il s'agit de zones non habitées du territoire d'une ou plusieurs communes dont la conservation de la faune, de la flore, du patrimoine géologique ou paléontologique ou en général, du milieu naturel présente une importance particulière de niveau régional.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Forêts de protection

La forêt de protection désigne un statut défini dans le code forestier, aux articles L.411 et R.411 et suivants. Il s'agit de la protection foncière la plus stricte applicable aux forêts en France. Il s'agit de forêts classées pour se prémunir des catastrophes naturelles et afin de préserver la santé, la sécurité et la qualité de vie des habitants des zones urbanisées, ainsi que les ressources en eau et l'écosystème forestier en général.

○ Arrêtés de protection de biotope

Les arrêtés préfectoraux de protection de biotope ont pour objectif la préservation des milieux naturels nécessaires à l'alimentation, à la reproduction, au repos ou à la survie des espèces animales ou végétales protégées par la loi. Un biotope est une aire géographique bien délimitée, caractérisée par des conditions particulières (géologiques, hydrologiques, climatiques, sonores, etc). Il peut arriver que le biotope soit constitué par un milieu artificiel (combles des églises, carrières), s'il est indispensable à la survie d'une espèce protégée. Cette réglementation vise donc le milieu de vie d'une espèce et non directement les espèces elles-mêmes.

○ Réserves biologiques dirigées ou intégrales

Les réserves biologiques concernent des espaces forestiers et associés comportant des milieux ou des espèces remarquables, rares ou vulnérables relevant du régime forestier et gérés à ce titre par l'ONF.

○ Réserves de biosphère

Programme international conduit par l'UNESCO qui vise à la conservation des écosystèmes et à définir les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles de la biosphère. Peuvent être labellisés "réserves de biosphères" tous les secteurs d'un intérêt international, bénéficiant d'une protection réglementaire pérenne. Le réseau des réserves de biosphère françaises, établi progressivement depuis 1977, compte aujourd'hui dix sites répartis sur le territoire national dont les DOM-TOM.

○ Réserves nationales de chasse et de faune sauvage

Les Réserves de Chasse et de Faune Sauvage ont quatre principaux objectifs : protéger les populations d'oiseaux migrateurs conformément aux engagements internationaux, assurer la protection des milieux naturels indispensables à la sauvegarde d'espèces menacées, favoriser la mise au point d'outils de gestion des espèces de faune sauvage et de leurs habitats et contribuer au développement durable de la chasse au sein des territoires ruraux.

○ Conservatoires de sites

Réseau privé de protection des milieux naturels de France. Ils ont soit la maîtrise foncière soit la maîtrise d'usage des périmètres qu'ils ont établis.

○ Zones humides d'importance internationale

Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières, d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. Les zones humides concernées doivent avoir une importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique.

○ Zones humides d'importance nationale

L'Observatoire national des zones humides, créé à la suite du plan d'action ministériel des zones humides de 1995, a réalisé une cartographie de 152 zones humides d'importance nationale.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Aucune zone humide d'importance internationale n'est située dans un rayon de 3 km autour du site du projet.

○ AOC

Les AOC ont été créées en 1935. L'Institut National des Appellations d'Origine (INAO), fondé en 1935, est un établissement public, responsable de la reconnaissance des produits d'appellation. Il propose la définition des conditions de production et notamment des aires géographiques de production et veille au respect de ces règles.

○ Réserves marines

Selon le code de l'environnement (articles L. 332-1 à L. 332-27), le classement en réserves naturelles marines concerne le domaine public maritime et les eaux territoriales françaises lorsque le milieu naturel ou des espèces marines présentent une importance particulière qu'il convient de soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader. Elles assurent aussi une continuité terre-mer entre le littoral et l'espace côtier.

○ Parcs naturels marins

Le parc naturel marin est un outil de gestion du milieu marin, créé par la loi du 14 avril 2006. Adapté à de grandes étendues marines, il a pour objectif de contribuer à la protection, à la connaissance du patrimoine marin et de promouvoir le développement durable des activités liées à la mer.

○ Parcs nationaux

Les parcs nationaux sont des espaces protégés soumis à une réglementation spécifique (articles L331 et R331 du code de l'environnement) qui assure la sauvegarde de leur patrimoine naturel et culturel reconnu comme exceptionnel. Le caractère exceptionnel des parcs résulte d'une combinaison unique entre géologie, diversité biologique, paysages et activités humaines. L'originalité d'un parc national relève ainsi autant d'un patrimoine naturel originel de très grande valeur, que de la présence d'activités humaines qui ont su satisfaire les besoins des populations locales tout en respectant leur environnement naturel.

○ Biens inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO

Il s'agit d'un espace qui, du fait de sa valeur patrimoniale exceptionnelle, est considéré comme héritage commun de l'humanité. Depuis la signature en 1975 de la Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel et sur proposition d'inscription de l'Etat, un bien peut être inscrit en fonction de dix critères de sélection. Quatre concernent les biens naturels : phénomènes naturels d'une beauté exceptionnelle, exemplarité du site pour représenter tant l'histoire de la terre que la formation de la vie ou du relief, exemple représentatif de processus écologiques et biologiques en cours, préservation de la diversité biologique, intégrant des espèces menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle.

Le tableau ci-après recense les espaces de protection présents à proximité de la zone d'étude, et les localisent par rapport aux puits PGE1 et PGE2.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 14 : Espaces protégés à proximité des puits (source : BKM, 2017)

Type de protection	Sites concernés	Code	Distance min. PGE1	Distance min. PGE2
ZSC Directive Habitat	La Garonne	FR7200700	500 m NO	340 m NO
	Marais de Bruges, Blanquefort et Parempuyre	FR7200687	5,8 km NO	5,6 km NO
	Réseau hydrographique des jalles de St ménard et d'Eysines	FR7200805	7,1 km NO	7,3 km NO
Réserve naturelle nationale	Marais de Bruges	RNN64	5,7 km NO	5,5 km NO

Ces espaces sont localisés sur la Figure 37.

Seul l'espace suivant est relativement proche des puits PGE1 et PGE2 :

- ▶ ZSC *La Garonne* : Ce site concerne le lit mineur de la Garonne ; il s'agit du principal axe de migration et de reproduction des espèces piscicoles amphihalines. Sa vulnérabilité nécessite de mieux gérer la pêche, de protéger et restaurer les frayères, de maîtriser les pollutions et les effets des aménagements sur le fleuve (accès aux affluents et à la partie amont du lit mineur).

Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'est pas concerné directement par des espaces de protection. Cependant, la ZSC La Garonne est située à moins d'un kilomètre des puits.

La carte de la Figure 37 suivante localise les espaces d'inventaire et les sites de protection.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

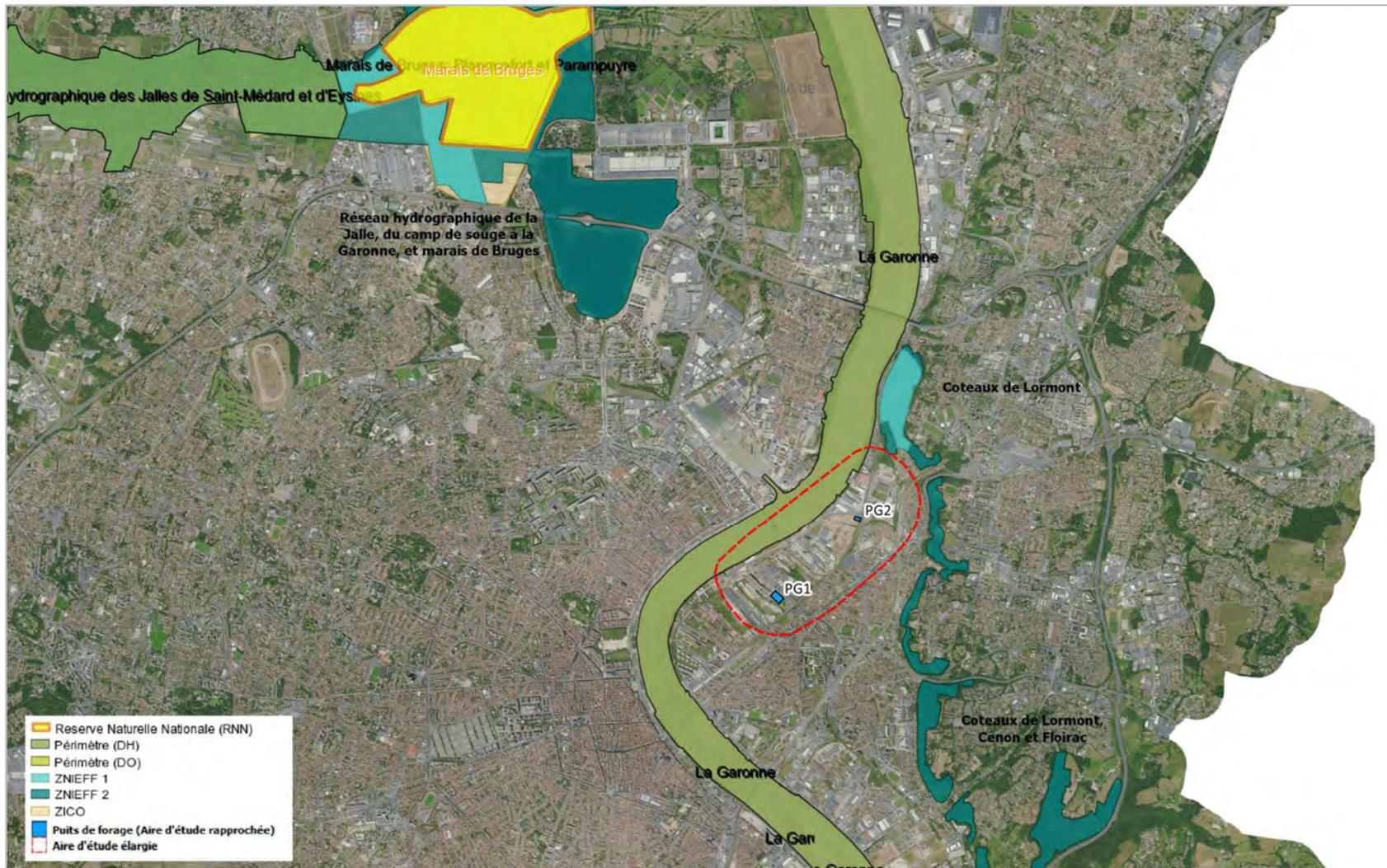


Figure 37 : périmètres réglementaires et inventaires du patrimoine naturel (source : BKM, 2017)

4.3.5 Fonctionnement écologique du territoire

4.3.5.1 Principe et définitions

Le principe est de mettre en évidence le fonctionnement écologique d'un espace à partir de la lecture de l'organisation du territoire et notamment de la répartition spatiale des formations végétales.

L'approche consiste à identifier :

- ▶ **Les taches ou réservoirs de biodiversité** : espaces dans lesquels résident le plus grand nombre d'espèces animales et végétales, certaines pouvant présenter un intérêt patrimonial. Ils comprennent des milieux naturels couverts par des inventaires ou des protections, des milieux naturels non fragmentés, etc.
- ▶ **Les continuités écologiques ou les zones de connexion** : ce sont les voies de déplacement de la faune et de la flore, plus ou moins larges, continues ou non, qui relient les réservoirs de biodiversité entre eux et permettent les migrations et dispersions des espèces. Les continuités écologiques sont représentées par des corridors linéaires (haies, chemins, cours d'eau, etc.), par des structures en « pas japonais » (ponctuation d'éléments relais ou d'îlots refuges) mais aussi par des surfaces surfaciques (ensemble de prairies gérées de manière extensive). Leur efficacité dépend des distances entre les taches et de la complexité de la structure végétale au sein de la zone de connexion.
- ▶ **Les barrières naturelles ou artificielles** qui gênent les déplacements.

Les différents éléments utilisés dans cette approche sont schématisés ci-après :

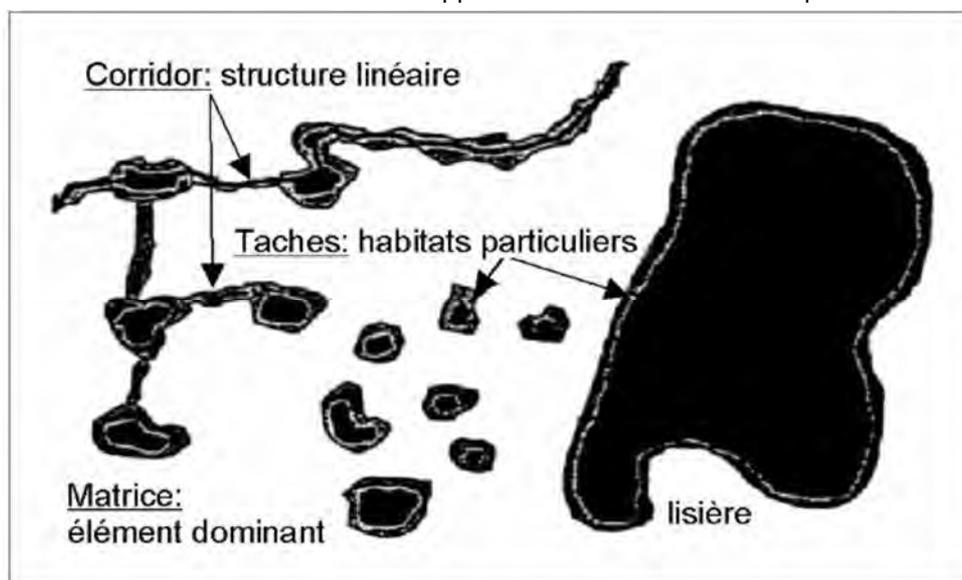


Figure 38 : Structure du paysage en matrice, tâches et corridors (source : BKM, d'après Pain, 1996)

4.3.5.2 Trame verte et bleue et SRCE

La Trame Verte et Bleue est une mesure phare du Grenelle de l'Environnement pour « enrayer » le déclin de la biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural (loi Grenelle du 12 juillet 2010).

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

La Trame Verte et Bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE), ainsi que par les documents de l'Etat, des collectivités locales et de leurs groupements auxquels des dispositions législatives reconnaissent cette compétence et, le cas échéant, celle de délimiter ou de localiser ces continuités (article R. 371-16 de code de l'environnement). Les documents de planification des collectivités prennent en compte le Schéma Régional de Cohérence Ecologique.

Le projet de SRCE Aquitaine, issu d'un travail technique et scientifique et d'une co-construction réalisée en association avec de nombreux acteurs régionaux, a été arrêté le 31 janvier 2014. Il a été soumis à enquête publique du 27 avril au 5 juin 2015. Ce projet comporte des annexes cartographiques localisant les objectifs assignés aux réservoirs de biodiversité et aux corridors écologiques. Les cartographies sont réalisées à l'échelle du 1/100.000ième et ne doivent pas être transposées à des échelles plus grandes.

Le projet de SRCE identifie au sein du secteur d'étude des réservoirs de biodiversité appartenant à la trame « Boisements de conifères et milieux associés », « Multi sous-trames », « Milieux côtiers : dunaires et rocheux » et « Milieux humides » (Bassin d'Arcachon notamment). Un corridor « Boisements de feuillus et forêts mixtes » est également présent. Il met en avant également plusieurs éléments fragmentant liés aux infrastructures linéaires de transport (liaisons principales et régionales (RD 106)) et liés aux zones urbanisées.

La commune de Bordeaux appartient à deux grandes régions naturelles classées dans le SRCE :

- ▷ 1. Les coteaux et plateaux à dominante calcaire du Nord de la Garonne ;
- ▷ 2. Les vallées fluviales majeures.

Pour chaque région naturelle, le SRCE fixe des actions territorialisées, présentées dans le tableau suivant :

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 15 : Enjeux et actions fixés par le SRCE (source : BKM, 2017)

Région naturelle	Enjeux	Actions
1	Préserver les zones de biodiversité majeures, dont le nombre et la taille sont limités sur le territoire	Préserver les coteaux calcaires et les pelouses sèches grâce à une gestion conservatoire Maintenir des formations boisées existantes
	Préservation des zones humides et des continuités latérales des cours d'eau (habitats de vie et corridors de déplacement préférentiels des espèces) : Maintenir ou restaurer les habitats connexes résiduels (micro-zones humides, ripisylves, bras mort)	Favoriser le maintien des landes, des milieux humides et des forêts galeries au sein du massif des Landes de Gascogne
	Maintenir ou restaurer la continuité longitudinale des cours d'eau	-
	Améliorer les capacités de déplacement de la faune pour assurer les continuités Nord/Sud au sein de la région Aquitaine et les continuités avec la région Midi-Pyrénées	Maintenir les éléments structurants du paysage (haies, arbres isolés, etc) encore en place
		Restaurer les réseaux structurants des territoires très dégradés.
		Poursuivre la promotion des pratiques et techniques culturelles favorables au maintiendes équilibres entre production et écologie
	Améliorer la perméabilité des infrastructures de transport, en liaison avec l'urbanisation	-
limiter la consommation d'espaces naturels et agricoles	-	
2	Préserver le réseau de zones humides sur le littoral, les lacs et les basses vallées fluviales (espaces de mobilité)	-
	Préserver les continuités transversales des cours d'eau et leurs annexes hydrauliques	-
	Maintenir la richesse du milieu estuarien, du cordon dunaire et du Bassin d'Arcachon	-

Une cartographie des composantes de la trame verte et bleue est disponible à la page 16 de l'15.8Annexe 8 : Etude BKM

Ce qu'il faut retenir...

La commune appartient à 2 grandes régions naturelles classées dans le Schéma régional de cohérence écologique.

4.3.6 Habitats naturels et semi-naturels

La méthode de bioévaluation utilisée pour l'expertise écologique est présentée en Annexe 8. Elle permet notamment d'estimer le niveau d'intérêt des habitats suivant divers critères, et de leur attribuer ainsi un niveau d'enjeu écologique qui va permettre leur hiérarchisation.

4.3.6.1 Le site Brazza-Chaigneau – PGE2

La description des habitats suivants correspond à l'état initial effectué dans le cadre de l'étude d'impact du projet Bordeaux Brazza effectué en 2013 par Simethis et actualisé par ce même bureau d'étude en 2017.

Le site d'étude est en grande partie constitué de friches industrielles recolonisées par une végétation fragmentaire témoignant de facteurs de perturbation importants (imperméabilisation/remaniements/pollutions du sol).

Les formations végétales observées sont des faciès de recolonisation d'espaces aménagés. D'un point de vue botanique, elles ne présentent que peu d'intérêt du fait de leur caractère perturbé.

18 habitats naturels et semi-naturels ont été définis en 2017 dans cette actualisation de l'état initial de 2013 au niveau de l'ensemble du projet Brazza.

Parmi ces habitats, seuls 2 se situent au niveau du projet PGE2 (cf. Figure 39) :

- Les fourrés divers dégradés (ronces, noisetiers, pruniers, buddleia) (CC : 31.8)
- Les friches hautes à Fromental, mélilots, Brome stérile, Luzernes (CC : 87)

Chacun de ces habitats est présenté en détails dans l'Annexe 8.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

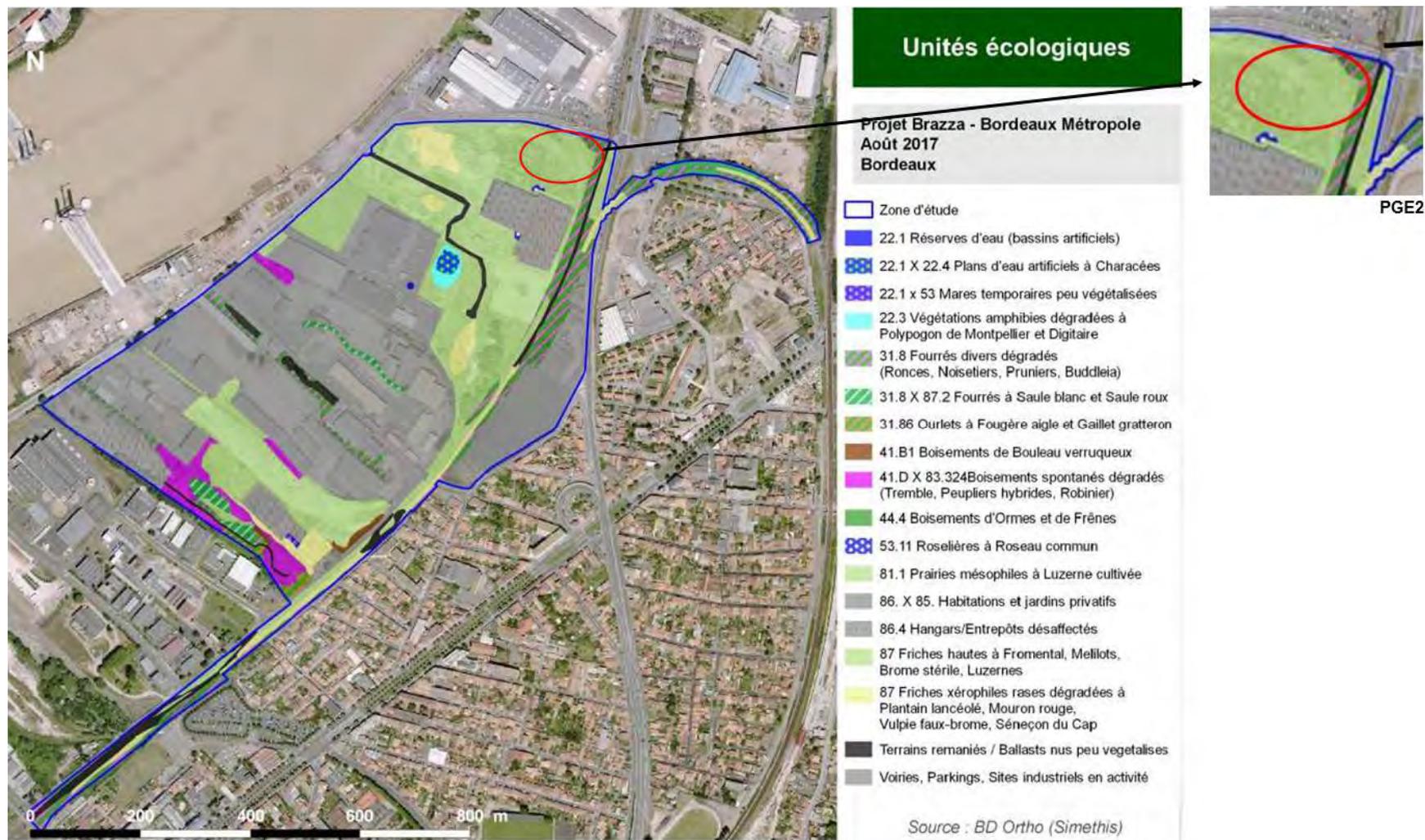


Figure 39 : Unités écologiques au niveau de PGE2 (source : Simethis, 2017)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.6.2 Le site des Grands Moulins – PGE1

L'analyse des photographies aériennes et des habitats présents à proximité permettent d'en déduire des entités écologiques sur ce site. Ces habitats ne présentent à priori pas d'enjeu, la parcelle étant fortement artificialisée.



Figure 40 : Habitats naturels simplifiés au niveau de PGE1 (source : BKM, 2017)

Ce qu'il faut retenir...

Les habitats présents au niveau des sites PGE1 et PGE2 ont un enjeu écologique faible.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.7 Zones humides

4.3.7.1 Le site Brazza-Chaigneau – PGE2

Une délimitation des zones humides a été réalisée par Simethis dans le cadre de l'actualisation de l'étude d'impact du projet Brazza réalisée en 2017.

Cette délimitation a été effectuée d'après l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement modifié le 1er octobre 2009.

Au total, 5 552 m² de zones humides (dont 3 100 m² sur le périmètre de l'opération Brazza) ont été identifiés sur la zone d'étude selon le critère végétation.

Aucune zone humide ne se situe sur l'emprise du projet PGE2 (cf. figure ci-dessous).



Figure 41 : Zones humides à proximité de PGE2 (source : Simethis, 2017)

4.3.7.2 Le site des Grands Moulins – PGE1

Une étude de recensement des zones humides a été menée par Bordeaux Métropole sur son territoire selon les critères botanique et pédologique. Cette étude, réalisée par les cabinets GERA/SOLENVIE en 2011-2012, a été finalisée et présentée à la DDTM en juin 2014.

D'après cette étude, aucune zone humide ne se situe au niveau du projet PGE1.

Ce qu'il faut retenir...

Aucune zone humide n'est ne se situe au niveau de PGE1 ou de PGE2.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.8 Flore remarquable

4.3.8.1 Le site Brazza-Chaigneau – PGE2

Les prospections réalisées en 2017 par Simethis sur le site de Brazza ont permis d'inventorier 130 espèces végétales dont le Lotier hérissé *Lotus angustissimus subsp. Hispidus*, et le Lotier grêle *Lotus angustissimus subsp. angustissimus*, espèces à protection régionale.

La localisation exacte des stations montre cependant qu'elles ne sont pas présentes dans l'emprise du projet PGE2.

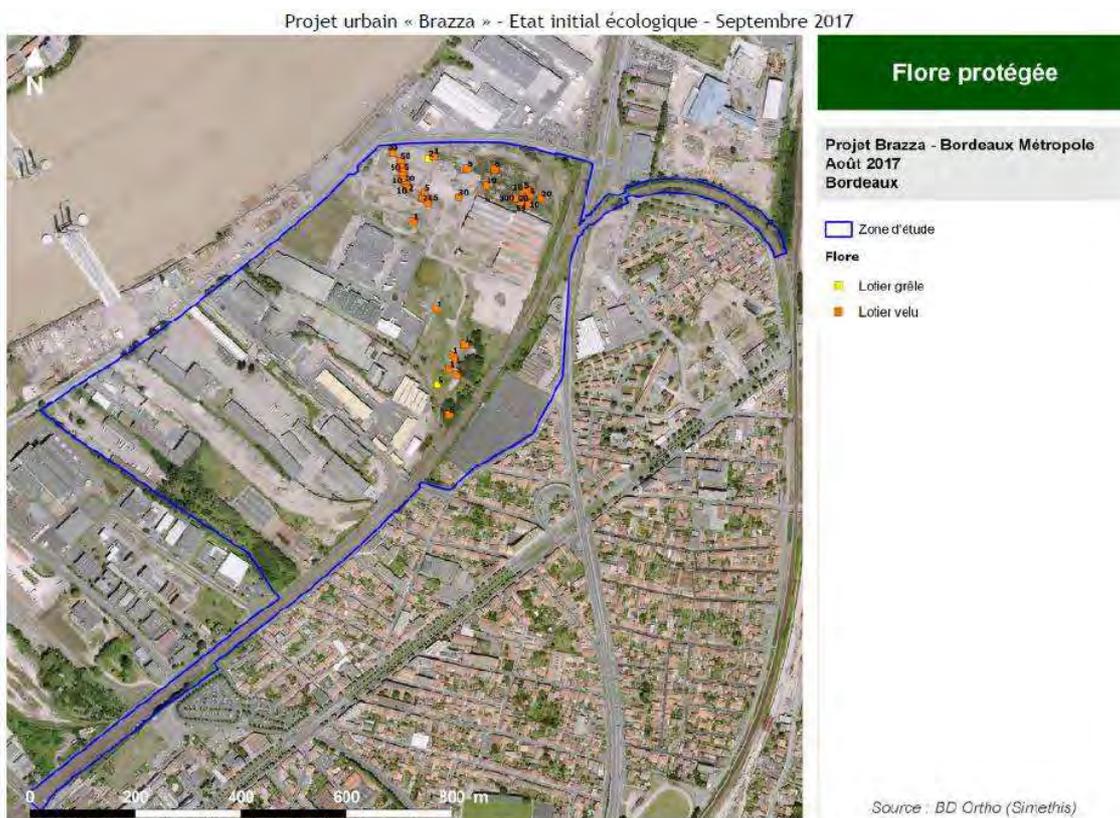


Figure 42 : Localisation des stations de Lotier (source : Simethis, 2017)

4.3.8.2 Le site des Grands Moulins – PGE1

Le site de PGE1 étant une zone de stockage régulièrement utilisée, il est peu probable que les espèces patrimoniales présentes sur PGE2 se développent sur le site PGE1.

Ce qu'il faut retenir...

Aucunes espèces patrimoniales floristiques ne sont présentes sur les sites de PGE2 et PGE1.

4.3.9 Flore exogène

4.3.9.1 Le site Brazza-Chaigneau – PGE2

Le contexte fortement urbanisé du site est favorable au développement d'espèces exogènes plus ou moins invasives. En effet, les espèces invasives ont la particularité d'être très compétitrices et adaptées aux perturbations, ce qui leur permet de proliférer au détriment des espèces autochtones. Cette colonisation rapide entraîne un changement significatif de composition, de structure et/ou de fonctionnement des écosystèmes. C'est ainsi que se développent sur le site de Brazza-Nord une dizaine d'espèces exogènes. Certaines d'entre elles sont naturalisées (dites « échappées des jardins ») tandis que d'autres sont invasives. Trois catégories d'espèces peuvent être discriminées :

- ▷ Les **invasives avérées** qui ont un caractère envahissant dans son aire d'introduction, et ayant un impact négatif sur la biodiversité et/ou sur la santé humaine et/ou sur les activités économiques.
- ▷ Les **invasives potentielles** qui ont un caractère envahissant dans les milieux naturels ou semi-naturels et dont la dynamique dans l'aire d'introduction est telle qu'il existe un risque qu'elles deviennent invasives avérées à long terme.
- ▷ Les **invasives à surveiller** qui ne présentent pas pour l'instant de caractère envahissant avéré, ni d'impact négatif sur la biodiversité dans l'aire d'introduction mais dont la possibilité de développer ces caractéristiques est possible, compte tenu de son caractère envahissant dans d'autres régions.

Le site de PGE2 abrite de nombreuses plantes invasives, présentées en détail dans le tableau 8 page 35 de l'étude complète, disponible en Annexe 8.

4.3.9.2 Le site des Grands Moulins – PGE1

Les espèces exogènes présentes sur le site de Brazza Chaigneau sont toutes potentiellement présentes sur le site des Grands Moulins.



Ce qu'il faut retenir...

De nombreuses espèces invasives sont présentes ou potentiellement présentes sur les sites PGE1 et PGE2.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.10 Faune

Cette partie est présentée plus en détail dans l'étude écologique complète, en annexe 8.

4.3.10.1 Mammifères terrestres et semi-aquatiques

○ Les potentialités du milieu

La zone d'étude élargie est située dans un contexte très urbain, diminuant considérablement les potentialités d'accueil de grands mammifères sur les sites des projets. De plus, les deux sites sont clôturés et une voie ferrée les sépare d'une zone plus naturelle constituée par les coteaux de la Garonne.



Figure 43: Abords des sites PGE1 (gauche) et PGE2 (droite) (source : Google street view)

○ Espèces présentes et potentielles

Deux espèces ont été mises en évidence dans l'étude d'impact du projet urbain Bordeaux Brazza en 2013, le Ragondin et la Fouine. D'autres espèces étaient cependant citées comme potentiellement présentes, la Belette d'Europe et le Sanglier. D'après la base de données en ligne Faune Aquitaine et les autres études réalisées en rive droite de Bordeaux (hors parc de l'Hermitage), 14 espèces sont susceptibles de fréquenter les deux sites des projets PGE1 et PGE2 :

- ▷ Espèces des milieux ouverts et friches : Belette d'Europe, Crocidure musette, Hérisson d'Europe, Renard roux ;
- ▷ Espèces des milieux boisés : Chevreuil européen, Ecureuil roux, Martre des pins, Mulot sylvestre, Putois d'Europe, Sanglier ;
- ▷ Espèces des milieux urbains : Fouine, Rat noir ;
- ▷ Espèces des milieux aquatiques et humides : Ragondin, Rat surmulot.

A noter que la Loutre d'Europe et le Vison d'Europe sont signalés au niveau de la Garonne mais le contexte hydrographique des deux sites du projet rend impossible la présence de ces espèces dans les aires d'études rapprochées.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Parmi ces espèces, deux sont protégées au niveau national d'après l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire national.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 16 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Ecureuil roux	<i>Sciurus vulgaris</i>	Nationale	Non	Faible
Hérisson d'Europe	<i>Erinaceus europaeus</i>	Nationale	Non	Faible
Martre des pins	<i>Martes martes</i>	Non	Oui	Faible

○ Enjeux

Les espèces inventoriées sont communes à très communes dans le secteur étudié, seule la Martre des pins est assez rare en Aquitaine. Ces espèces sont susceptibles de fréquenter les deux sites concernés par le projet de Géothermie.

Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu est donc globalement faible sur la zone d'étude. La sensibilité de ce groupe à l'égard du projet concerne essentiellement le risque de destruction d'habitats favorables à certaines espèces ainsi que le risque de dérangement lors des travaux.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.10.2 Chiroptères

○ Les potentialités du milieu

La zone d'étude présente assez peu d'habitats favorables à ce groupe d'espèces. En effet, la quasi-totalité de l'aire d'étude est constituée de zones industrielles et urbaines, friches et milieux ouverts. Cependant, les chiroptères peuvent parcourir plusieurs kilomètres pour s'alimenter. De même, plusieurs espèces utilisent les milieux urbains pour se reproduire ou hiberner. Les deux sites sont donc potentiellement favorables comme site d'alimentation.

○ Espèces présentes et potentielles

Une étude complémentaire chiroptères a été réalisée par le bureau d'études Simethis en novembre 2016 sur le site de SOFERTI. Deux espèces ont alors été contactées, la Pipistrelle commune et la Noctule commune.

7 espèces peuvent potentiellement fréquenter l'aire d'étude rapprochée du projet.

En fonction de leurs affinités écologiques, deux cortèges peuvent être mis en évidence :

- ▷ Celui des espèces des milieux anthropiques : Noctule commune, Petit rhinolophe, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Sérotine commune ;
- ▷ Celui des espèces des milieux boisés : Barbastelle d'Europe, Noctule de Leisler.

Des murins et oreillards sont également recensés à proximité du projet sur le Parc de l'Hermitage et sont considérés comme potentiellement présents sur le site de Brazza Bordeaux dans l'étude d'impacts cependant aucune espèce précise n'a été identifiée.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Toutes ces espèces sont protégées au niveau national d'après l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire national.

Ces espèces sont par ailleurs protégées au niveau européen au titre de la directive 92/43/CEE concernant la protection des habitats naturels ainsi que des espèces de faune. Elles possèdent une protection vis-à-vis de leur habitat en étant inscrites à l'annexe IV. Deux d'entre elles sont par ailleurs inscrites à l'annexe II de cette même directive.

Ces espèces sont toutes considérées comme patrimoniales sur le site de par leurs statuts réglementaires.

Tableau 17 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Babastrelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Oui	Oui	Fort
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Oui	Oui	Fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Oui	Oui	Fort
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Oui	Oui	Moyen
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Oui	Non	Moyen
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Oui	Non	Moyen
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Oui	Oui	Moyen

○ Enjeux

7 espèces sont potentiellement présentes dans l'aire d'étude élargie dont 3 possédant un enjeu fort. Les habitats sont cependant relativement peu favorables à ce groupe d'espèce qui va principalement les utiliser en alimentation.



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu est globalement moyen. La sensibilité de ce groupe à l'égard du projet concerne essentiellement le risque de suppression de gîtes de transit occasionnels.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.10.3 Oiseaux

Les oiseaux constituent un groupe relativement complexe de par leurs différents statuts qu'ils peuvent occuper sur un site. Ainsi, le groupe est séparé en deux sous-parties distinctes :

- ▷ Les hivernants et migrateurs ;
- ▷ Les nicheurs.

A. Les hivernants et migrateurs

○ **Les potentialités du milieu**

L'aire d'étude élargie est peu favorable à l'accueil d'oiseaux hivernants. En effet, le contexte très urbain rend les deux sites défavorables. Le site de Soferti, plus isolé, est composé de friches qui peuvent potentiellement accueillir des espèces en hivernage mais il est probable que la réhabilitation du site ait modifié les habitats.

○ **Espèces contactées**

D'après la bibliographie, 21 espèces d'oiseaux typiquement migrateurs ou hivernants ont été observés au niveau de l'aire d'étude élargie et sont susceptibles d'utiliser les aires d'études immédiates en hivernage.

Ces espèces peuvent se répartir en plusieurs cortèges distincts :

- ▷ Espèces de milieux humides : Bergeronnette de Yarrell, Grande Aigrette, Hibou des marais, Pipit farlouse, Vanneau huppé ;
- ▷ Espèces de friches : Alouette des champs, Bruant des roseaux, Tarier des prés, Tarin des aulnes, Traquet motteux ;
- ▷ Espèces des milieux urbains, parcs et jardins : Accenteur mouchet, Fauvette babillarde, Gobemouche noir, Grand corbeau, Grive litorne, Grive mauvis, Grosbec casse-noyaux, Merle à plastron, Pinson du nord, Pouillot fitis, Roitelet huppé.

○ **Espèces réglementaires et patrimoniales**

Parmi ces espèces, 16 sont protégées au niveau national d'après l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des espèces d'oiseaux protégées sur l'ensemble du territoire national.

En outre, 2 de ces espèces sont également protégées au niveau européen au titre de la directive 2009/147/CE dite « Directive Oiseaux ». Elles sont inscrites à l'annexe I présentant les espèces protégées nécessitant la mise en place de Zones de Protection Spéciales (ZPS). Il s'agit de la Grande Aigrette et du Hibou des marais.

Tableau 18 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	Oui	Non	Fort
Grande aigrette	<i>Egretta alba</i>	Oui	Non	Fort

○ **Enjeux**

Deux espèces patrimoniales à enjeu fort peuvent potentiellement utiliser ponctuellement le site de PG2 en hivernage. Les zones du projet ne sont favorables à l'accueil de grands groupes en hivernage ou halte migratoire.



Ce qu'il faut retenir...

Les enjeux concernant les oiseaux hivernants et migrateurs sont faibles.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

B. Les nicheurs

○ Les potentialités du milieu

L'aire d'étude comprend divers milieux favorables à ce groupe, en particulier pour les oiseaux des milieux urbains, ouverts et des friches. La présence de coteaux boisés à proximité des sites du projet permet d'offrir aux espèces de ces milieux des sites d'alimentation potentiels. Le contexte très urbain des sites les rend cependant peu attractifs pour les espèces peu sensibles qui préféreront chercher des habitats plus isolés pour se reproduire.

○ Espèces contactées

80 espèces nicheuses sont recensées en rive droite de Bordeaux selon les différentes données bibliographiques obtenues. Lors de la réactualisation du diagnostic écologique de 2017 réalisé par Simethis 26 espèces d'oiseaux ont été contactées (espèces soulignées).

Parmi ces espèces, 55 espèces sont potentiellement nicheuses dans l'aire d'étude élargie. Les espèces restantes ne disposent pas d'habitats favorables à leur reproduction et n'ont été observées que survolant l'aire d'étude.

Les espèces fréquentant les sites peuvent se répartir en plusieurs cortèges distincts :

- ▷ Les espèces des milieux urbains : Bergeronnette grise, Choucas des tours, Corneille noire, Faucon crécerelle, Faucon pèlerin, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Martinet noir, Moineau domestique, Pigeon biset (forme urbaine),
- ▷ Les espèces des friches industrielles : Bergeronnette printanière, Bruant jaune, Chardonneret élégant, Cisticole des joncs, Cochevis huppé, Etourneau sansonnet, Fauvette grisette, Fauvette pitchou, Linotte mélodieuse, Pipit des arbres, Serin cini, Tarier pâtre ;
- ▷ Les espèces des parcs et jardins : Bruant zizi, Fauvette à tête noire, Fauvette des jardins, Grimpereau des jardins, Grive musicienne, Gobemouche gris, Grive draine, Huppe fasciée, Hypolaïs polyglotte, Merle noir, Mésange à longue queue, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Pie bavarde, Pigeon ramier, Pinson des arbres, Pouillot véloce, Roitelet à triple bandeau, Rossignol philomèle, Rougegorge familier, Rougequeue à front blanc, Rougequeue noir, , Sittelle torchepot, Tourterelle turque, Troglodyte mignon, Verdier d'Europe ;
- ▷ Les espèces des milieux humides et aquatiques : Bergeronnette des ruisseaux, Bouscarle de Cetti, Canard colvert, Chevalier culblanc, Cygne tuberculé, Foulque macroule, Gallinule poule d'eau, Hirondelle de rivage, Rousserolle effarvatte ;

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Parmi ces espèces, 45 sont protégées au niveau national d'après l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des espèces d'oiseaux protégées sur l'ensemble du territoire national.

En outre, deux de ces espèces sont également protégées au niveau européen au titre de la directive 2009/147/CE dite « Directive Oiseaux ». Elles sont inscrites à l'annexe I présentant les espèces protégées nécessitant la mise en place de Zones de Protection Spéciales (ZPS). Il s'agit de la Fauvette pitchou et du Faucon pèlerin.

18 espèces sont considérées comme patrimoniales dans l'aire d'étude élargie, et sont présentées dans ce tableau :

Tableau 19 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	Nationale	Non	Très fort

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	Nationale	Oui	Fort
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Nationale	Non	Fort
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	Nationale	Non	Fort
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	Nationale	Oui	Moyen
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Nationale	Non	Moyen
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	Nationale	Oui	Moyen
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	Nationale	Oui	Moyen
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	Nationale	Non	Moyen
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	Nationale	Non	Moyen
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Nationale	Non	Moyen
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	Nationale	Non	Moyen
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Nationale	Non	Moyen
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	Nationale	Non	Faible
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	Nationale	Non	Faible
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	Nationale	Non	Faible
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Nationale	Non	Faible
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Nationale	Non	Faible

○ Enjeux

55 espèces d'oiseaux dont 25 patrimoniales potentiellement nicheuses ont été recensées dans l'aire d'étude élargie.



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu de ce groupe est donc globalement moyen. Les enjeux liés au projet sont le risque de destruction d'habitat de reproduction et de repos, et le risque de dérangement des individus.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.10.4 Les amphibiens

○ Les potentialités du milieu

Le contexte très urbain et industrialisé de la rive droite de Bordeaux diminue considérablement les potentialités d'accueil pour ce groupe. Cependant, certaines industries disposent sur leur terrain de points d'eau temporaires ou permanents dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, pouvant ainsi offrir des habitats favorables à la reproduction de certaines espèces, notamment les espèces pionnières, peu exigeantes. La Garonne, située à proximité des sites, ne constitue pas un bon habitat de reproduction, les courants étant trop forts pour permettre aux espèces de se développer correctement. De même, la présence d'une voie ferrée constitue une barrière difficilement franchissable par ce groupe. Lors de l'état initial de 2013, le site offrait des points d'eau favorables à ce groupe au niveau de l'usine de Soferti. Aucun point d'eau n'est présent sur le site PGE1.



Figure 44 : Plans d'eau présents sur le site (source : Simethis, 2013)

○ Espèces présentes et potentielles

7 espèces peuvent fréquenter les deux sites du projet dont 4 ont été confirmées dans l'aire d'étude élargie d'après les données Simethis de 2017 (espèces soulignées). Elles appartiennent toutes au **cortège anthropique des friches industrielles et des bassins de décantation** : Alyte accoucheur, Crapaud calamite, Pélodyte ponctué, Rainette méridionale, Complexe grenouilles vertes, Crapaud épineux, et Triton palmé.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Toutes ces espèces hormis les grenouilles vertes sont protégées au niveau national d'après l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire national.

Par ailleurs, trois de ces espèces sont également protégées au niveau européen au titre de la directive 92/43/CEE concernant la protection des habitats naturels ainsi que des espèces de faune. Elles sont inscrites à l'annexe IV, protégeant ainsi leurs habitats.



Figure 45 : Rainette méridionale (gauche) et Triton palmé (droite) (source : BKM, hors site)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 20 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Alyte accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i>	Nationale	Oui	Moyen
Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	Nationale	Oui	Moyen
Pélodyte ponctué	<i>Pelodytes punctatus</i>	Nationale	Oui	Moyen
Rainette méridionale	<i>Hyla meridionalis</i>	Nationale	Non	Moyen
Complexe de grenouilles vertes	<i>Pelophylax sp.</i>	Non	Non	Faible
Crapaud épineux	<i>Bufo spinosus</i>	Nationale	Non	Faible
Triton palmé	<i>Lissotriton helveticus</i>	Nationale	Non	Faible

○ Enjeux

Sept espèces d'amphibiens sont présentes dans la zone d'étude dont quatre possèdent un enjeu moyen. Très peu d'habitats de reproduction sont présents dans l'aire d'étude élargie, qui sert surtout d'habitat terrestre.



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu est globalement moyen. La principale sensibilité des amphibiens à l'égard du projet concerne les risques de destruction d'habitat terrestre et de mortalité d'individus en phase travaux.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.10.5 Les reptiles

○ Les potentialités du milieu

Les deux sites du projet offrent des habitats relativement favorables aux reptiles. En effet, les friches industrielles sont généralement appréciées des reptiles qui y trouvent les habitats favorables pour effectuer l'ensemble de leur cycle vital. Le site de PGE2 est plus isolé que PGE1 donc plus attractif. Cependant, la remise en état du site engagé en 2015 a dû provoquer une fuite de certains individus.

○ Espèces présentes et potentielles

Quatre espèces sont signalées en rive droite de la Garonne appartenant à des cortèges différents donc une confirmée en 2017 par Simethis dans le périmètre Brazza (espèce soulignée) :

- ▷ Espèces des milieux ensoleillés à végétation dense : Couleuvre verte et jaune,
- ▷ Espèces des milieux urbains : Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie
- ▷ Espèces des milieux aquatiques : Tortue de Floride.

Il est cependant peu probable que la Tortue de Floride fréquente l'aire d'étude immédiate des projets. Les autres espèces sont quant à elles susceptibles d'être présentes.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Trois de ces espèces sont protégées au niveau national d'après l'arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire national.

Par ailleurs, deux d'entre elles sont également protégées au niveau européen au titre de la directive 92/43/CEE concernant la protection des habitats naturels ainsi que des espèces de faune. Elles sont inscrites à l'annexe IV, protégeant ainsi leurs habitats. Deux espèces présentent donc un intérêt patrimonial dans l'aire d'étude.

Tableau 21 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Couleuvre verte et jaune	<i>Hierophis viridiflavus</i>	Nationale	Non	Moyen
Lézard des murailles	<i>Podarcis muralis</i>	Nationale	Non	Moyen



Figure 46 : Lézard des murailles (gauche) et Couleuvre verte et jaune (droite) (source : BKM, photo prise hors site)

○ Enjeux

Trois espèces de reptiles sont présentes dans l'aire d'étude élargie. Ce sont des espèces communes dans la région considérée pour deux d'entre elles, la troisième étant exogène. L'ensemble des habitats ensoleillés de l'aire d'étude constitue un habitat favorable pour ces espèces.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu est globalement moyen pour ce groupe.

Les principaux enjeux liés au projet sont les risques de destruction des habitats favorables et de mortalité d'individus.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.10.6 Les insectes

A. Les lépidoptères

○ Les potentialités du milieu

Les friches industrielles constituent des habitats favorables à ce groupe malgré un contexte très urbanisé. En effet, ces milieux constituent des habitats ouverts et fleuris favorables à la reproduction des espèces de ce groupe. La Garonne présente à l'ouest des sites constitue cependant une barrière difficilement franchissable pour ce groupe.

○ Espèces présentes et potentielles

Les différentes données bibliographiques font état de la présence de 34 espèces fréquentant la rive droite de la Garonne dont 7 observées par Simethis en 2017 dans le périmètre Brazza (espèces soulignées).

Plusieurs cortèges peuvent être mis en évidence :

- ▶ Les espèces des friches : Azuré de la faucille, Cuivré commun, Mélitée du plantain, Piérade de la rave, Piérade du chou, Procris ;
- ▶ Les espèces des lisières : Amaryllis, Azuré des nerpruns, Bel-Argus, Citron, Citron de Provence, Grande tortue, Piérade de la moutarde, Piérade du navet, Silène, Tircis ;
- ▶ Les espèces des milieux ouverts, par et jardins : Azuré commun, Azuré Porte-queue, Belle-Dame, Brun des pélargoniums, Flambé, Fluoré, Machaon, Paon-du-jour, Souci, Vulcain ;
- ▶ Les espèces des prairies : Argus brun, Argus vert, Aurore, Azuré du trèfle, Demi-deuil, Hespérie de l'alcée, Myrtil, Robert-le-diable.

A signaler, la présence de l'Azuré du serpolet, observé lors de l'état initial du parc de l'Ermitage à Lormont. Cette espèce n'est pas prise en compte car elle était présente sur une pelouse sèche à origan, habitat non présent dans les aires d'études immédiates du projet. Elle n'a de plus pas été observée par Simethis en 2017.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Parmi ces espèces, aucune n'est protégée au niveau national d'après l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire national.

Quatre d'entre elles peuvent cependant être considérées comme patrimoniales dans l'aire d'étude.

Tableau 22 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Citron de Provence	<i>Gonepteryx cleopatra</i>	Non	Non	Fort
Grande tortue	<i>Nymphalis polychloros</i>	Non	Non	Fort
Fluoré	<i>Colias alfacariensis</i>	Non	Non	Faible
Hespérie de l'alcée	<i>Carcharodus alceae</i>	Non	Non	Faible

○ Enjeux

Quatre espèces patrimoniales sont présentes dont deux à enjeu fort cependant aucune espèce n'est protégée au niveau national ou européen. Les sites du projet constituent des habitats favorables à la reproduction de ces espèces.



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu de ce groupe est globalement moyen.

B. Les odonates

○ Les potentialités du milieu

Le contexte très urbain et industrialisé de la rive droite de Bordeaux diminue considérablement les potentialités d'accueil pour ce groupe. Cependant, certaines industries disposent sur leur terrain de points d'eau temporaires ou permanents dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, pouvant ainsi offrir des habitats favorables à la reproduction de certaines espèces. Les friches et milieux ouverts peuvent quant à eux constituer des habitats de chasse pour les anisoptères. La Garonne, située à proximité des sites, peut constituer un habitat de reproduction, en particulier sur les berges et les bras morts. Lors de l'état initial de 2013, le site offrait des points d'eau favorables à ce groupe au niveau de l'usine de Soferti. Aucun point d'eau n'est présent sur PGE1.

○ Espèces présentes et potentielles

23 espèces sont présentes en rive droite de Bordeaux d'après les différentes données bibliographiques dont 6 ont été confirmées par Siméthis en 2017 sur le périmètre du projet Brazza (espèces soulignées).

- ▶ Les espèces des milieux humides techniques et industriels : Leste vert, Agrion porte-coupe, Agrion élégant, Agrion nain, Naïade au corps vert, Aeschna affine, Aeschna bleue, Anax empereur, Anax napolitain, Libellule déprimée, Orthétrum réticulé, Crocothémis écarlate, Sympétrum fascié, Sympétrum méridional, Sympétrum de Fonscolombe, Trithémis annelé ;
- ▶ Les espèces des mares et lagunes saumâtres : Leste brun, Agrion blanchâtre, Agrion jouvencelle, Agrion délicat, Agrion mignon, Aeschna mixte, Libellule à quatre taches, Orthétrum bleuissant, Sympétrum rouge sang.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Aucune de ces espèces n'est protégée au niveau national d'après l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire.

Neuf espèces peuvent cependant être considérées comme patrimoniales, de par leur statut de rareté local.

Tableau 23 : Espèces patrimoniales dans l'aire d'étude (source : BKM, 2017)

Nom français	Nom latin	Protection	Espèce déterminante ZNIEFF	Enjeu
Anax napolitain	<i>Anax parthenope</i>	Non	Non	Fort
Sympétrum méridional	<i>Sympetrum meridionale</i>	Non	Oui	Fort
Trithémis annelé	<i>Trithemis annulata</i>	Non	Non	Fort
Aeschna affine	<i>Aeshna affinis</i>	Non	Oui	Moyen
Agrion mignon	<i>Coenagrion scitulum</i>	Non	Oui	Moyen
Aeschna mixte	<i>Aeshna mixta</i>	Non	Non	Faible
Agrion nain	<i>Ischnura pumilio</i>	Non	Oui	Faible
Leste brun	<i>Sympecma fusca</i>	Non	Non	Faible
Naïade au corps vert	<i>Erythromma viridulum</i>	Non	Non	Faible

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Enjeux

8 espèces patrimoniales sont potentiellement présentes mais principalement en alimentation. La zone d'étude présente en effet peu de milieux favorables aux odonates. Il est possible que les points d'eau présents sur le site Soferti en 2013 aient été comblés lors de la remise en état et la dépollution du site.

Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu pour ce groupe est globalement faible.

C. Les coléoptères xylophages

○ Les potentialités du milieu

Les deux sites du projet ne présentent pas de vieux arbres favorables à ce groupe rendant défavorable l'accueil de ces espèces.

○ Espèces présentes et potentielles

Les coléoptères saproxyliques ont été recherchés lors de l'état initial du projet Bordeaux Brazza dans l'objectif de se positionner face aux enjeux que représentent deux espèces d'intérêt européen potentiellement présentes : le Grand Capricorne et le Lucane cerf-volant. Ces deux espèces n'ont pas été observées. Ceci peut s'expliquer par l'absence de vieux arbres favorables à leur développement.

Aucune donnée de coléoptères n'est mentionnée dans les projets alentours ou sur la base de données en ligne Faune Aquitaine.

Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu pour ce groupe est nul.

D. Les orthoptères

○ Les potentialités du milieu

Bien que le projet se trouve dans un contexte urbain, les friches industrielles peuvent accueillir des espèces d'orthoptères menacées et rares. Ces habitats perturbés sont en effet favorables aux espèces appréciant les faibles recouvrements herbacés et ensoleillés.

○ Espèces présentes et potentielles

Les différentes données bibliographiques font état de la présence de 10 espèces d'orthoptères en rive droite de Bordeaux.

Ces espèces peuvent se répartir en différents cortèges :

- ▶ Les espèces des milieux herbacés et prairiaux : Criquet blafard, Criquet des Landes, Grillon champêtre, Mante religieuse ;
- ▶ Les espèces des friches : Conocéphale gracieux, Criquet duettiste, Criquet noir-ébène, Decticelle côtière, Grande sauterelle verte, Oedipode turquoise.

○ Espèces réglementaires et patrimoniales

Toutes ces espèces sont communes et aucune n'est menacée ou protégée.



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu pour ce groupe est faible.

4.3.10.7 Faune piscicole

Comme expliqué précédemment, un cours d'eau traversait autrefois le nord du périmètre de Soferti au niveau de PGE2 : l'Estey du Captaou. Ce cours d'eau a été canalisé au fur et à mesure du développement de l'usine. Actuellement, il s'écoule via une buse de diamètre intérieur 1000 mm à 3 mètres de profondeur. Aucune faune piscicole ne peut donc être présente au niveau des sites des projets.



Ce qu'il faut retenir...

L'enjeu pour ce groupe est nul.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.11 Paysages

○ A l'échelle du département

L'Atlas des paysages du département de la Gironde, permettent d'identifier 10 grands ensembles paysagers du territoire. Il précise les fondements géographiques, historiques et culturels des paysages de la Gironde, et caractérise les 49 unités paysagères composant le territoire. Il identifie les dynamiques d'évolution, récentes, actuelles et à venir, ainsi que les enjeux, orientations et leviers d'actions.

Comme le montre la carte ci-dessous le périmètre d'étude fait partie du grand ensemble paysager de « L'agglomération bordelaise ».

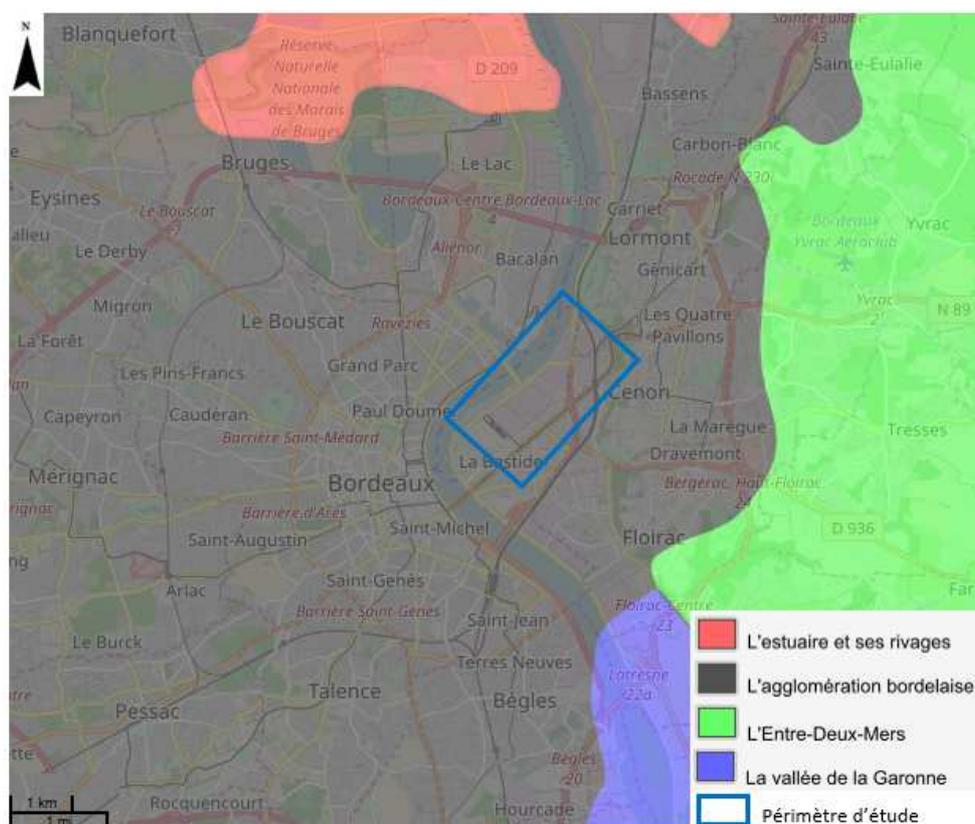


Figure 47 : Carte des grands ensembles paysagers (source : Conseil Général de Gironde, 2012)

Au-delà de la commune de Bordeaux, l'agglomération compose un ensemble de plusieurs paysages urbains répartis sur les deux rives de la Garonne ; de multiples quartiers et communes aux identités marquées forment cette aire urbaine. Sur le pourtour, la rencontre entre la ville et les paysages alentour forme des interfaces différentes : la Garonne, les marais, la forêt de pins, la vigne, le coteau de Lormont ne créent pas une ceinture uniforme autour de Bordeaux.

○ A l'échelle du projet

Le périmètre d'étude est situé sur la rive droite de la Garonne. A cheval sur les quartiers dénommés Bastide-Brazza et Bastide Niel. Le paysage est marqué par un passé industriel fort

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

ainsi que les aménagements urbains récents : pont de Chaban Delmas, aménagement du quai de Brazza.

Le plan ci-dessous présente la localisation de la Figure 49 à la Figure 64.

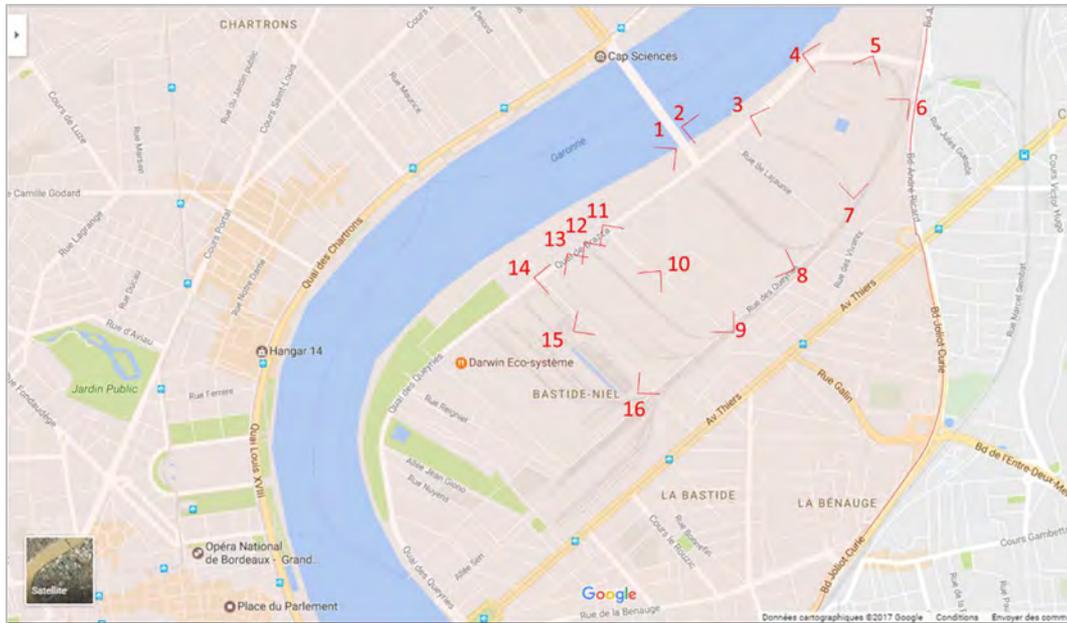


Figure 48 : Localisation des points de vue du reportage photographique (source : SAFEGE)



Figure 49 : Vue depuis le point 1 (source : SAFEGE)



Figure 50 : Vue depuis le point 2 (source : SAFEGE)



Figure 51 : Vue depuis le point 3 (source : SAFEGE)



Figure 52 : Vue depuis le point 4 (source : SAFEGE)



Figure 53 : Vue depuis le point 5 (source : SAFEGE)



Figure 54 : Vue depuis le point 6 (source : SAFEGE)



Figure 55 : Vue depuis le point 7 (source : SAFEGE)



Figure 56 : Vue du point 8 (source : SAFEGE)



Figure 57 : Vue depuis le point 9 (source : SAFEGE)



Figure 58 : Vue depuis le point 10 (source : SAFEGE)



Figure 59 : Vue depuis le point 11 (source : SAFEGE)



Figure 60 : Vue depuis le point 12 (source : SAFEGE)



Figure 61 : Vue depuis le point 13 (source : SAFEGE)



Figure 62 : Vue depuis le point 14 (source : SAFEGE)



Figure 63 : Vue depuis le point 15 (source : SAFEGE)



Figure 64 : Vue depuis le point 16 (source : SAFEGE)

Ce qu'il faut retenir...

Le paysage à l'échelle du périmètre d'étude présente des friches industrielles. La création de ZAC, présentées dans le chapitre 6 de l'étude d'impact, a vocation à transformer ce paysage marqué par un passé industriel pour en faire un quartier moderne et attractif.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.3.12 Synthèse des enjeux du milieu naturel

L'état initial des sites du projet de Géothermie a mis en évidence plusieurs habitats et espèces à enjeu :

Groupe	Nombre d'entités recensées	Entités patrimoniales				Entités protégées			Enjeu global
		Très fort	Fort	Moyen	Faible	Europ.	Nat.	Reg	
Habitats naturels	9	0	0	2	4	0	0	0	Moyen
Flore	3	0	1	0	0	0	0	1	Fort
Mammifères	14	0	0	0	3	0	2	-	Faible
Chiroptères	7	0	3	4	0	7	7	-	Moyen
Oiseaux hivernants	21	0	2	0	0	2	2	-	Faible
Oiseaux nicheurs	24	1	2	9	5	1	24	-	Moyen
Amphibiens	7	0	0	4	3	3	6	-	Moyen
Reptiles	4	0	0	2	0	2	2	-	Moyen
Lépidoptères	34	0	2	0	2	0	0	-	Moyen
Odonates	23	0	3	1	4	0	0	-	Faible
Coléoptères	0	0	0	0	0	0	0	-	Nul
Orthoptères	10	0	0	0	0	0	0	-	Faible

Ce qu'il faut retenir...

En conclusion, il apparaît que plusieurs milieux répartis sur l'ensemble de l'aire d'étude présentent des enjeux écologiques forts ou moyens. Ces milieux devront faire l'objet d'une attention particulière afin de maintenir leurs différents intérêts faunistiques et fonctionnels identifiés sur le terrain.

4.4 Environnement humain

4.4.1 Occupation du sol

La zone d'étude est située dans un contexte urbanisé dont l'occupation du sol est déterminée à partir de la cartographie Corine Land Cover (cf. Figure 65). Des cartes fournis en annexe cartographique permettent de mieux apprécier l'environnement direct, présent et futur (projet Brazza), des puits. A l'état initial, les cartes de l'annexe cartographique nous permettent de dire que la voie ferrée sépare des zones d'activités industrielles et tertiaires et des friches industrielles (Nord-Ouest) des zones d'habitations (Sud-Est). A ce stade, la déchetterie et l'aire des gens du voyage ne sont pas opérationnels.

La carte ci-dessous présente l'occupation du sol de la zone d'étude et de ses alentours.

Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude est située dans les catégories d'occupation du sol :

- *Zones industrielles et commerciales et réseaux de communication*
- *Zones urbanisées*
- *Eaux continentales*
- *Forêt*

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

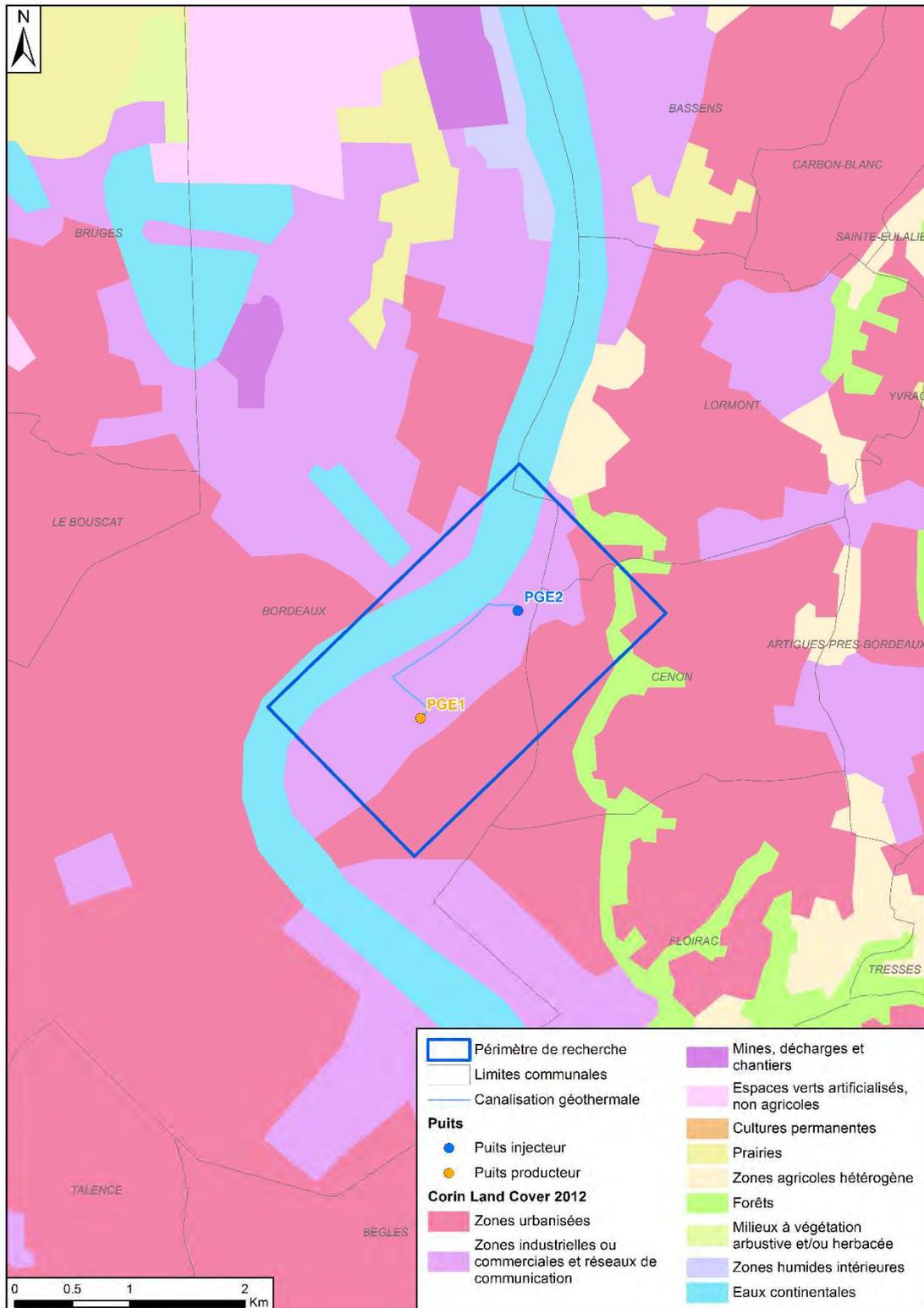


Figure 65 : Occupation du sol (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.2 Population

4.4.2.1 Démographie

La zone d'étude étant à cheval sur plusieurs communes, plusieurs échelles seront donc étudiées.

○ A l'échelle de la métropole de Bordeaux

Bordeaux Métropole est un Etablissement public de coopération intercommunale – EPCI - qui regroupe 28 communes, réparties sur les deux rives de la Garonne. Elle compte près de 750 000 habitants autour de sa ville centre, Bordeaux, et s'étend sur environ 57 000 hectares.

Comme le montre la figure ci-contre, la population est relativement jeune. En effet, Bordeaux est une ville étudiante, avec plus de 87 000 étudiants recensés.

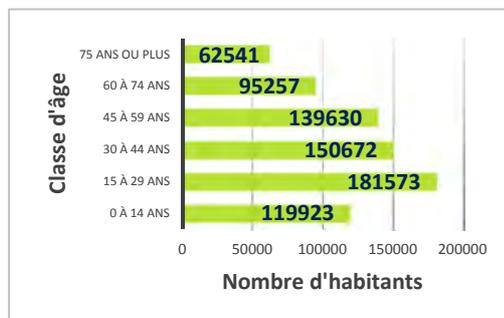


Figure 66 : Répartition de la population de Bordeaux Métropole en 2013 (source : INSEE)

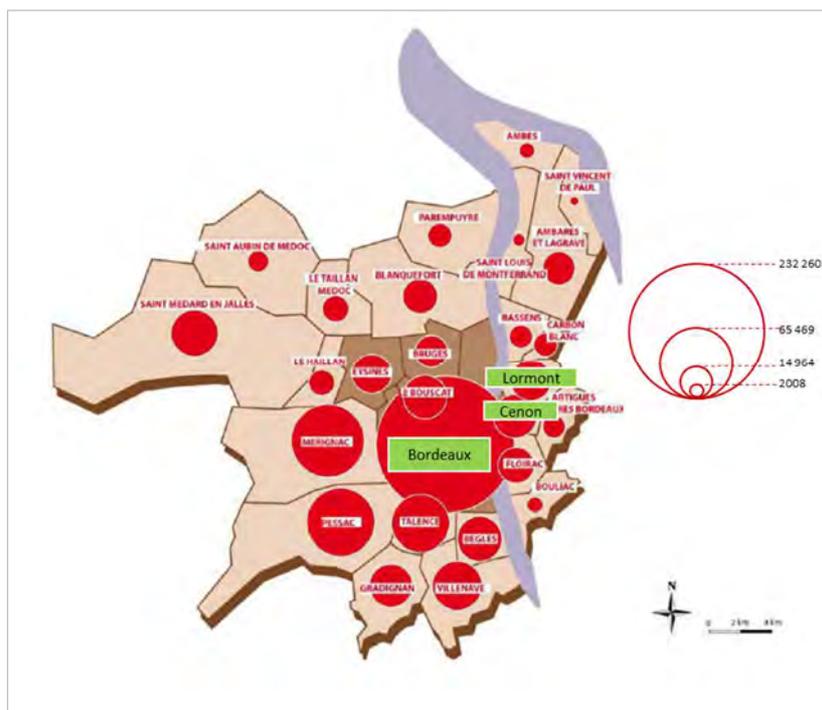


Figure 67: Carte des 28 communes de Bordeaux Métropole et répartition de la population (source : INSEE)

Au sein de Bordeaux Métropole, ce sont quelques 3270 logements locatifs construits chaque année et 76% de nouveaux logements sociaux situés en communes déficitaires.

A proximité de la zone d'étude, plusieurs projets d'aménagement sont notamment prévus. Ils sont présentés dans le chapitre 9 relatifs aux effets cumulés du projet avec d'autres projets connus.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ A l'échelle des communes de Bordeaux, Lormont et Cenon

Le tableau suivant présente la population pour chacune des 3 communes de la zone d'étude, en 2009 et 2014.

Tableau 24 : Population des communes de la zone d'étude (source : INSEE)

	Population en 2009	Population en 2014
Bordeaux	240 522	246 586
Lormont	20 375	21 707
Cenon	22 550	24 414

Bordeaux est la commune la plus peuplée de l'EPCI Bordeaux Métropole, il s'agit de la ville-centre. Les communes de Lormont et Cenon comptent quant à elle presque dix fois moins d'habitants. L'ensemble de ces trois communes cumule une population de 292 707 habitants.

Si la démographie est stable depuis les années 1980 à Lormont et Cenon, la population a évolué différemment à Bordeaux, comme le montre la figure ci-dessous.

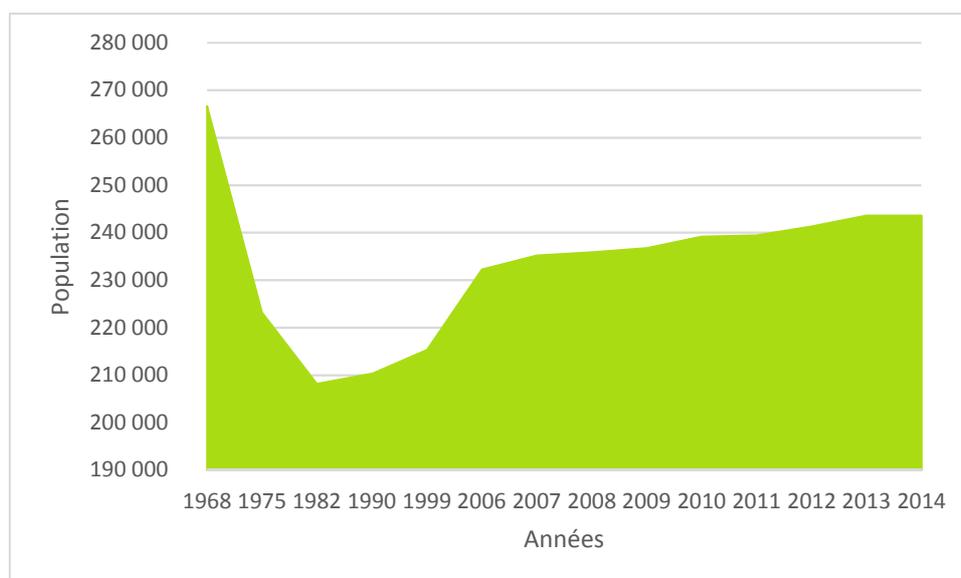


Figure 68 : Evolution de la population à Bordeaux, entre 1968 et 2014 (source : INSEE)

Après un rapide dépeuplement entre 1968 et 1982, la démographie bordelaise a rapidement augmenté jusqu'en 2006, notamment suite à des travaux de rénovation des quartiers les plus anciens.

Ce qu'il faut retenir...

La commune de Bordeaux compte une population environ dix fois plus élevée que les deux autres communes de la zone d'étude, Cenon et Lormont. A elles trois, elles cumulent presque 300 000 habitants. De nombreux logements sont construits chaque année, notamment à proximité du périmètre d'étude via les différentes ZAC présentées au chapitre 6 de l'étude d'impact.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.2.2 Etablissements accueillant un public sensible

A proximité et au sein de la zone d'étude, on rencontre plusieurs établissements sensibles²². Un tableau de recensement de ces établissements dans un périmètre de 2 km est présenté en Annexe 4. Ils sont localisés sur la figure suivante.

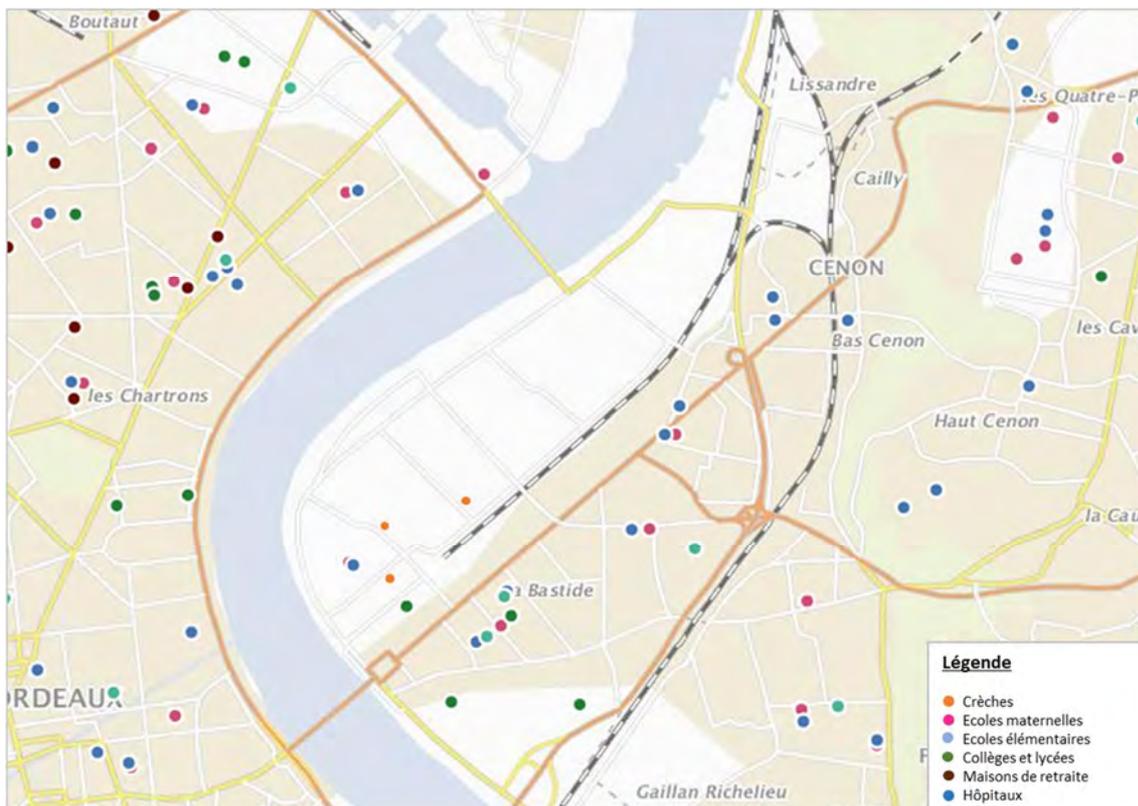


Figure 69 : Etablissements sensibles au sein et à proximité du projet (source : Géoportail)

Ce qu'il faut retenir...

De nombreux établissements publics, sensibles sont situés au sein ou à proximité de la zone d'étude. Il s'agit notamment de crèches, d'écoles maternelles et élémentaires, de collèges et lycées ou d'établissements hospitaliers.

²² Il s'agit d'établissements recevant un public sensible. On compte parmi eux : les écoles, crèches, hôpitaux ou encore maisons de retraites.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.3 Bruit

Le contexte urbain/industriel et la présence de voies de communication diverses (routières, ferroviaires), contribuent à faire de la zone d'étude un secteur avec une ambiance sonore marquée.

○ Rappels réglementaires

En application de l'article 13 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992, dite « loi bruit », les infrastructures de transports terrestres sont classées en 5 catégories selon le niveau de bruit qu'elles engendrent. La catégorie 1 étant la plus bruyante. Sur la base de ce classement, le Préfet détermine, après consultation des communes, les secteurs affectés par le bruit, les niveaux de nuisances sonores à prendre en compte et les prescriptions techniques applicables lors de la construction d'un bâtiment afin d'atténuer l'exposition à ces nuisances.

Le classement est établi d'après les niveaux d'émission sonores (LAeq) des infrastructures pour les périodes diurne (6h00 à 22h00) et nocturne (22h00 à 6h00), sur la base de trafics à long terme. Les niveaux sonores sont calculés en fonction des caractéristiques des voies (trafics, vitesses, pourcentage de poids lourds, géométrie de la voie...) selon des méthodes normalisées.

Tableau 25 : Classement des infrastructures de transport (source : art. 4 arrêté 30/05/1996²³, légifrance)

Niveau sonore de référence LAeq (6h-22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22h-6h) en dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
L > 81	L > 76	1	D = 300 m
76 < L ≤ 81	71 < L ≤ 76	2	D = 250 m
70 < L ≤ 76	65 < L ≤ 71	3	D = 100 m
65 < L ≤ 70	60 < L ≤ 65	4	D = 30 m
60 < L ≤ 65	55 < L ≤ 60	5	D = 10 m

²³ relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

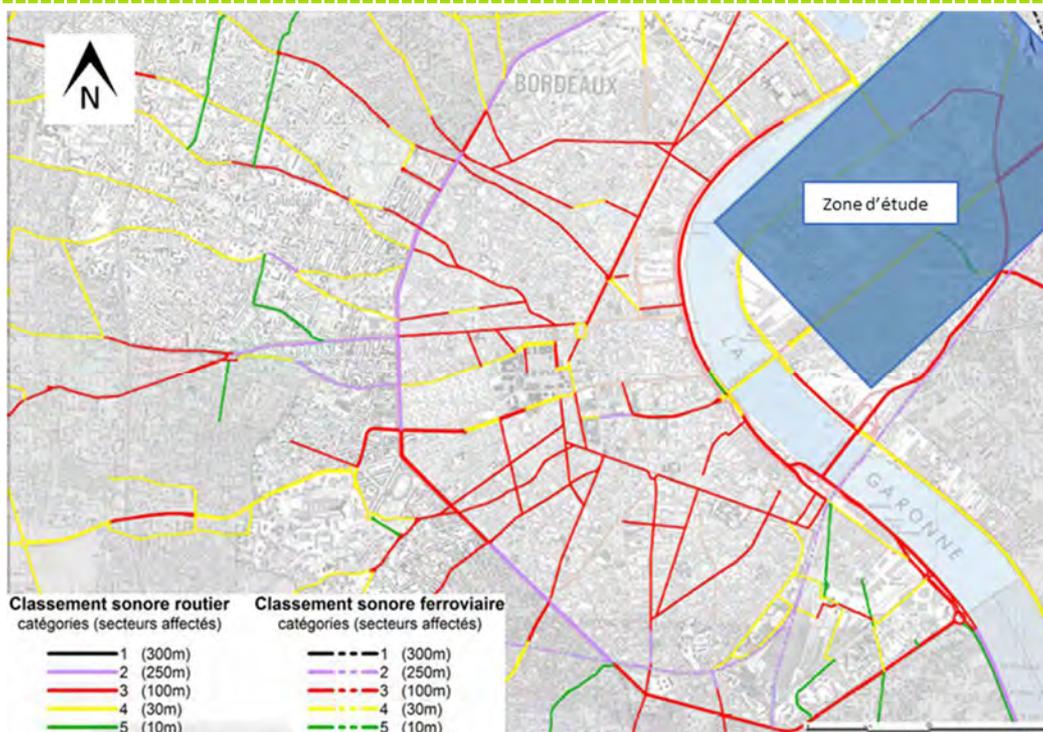


Figure 70 : Classement sonore des infrastructures de transport (source : Annexe de l'AP du 2 juin 2016)

Les infrastructures de transport à proximité du projet sont classées en catégorie 4. On peut noter également la présence au Nord-Est de la zone d'étude d'une ligne ferroviaire de niveau 1, qui affecte un secteur de 300 mètres.

○ Plan de prévention du bruit dans l'environnement - PPBE

Le Plan de Prévention du bruit dans l'Environnement (PPBE) de l'État dans le département de la Gironde porte sur les voies routières et autoroutières supportant un trafic annuel supérieur à 3 millions de véhicules, et ferroviaires dont le trafic annuel est supérieur à 30 000 passages de train. Il n'y a pas d'infrastructures concernées par ce plan dans la zone d'étude.

○ Ce qu'il faut retenir...

Des infrastructures routières de catégories 3 et 4 sont situées dans la zone d'étude. Une voie ferrée de catégorie 1 est située à proximité.

○ Etude acoustique

Afin de caractériser l'ambiance sonore au niveau des futurs puits et de leurs environs, une campagne de mesures a été réalisée par le bureau d'études Gamba Acoustique en juin 2017.

Le bruit résiduel a été estimé à partir de mesures ponctuelles des niveaux sonores existants sur le site. Les mesures ont été réalisées en une seule séance supérieure à 72 heures consécutives en 6 points de la zone d'étude. Pour caractériser au mieux l'ambiance sonore autour des futurs puits, 2 sonomètres ont été placés aux emplacements des puits (4 et 1), 2 à la limite entre les chantiers et les habitations (6 et 3) et 2 dans les zones industrielles (5 et 2). Cette disposition des sonomètres permet de caractériser au mieux l'ambiance sonore en fonction des activités qui entourent les puits.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Les mesures ont eu lieu entre le 9 juin à 12h et le 12 juin à 15h30 à l'aide de sonomètres intégrateurs stockeurs.

Les 6 points de mesures sont localisés sur la Figure 71 et en annexe cartographique (Plans des abords PGE1 et Plan des abords PGE2).

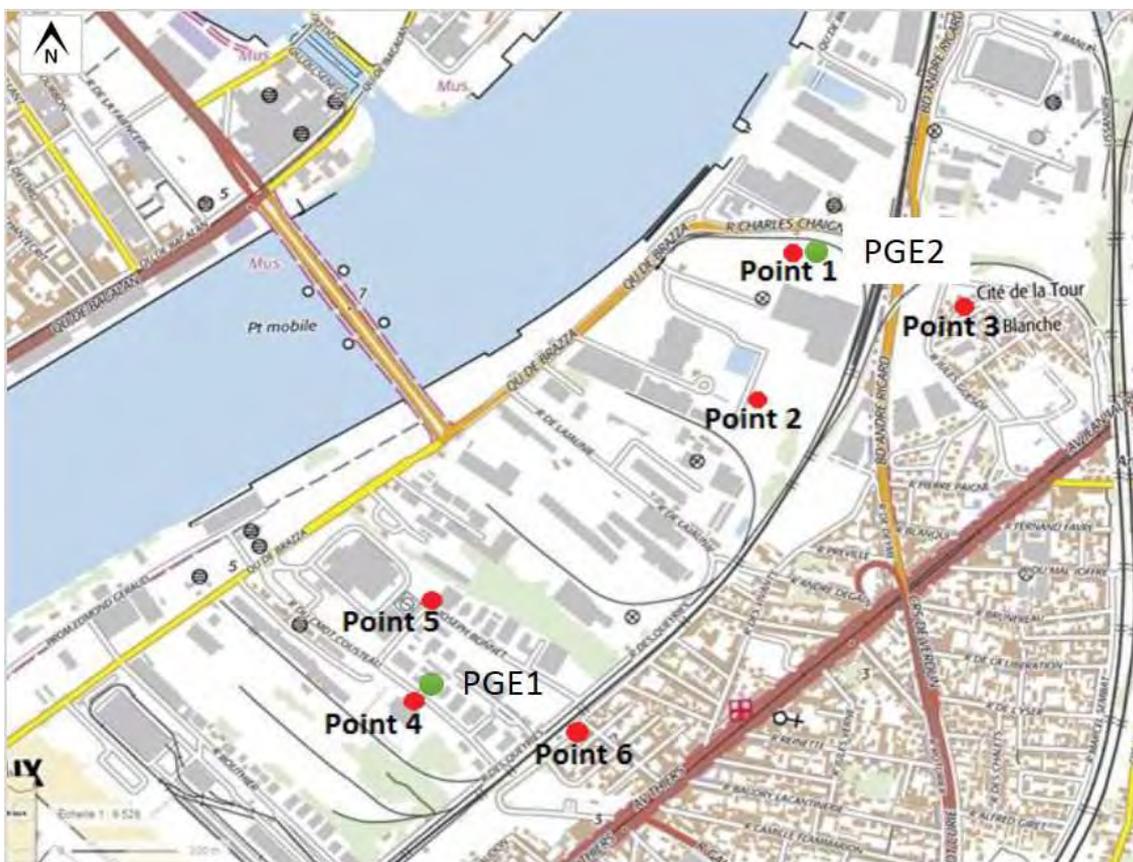


Figure 71 : Localisation des points de mesure et des puits (source : GAMBA, 2017)

Le Tableau 26 fait état des valeurs (en dB(A)) de niveaux de bruit résiduel globales retenues au 6 points de mesure.

Tableau 26 : Valeurs (en dB(A)) des niveaux de bruit résiduels (source : GAMBA, 2017)

Période	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6
7h-22h semaine	45	40,5	40	37,5	47	37,5
22h-7h	44,5	39,5	33,5	36,5	47	36,5
7h-22h dimanches et jours fériés	43,5	36,5	40,5	37	46,5	37

Le bureau d'étude ACOUPLUS s'est appuyé sur ces données pour réaliser des modélisations et analyser les effets du projet de la boucle géothermale sur l'environnement. Les résultats de cette étude sont présentés dans le chapitre effet du présent document.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.4 Qualité de l'air

En matière de qualité de l'air, plusieurs niveaux de réglementation existent, de l'échelle européenne à l'échelle locale. La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air se base sur la directive européenne (2008/50/CE) du 21 mai 2008 et sur la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004.

Ces directives européennes sont transposées dans la réglementation française à travers le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010.

De plus, les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Pour la région Aquitaine, l'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air est l'ATMO-Nouvelle Aquitaine. Elle dispose pour assurer la surveillance de l'agglomération bordelaise de :

- ▷ 4 stations urbaines de fond²⁴ (Grand Parc, Talence, Bassens, Floirac) ;
- ▷ 3 stations périurbaines de fond²⁵ (Ambès, Saint-Sulpice-et-Cameyrac, Leognan) ;
- ▷ 3 stations de proximité automobile²⁶ (Bastide, Gambetta, Mérignac)

Les stations situées dans le périmètre de Bordeaux Métropole sont présentées sur la Figure 72 :

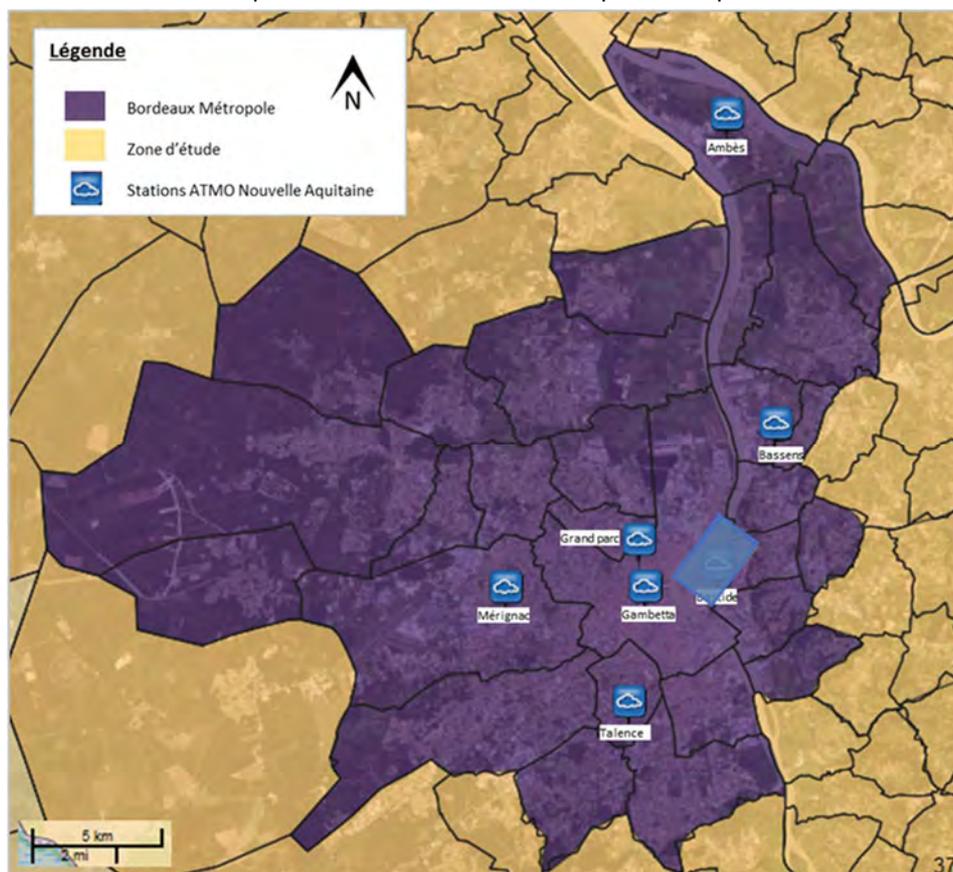


Figure 72 : Stations de mesure de qualité de l'air à Bordeaux Métropole (source : Sigore)

²⁴ Représentative de la pollution de fond (à laquelle est soumise la majorité de la population) dans les centres urbains hors proximité automobile ou industrielle.

²⁵ Représentative de la pollution de fond à la périphérie des centres urbains et de l'exposition maximale à la pollution «secondaire» (ozone) en zone habitée.

²⁶ Représentative de la pollution induite par le trafic automobile.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ L'indice ATMO

L'indice ATMO croît de 1 (très bon) à 10 (très mauvais). Il permet de caractériser de manière simple et globale la qualité de l'air d'une agglomération urbaine de plus de 100 000 habitants. Le calcul de l'indice est défini au niveau national sur la base de seuils réglementaires énoncés dans l'arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux indices de qualité de l'air.

À compter de 2012, le calcul de l'indice de qualité de l'air a évolué pour prendre en compte la nouvelle réglementation sur les particules en suspension inférieures à 10 microns (les PM10). Cette réglementation (décret ministériel du 21 octobre 2010) abaisse les seuils d'information et d'alerte respectivement à 50 et à 80 microgrammes par mètre cube sur 24 heures (au lieu de 80 et 125 microgrammes par mètre cube). Ces seuils correspondent à des niveaux à partir desquels il y a un risque pour la santé.

L'indice est déterminé par le maximum d'un ensemble de sous-indices, chacun d'entre eux étant représentatif d'un polluant de l'air : dioxyde de soufre (SO₂), dioxyde d'azote (NO₂), ozone (O₃) et poussières fines (PM10).

A l'échelle de la région Nouvelle-Aquitaine : la qualité de l'air est bonne, comme le montre la figure suivante.



Figure 73 : Qualité de l'air à l'échelle de la région (source : Atmo-Nouvelle Aquitaine, 2015)

○ L'indice européen CITEAIR

L'indice Citeair a été développé sur l'initiative de réseaux de surveillance de la qualité de l'air, dans le cadre du projet européen du même nom (Citeair – Common information to European air, cofinancé par les programmes INTERREG IIIc et IVc). Il a été lancé en 2006 pour apporter une information au public :

- ▷ Simple et prenant en compte la pollution à proximité du trafic ;
- ▷ Comparable à travers l'Europe ;

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- ▷ Adaptée aux méthodes de mesure de chaque réseau de surveillance.

L'indice CITEAIR est déjà utilisé par une centaine de villes européennes où il est calculé toutes les deux heures à partir de leurs stations de mesure.

Au niveau de la zone d'étude, l'indice est calculé pour la ville de Bordeaux. La synthèse annuelle la plus récente disponible utilise les données de l'année 2015, et donne deux indices de qualité :

- ▷ Un indice trafic²⁷ ;
- ▷ Un indice de fond²⁸.

Si l'indice est supérieur à 1, les normes fixées par l'Europe sont dépassées pour un ou plusieurs polluants (indices surlignés en jaune dans les tableaux suivants). Un indice égal à 1 signifie que les normes sont respectées en moyenne, et un indice inférieur à 1 indique que la situation est meilleure que la moyenne en matière de normes (indices surlignés en vert dans les tableaux suivants).

Comme le montre le tableau ci-dessous, l'indice trafic est inférieur à 1 depuis 2011. On note toutefois un dépassement pour le NO₂ en 2010, 2011 et 2013.

Tableau 27 : Indice trafic pour les années 2010 à 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu)

Année	NO ₂ Moyenne Annuelle	PM ₁₀ Moyenne Annuelle	PM ₁₀ dépassements de la moyenne journalière	O ₃ , nb jours moyenne 8h > 120µg/m ³	SO ₂ Moyenne Annuelle	Benzène Moyenne Annuelle	Indice Ville
2010	1.08	0.95	1.63	-	-	0.2	1.22
2011	1.05	0.75	0.69	-	-	0.2	0.83
2012	1	0.8	0.91	-	-	0.2	0.9
2013	1.03	0.68	0.69	-	-	-	0.8
2014	1	0.6	0.23	-	-	-	0.61
2015	1	0.65	0.51	-	-	-	0.72

La figure suivante présente l'indice trafic pour l'année 2015 à Bordeaux.

²⁷ L'indice trafic prend en compte les polluants suivants : le dioxyde d'azote, les particules PM₁₀, le monoxyde de carbone et les particules PM_{2,5}.

²⁸ L'indice de fond quant à lui prend en compte les polluants suivants : le dioxyde d'azote, les particules PM₁₀, l'ozone, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les particules PM_{2,5}.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

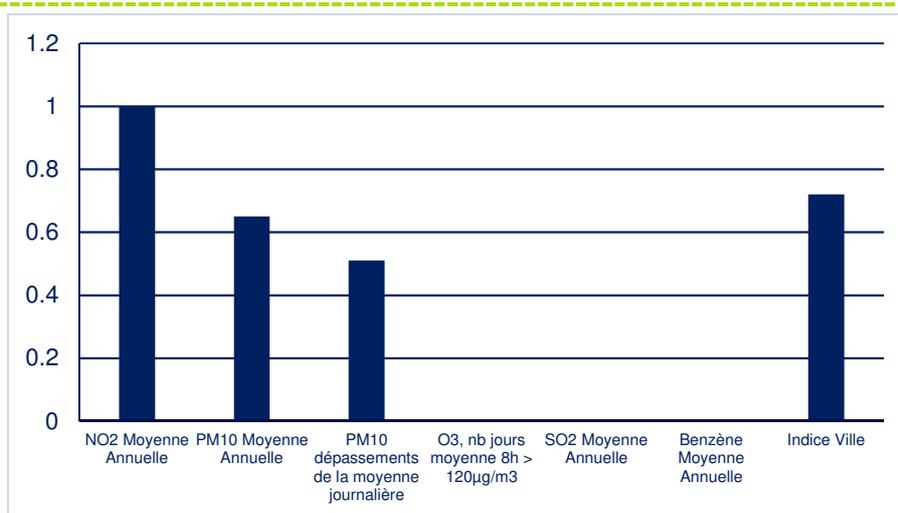


Figure 74: Indice trafic pour l'année 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu)

En 2015, à Bordeaux, l'indice trafic de qualité de l'air est globalement bon.

Ce qu'il faut retenir...

L'indice CITEAIR à Bordeaux est passé de 1.22 en 2010 à 0.72 en 2015, ce qui traduit une amélioration de la qualité de l'air et le respect des normes européennes.

Le tableau ci-dessous présente l'indice de fond pour les années 2010 à 2015 à Bordeaux. L'indice global est toujours conforme aux normes européennes, sauf en 2010 et 2011 pour l'ozone.

Tableau 28 : Indice de fond pour les années 2010 à 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu)

Année	NO2 Moyenne Annuelle	PM10 Moyenne Annuelle	PM10 dépassements de la moyenne journalière	O3, nb jours moyenne 8h > 120µg/m3	SO2 Moyenne Annuelle	Benzène Moyenne Annuelle	Indice Ville
2010	0.55	0.65	0.4	1.04	0.2	0	0.66
2011	0.6	0.65	0.66	1.04	0.2	0	0.74
2012	0.55	0.6	0.49	0.8	0.15	0	0.61
2013	0.53	0.6	0.51	1	0.15	-	0.66
2014	0.43	0.48	0.2	0.56	-	-	0.42
2015	0.45	0.5	0.14	0.52	-	-	0.4

La figure suivante présente l'indice de fond pour l'année 2015 à Bordeaux.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

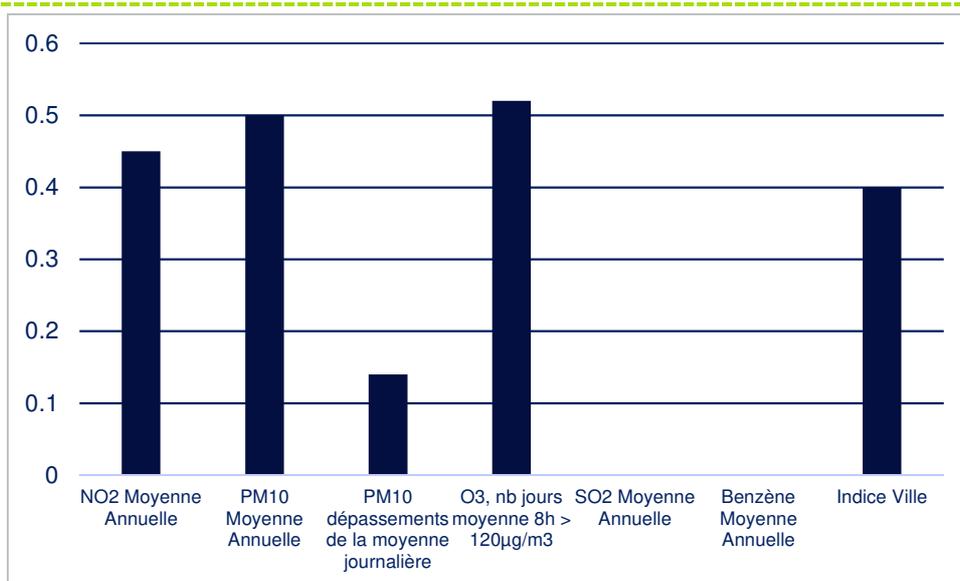


Figure 75 : Indice de fond pour l'année 2015 à Bordeaux (source : www.airqualitynow.eu)

L'indice de fond en 2015 est très inférieur à 1, la qualité de l'air est par conséquent bonne.

Ce qu'il faut retenir...

L'indice CITEAIR de fond montre que les normes européennes relatives à la qualité de l'air sont respectées à Bordeaux.

○ A l'échelle de Bordeaux Métropole²⁹ :

Les mesures de qualité de l'air sont détaillées pour les principaux polluants atmosphériques sont présentés dans le tableau de l'Annexe 5 : Emissions des principaux polluants atmosphériques à l'échelle de Bordeaux Métropole. Il s'agit des substances suivantes : SO₂, NO_x, CO, NH₃, COVNM, Benzène, PTS, PM_{2.5}, PM₁₀ et gaz à effet de serre. Il ressort de ces analyses que les quantités de polluants émises à l'échelle de Bordeaux Métropole sont élevées, sauf pour le NH₃. Pour les polluants considérés, la qualité de l'air varie de moyenne à mauvaise.

Ce qu'il faut retenir...

Malgré une bonne qualité de l'air à l'échelle de la région Nouvelle Aquitaine et un respect des normes européennes, on relève d'assez fortes concentrations en polluants (particules, NO_x, COVNM, CO et benzène) dans l'agglomération bordelaise. Ces émissions proviennent principalement des transports et en partie de l'industrie.

²⁹ Les données de ce paragraphe sont issues de la base de données Airaq – Atmo Aquitaine

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.5 Voies de communication

4.4.5.1 Réseau routier

○ Circulation routière

A l'échelle du périmètre d'étude, on constate que le réseau routier se caractérise par un réseau viaire à « grandes mailles ». Il résulte du passé industriel du secteur.

Les voies de communication sont construites autour de grands ensembles telle que la zone d'activité Brazza. Les liaisons transversales entre l'avenue Thiers, le quai Brazza et la rue de Queyries sont peu nombreuses (cf. Figure 76).

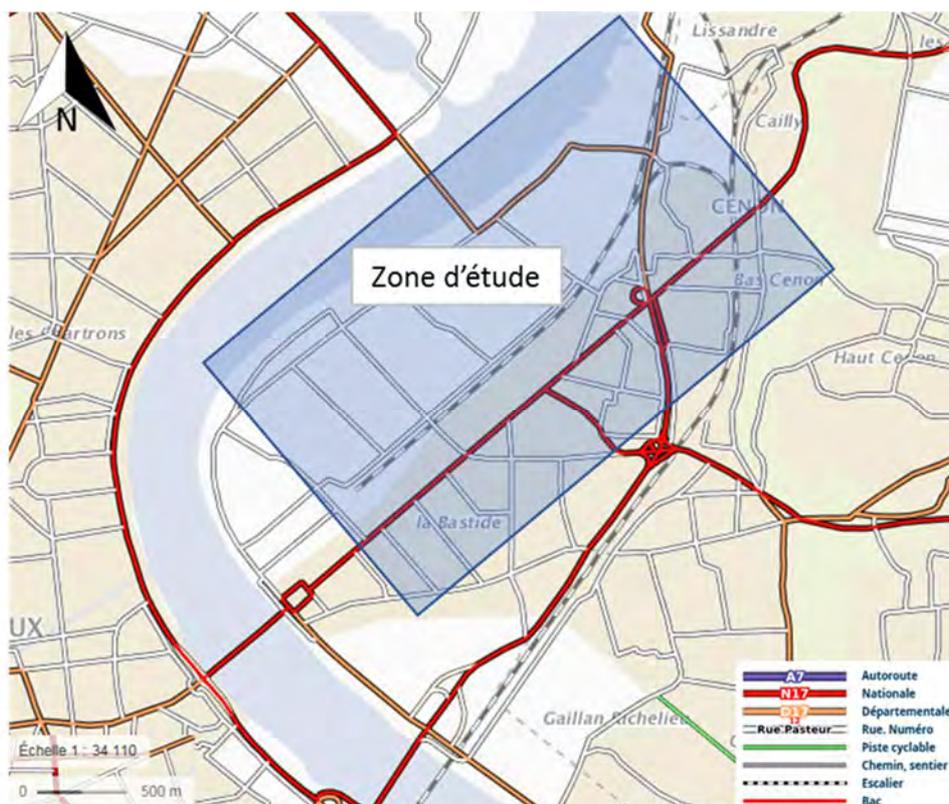


Figure 76 : carte du réseau routier (source : Géoportail)

A noter que depuis le 1er janvier 2017 toutes les routes départementales de la Gironde situées sur le territoire de Bordeaux Métropole sont devenues des « routes métropolitaines ».

○ Niveau de trafic

Bordeaux Métropole a installé un réseau de capteur pour évaluer l'état de la circulation sur son territoire. La carte ci-dessous présente les comptages routiers réalisés en 2016 au sein du périmètre d'étude.

Le trafic est caractéristique d'une zone urbaine d'activité commerciale.

Ce qu'il faut retenir...

Au niveau de la zone d'étude, le trafic est important aux heures de pointe du soir et du matin.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

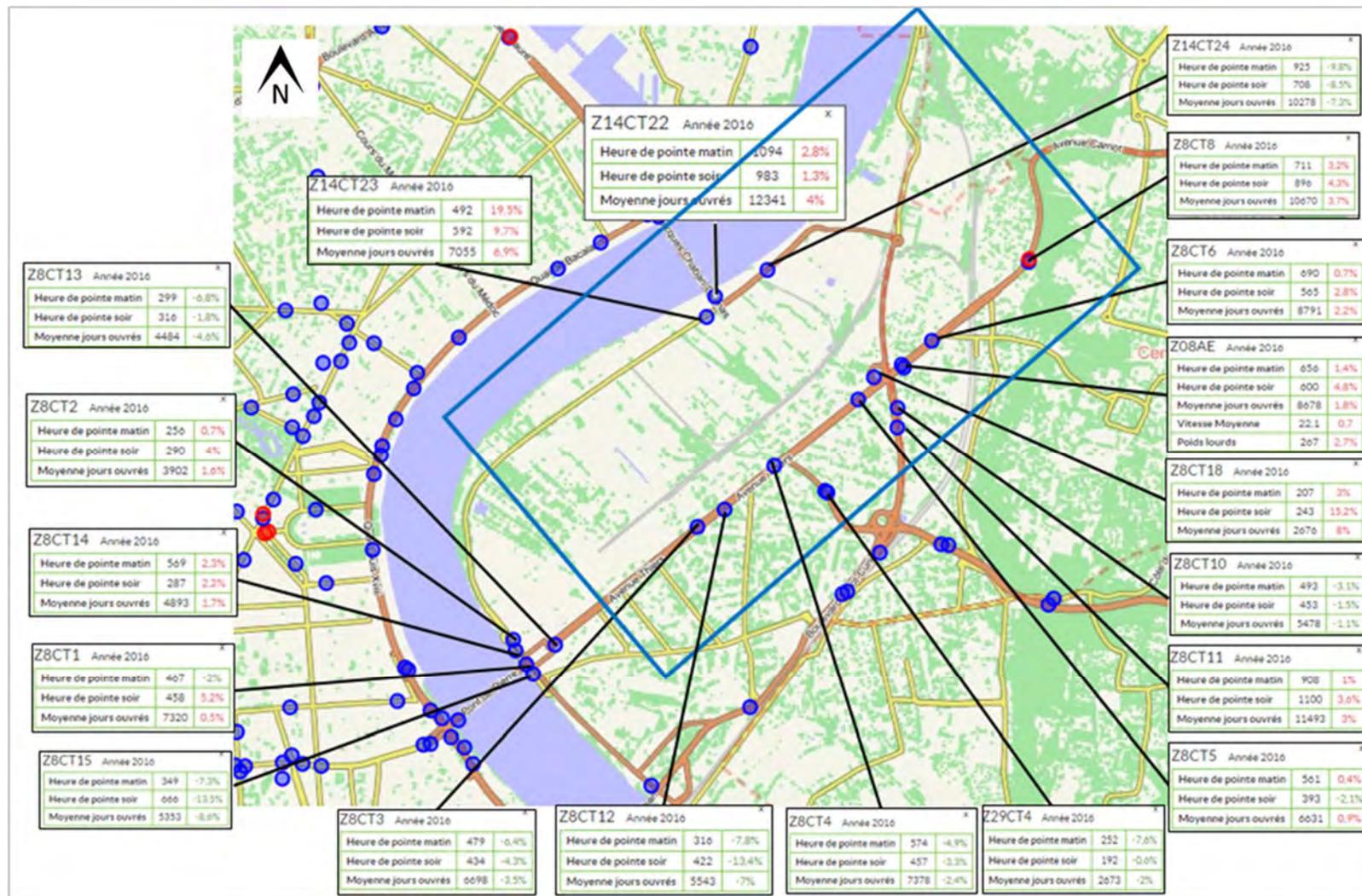


Figure 77 : Comptages routiers au sein du périmètre d'étude (source : Bordeaux métropole, 2016)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.5.2 Réseau de transport en commun

L'ensemble des transports en commun de l'agglomération Bordelaise a été regroupé, le 3 juillet 2004 sous l'appellation Tramway et Bus de Bordeaux Métropole (TBM). Au total, ce sont donc 28 communes traversées par les lignes de TBM.

Il se compose de 3 lignes de tramway, 80 lignes de bus, 174 stations de vélos en libre-service V³, 2 navettes fluviales Bat³, 23 Parc-Relais, 10 pôles d'échanges, 7 abris pour vélo et 14 parcs de stationnement ainsi que d'un service de transport de personnes à mobilité réduite (Mobibus). Seuls les 3 premiers seront présentés en détail.

○ Tramway

La métropole Bordelaise est ainsi marquée par le réseau de tramway. Trois lignes parcourent l'agglomération : ligne A, B et C.

La rive droite de la Garonne, au niveau de laquelle est située le projet est desservie par la ligne A reliant Mérignac à Lormont. Le périmètre d'étude intersecte également la ligne B sur la rive gauche.

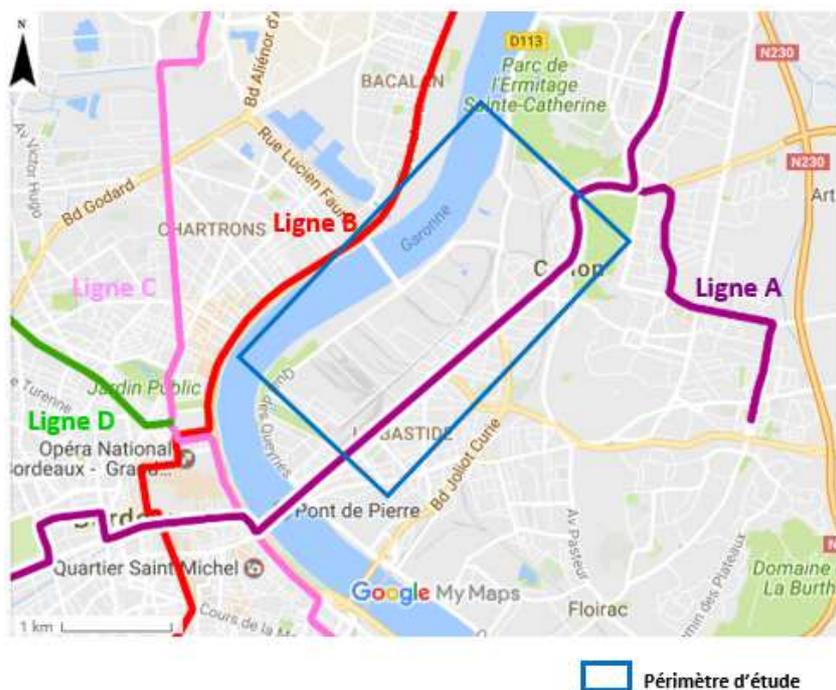
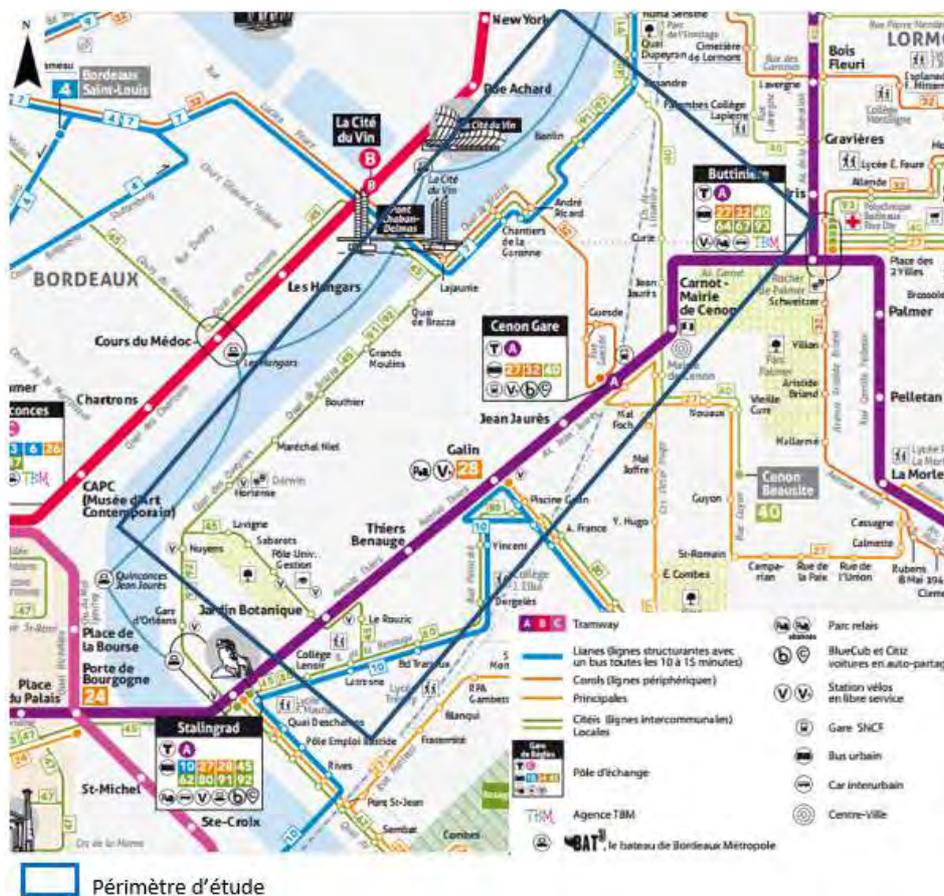


Figure 78 : Lignes de Tramway à proximité du périmètre d'étude (source : www.bordeaux-metropole.fr)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Réseau de bus

Bordeaux Métropole est dotée d'un réseau de bus de près de 80 lignes. En rive droite de la Garonne, les lignes qui desservent le périmètre d'étude sont les suivantes :



Un tableau présentant les caractéristiques des lignes de bus est présenté en Annexe 6 : Caractéristiques des lignes de bus.

🔄 Ce qu'il faut retenir...

De manière générale, le périmètre d'étude dispose d'une bonne accessibilité en transports en commun avec la proximité de nombreuses lignes de bus et de la ligne A du tramway.

4.4.5.3 Réseau de pistes cyclables

On dénombre plus de 700 km d'itinéraire cyclables au sein de Bordeaux Métropole.

Au sein du périmètre d'étude les grandes artères que constituent le quai de Brazza et l'avenue Thiers sont équipées de pistes cyclables (cf. carte ci-dessous). Une piste cyclable est aussi présente à l'intérieur du parc des Berges le long de la Garonne.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

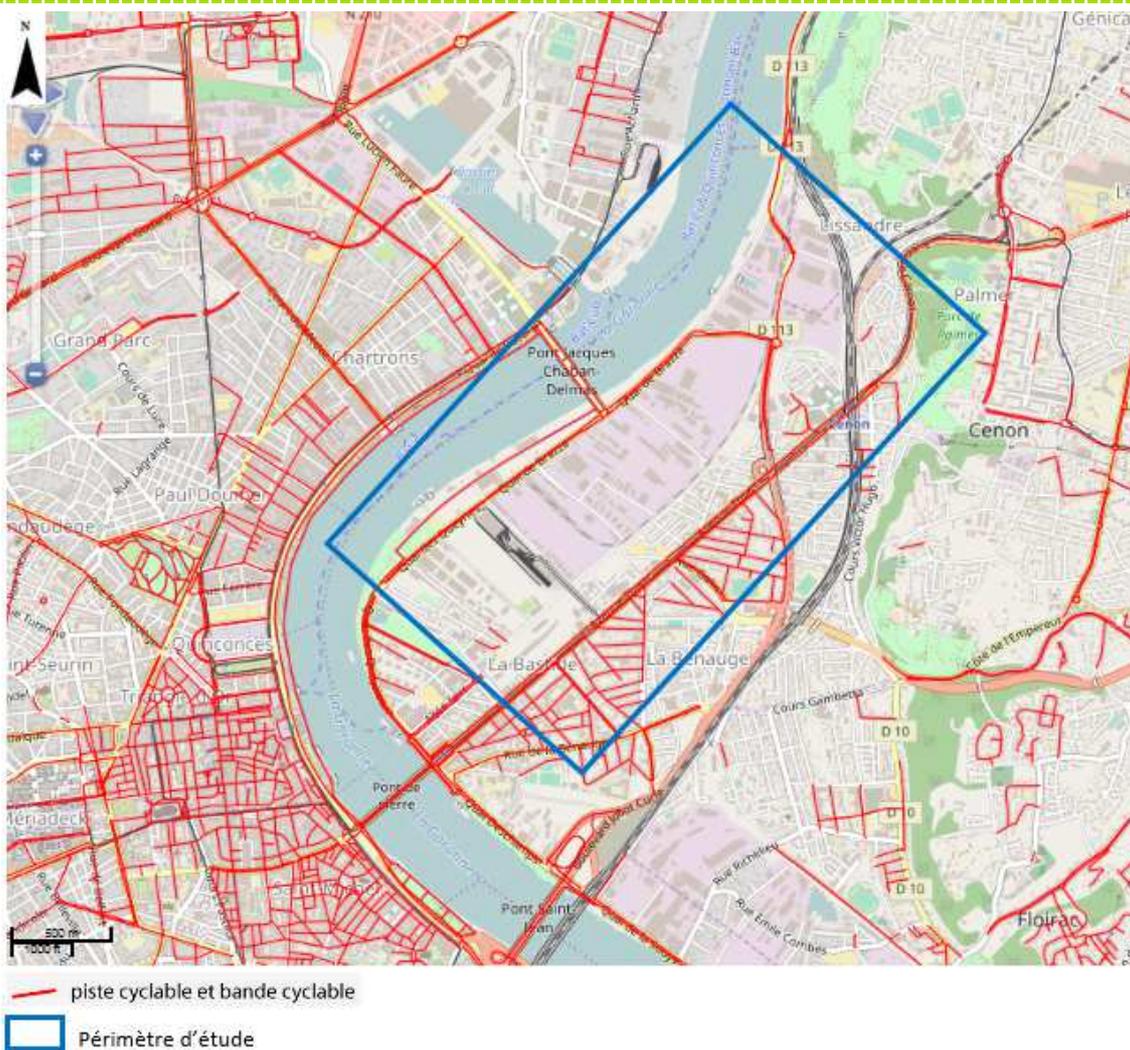


Figure 80 : Réseau de pistes cyclables à proximité du périmètre d'étude (source : Bordeaux Métropole)

Ce qu'il faut retenir...

Plusieurs pistes cyclables sont situées à proximité de la zone d'étude.

4.4.6 Réseaux

Bordeaux Métropole dispose de la compétence de collecte et de traitement des eaux usées et pluviales sur son territoire. L'EPCI assure la maîtrise d'ouvrage des installations du service public de l'assainissement. L'exploitation du service public de l'assainissement collectif des eaux usées³⁰ et la gestion de eaux pluviales ont été déléguées dans le cadre d'un contrat d'affermage à la Société de l'Assainissement de Bordeaux Métropole (SGAC), filiale de Suez Eau France, depuis le 1^{er} janvier 2013 et pour une durée de 6 ans.

³⁰ A l'exception de la commune de Martinas-sur-Jalle

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.7 Patrimoine culturel, historique et archéologique

○ Sites inscrits et classés³¹

Aucun site inscrit ou classé n'est situé sur le périmètre d'étude du projet.

Les sites inscrits et classés les plus proches sont au nombre de trois. Ils sont présentés dans la carte et le tableau ci-après :

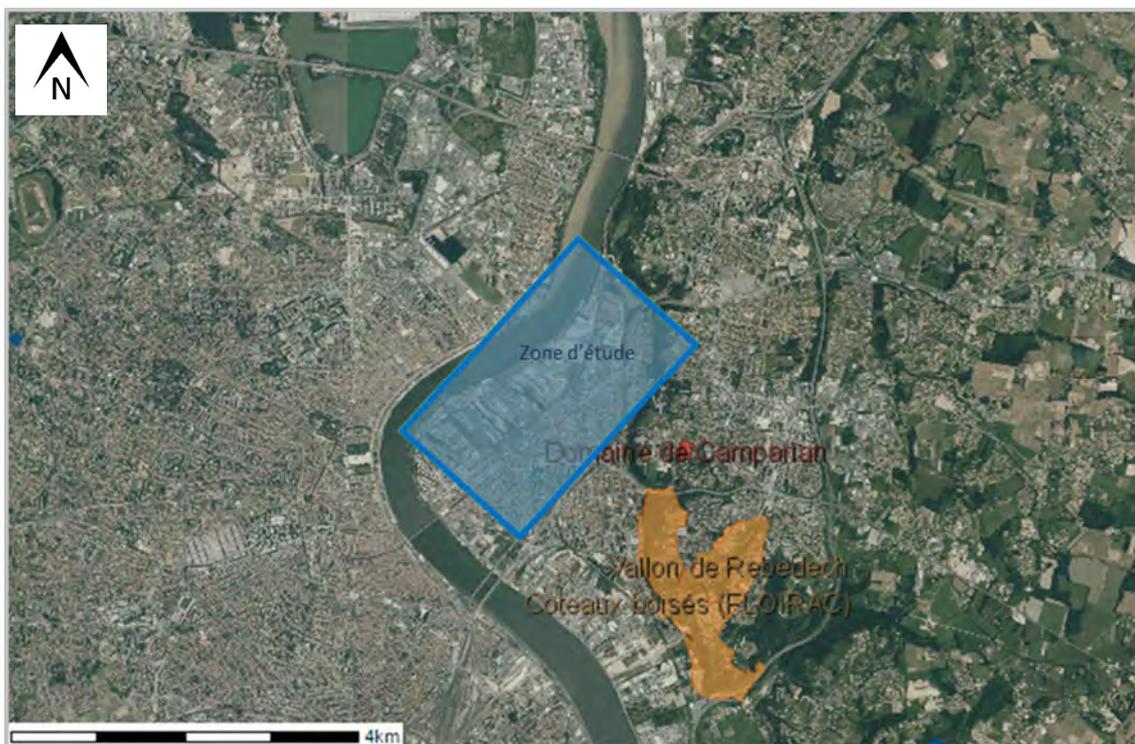


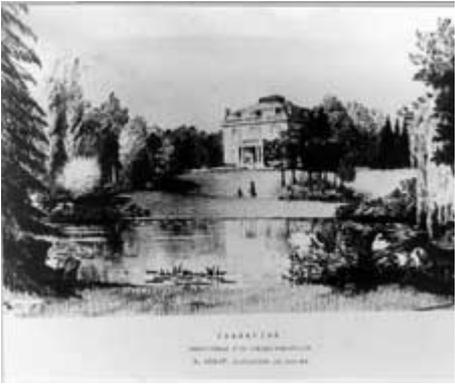
Figure 81 : Sites classés ou inscrits à proximité du projet (source : DREAL Aquitaine – visualiseur Carmen)

³¹ La loi du 2 mai 1930, désormais codifiée (Articles L.341-1 à 342-22 du Code de l'Environnement) , prévoit que les monuments naturels ou les sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque présentant un intérêt général peuvent être protégés. Elle énonce deux niveaux de protection :

- L'inscription est la reconnaissance de l'intérêt d'un site dont l'évolution demande une vigilance toute particulière. C'est un premier niveau de protection pouvant conduire à un classement.
- Le classement est une protection très forte destinée à conserver les sites d'une valeur patrimoniale exceptionnelle ou remarquable.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 29 : Liste des sites inscrits et classés à proximité du projet (source DREAL)

Libellé	Distance au projet	Commune	Critère	Illustration
Coteaux boisés SIN0000129 Inscrit	~2km du PGE1	Floirac 129,76 ha	Intérêt pittoresque	
Vallon de Rebedech SIN000130 Inscrit	~3km du PGE1	Floirac 65,89 ha	Non disponible	
Domaine de Camparian SCL 0000615 Classé	~1,5km du PGE2	Cenon 3,09 ha	Intérêt historique	

Ce qu'il faut retenir...

Aucun site inscrit ou classé n'est localisé au droit du projet. Deux sites inscrits et un site classé sont situés à proximité.

○ Monuments historiques³²

La commune de Bordeaux recèle de monuments classés au titre des monuments historiques. Toutefois, comme le montre la carte ci-après, la plupart sont situés sur la rive gauche de la Garonne.

³² Un monument historique est un immeuble ou un objet mobilier recevant un statut juridique particulier destiné à le protéger, du fait de son intérêt historique, artistique, architectural mais aussi technique ou scientifique. Le statut de « monument historique » est une reconnaissance par la Nation de la valeur patrimoniale d'un bien. Cette protection implique une responsabilité partagée entre les propriétaires et la collectivité nationale au regard de sa conservation et de sa transmission aux générations à venir.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

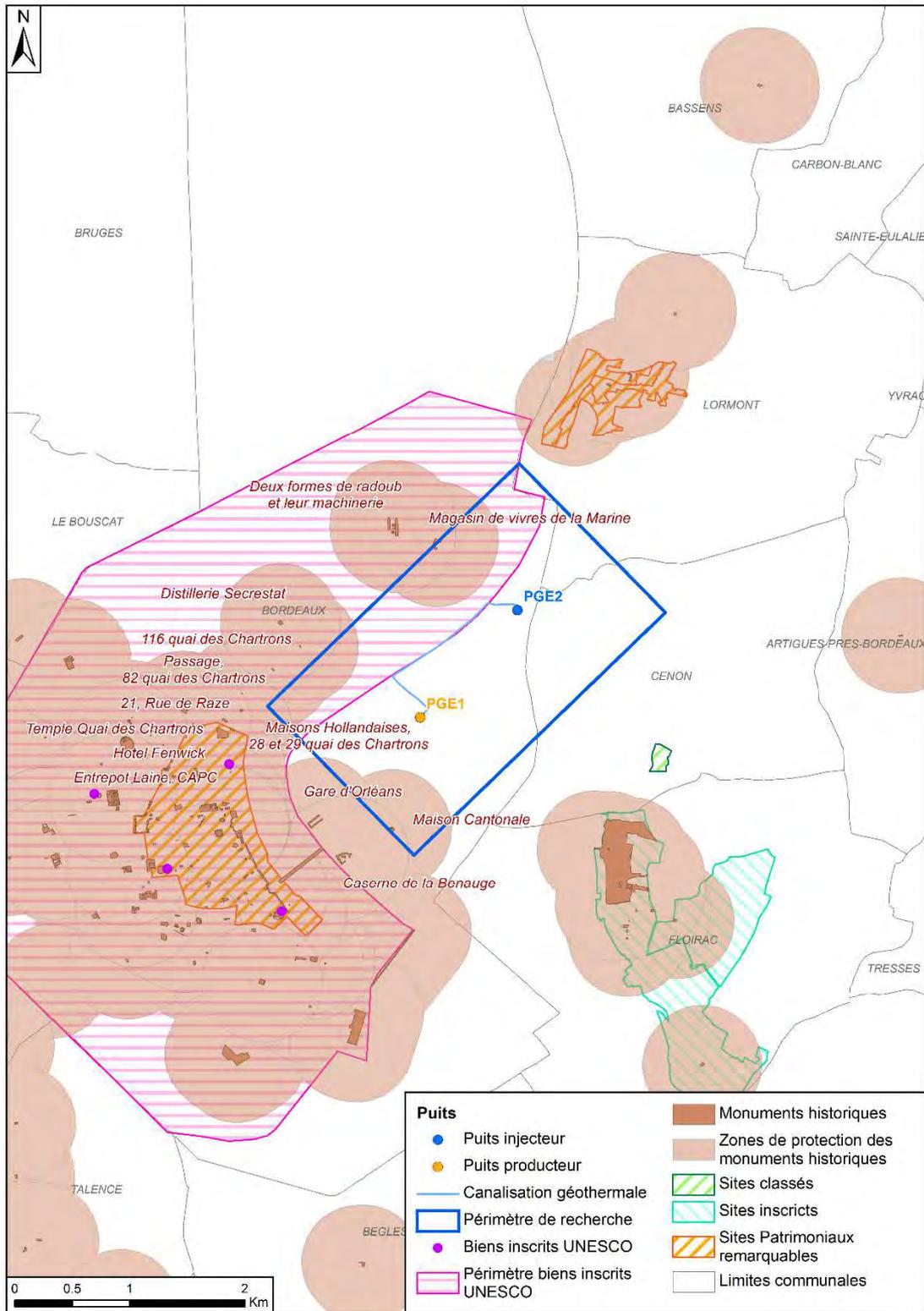


Figure 82 : Monuments historiques à proximité de la zone d'étude (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Le tableau suivant présente les sites dont le périmètre de protection de 500m intersecte le périmètre du projet. Toutefois, aucun de ces périmètres n'est situé à proximité immédiate des emplacements des puits PGE1 et PGE2.

Tableau 30 : Sites inscrits et classés au titre des monuments historiques (source : Atlas des patrimoines)

Libellé	Surface	Date de protection	Illustration
Maison cantonale de la Bastide Inscrit PA00132929	1524 m ²	1994	
Gare d'Orléans Partiellement Inscrit PA00083186	3334 m ²	1984	
Immeuble au 116 quai des Chartrons Inscrit PA00083251	300 m ²	1942	
Passage, 82 quai des Chartrons Inscrit PA00083901	190 m ²	1991	

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Libellé	Surface	Date de protection	Illustration
Magasin de vivres de la Marine Classé PA00083403	421 m ²	1991	
Deux formes de Radoub et leur machinerie Inscrit PA33000102	0 m ²	2008	
Distillerie Sécrestat Partiellement inscrit PA00125240	1061	1917	
Maisons Hollandaises, 28 et 29 quai des Chartrons Inscrit PA00083869	379 m ²	1990	
21 rue Raze Partiellement Inscrit PA00083870	61 m ²	1990	Non disponible

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Libellé	Surface	Date de protection	Illustration
Caserne de la Benaugue Inscrit		2014	
Temple des Chartrons Inscrit PA00083478	778 m ²	1975	
Entrepôt Lainé, CAPC Inscrit PA00083179	6769 m ²	1973	
Hotel Fenwick Inscrit PA00083194	601 m ²	1935	

Ce qu'il faut retenir...

Treize sites inscrits ou classés au titre des monuments historiques sont localisés dans le périmètre d'étude ou ont un périmètre de protection qui l'intercepte.

Aucun de ces périmètres n'intercepte l'emprise des parcelles des puits PGE1 et PGE2.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Patrimoine Mondial de l'UNESCO

Bordeaux est le premier ensemble urbain, sur un périmètre aussi vaste et complexe, distingué par la Commission du Patrimoine mondial de l'Unesco depuis sa création, en 1976. Ce sont en effet 1810 hectares, des 4455 que compte la ville, qui ont été inscrits sur la liste du Patrimoine mondial en juin 2007. Ce secteur préservé est entouré d'une zone dite d'attention patrimoniale, d'une surface de 3725 hectares. Les tracés de ces deux périmètres s'appuient sur le Plan local d'urbanisme (PLU) en vigueur.

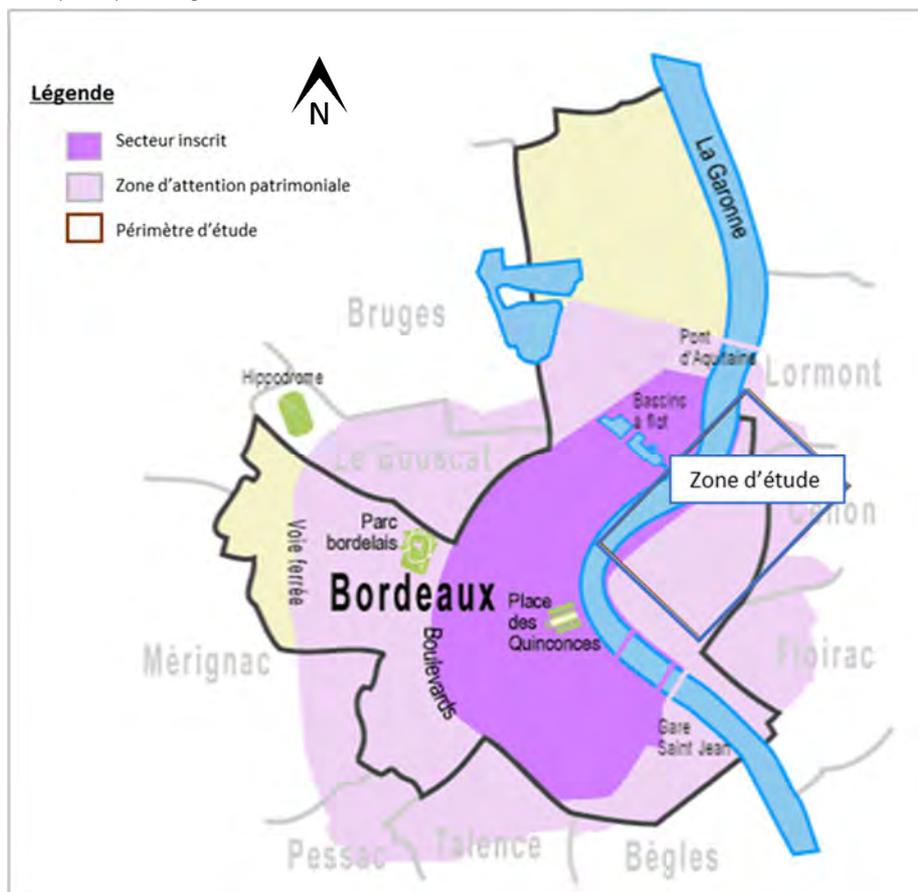


Figure 83 : Patrimoine mondial de l'UNESCO (source : Ville de Bordeaux)

La zone d'attention patrimoniale constitue une zone tampon, et assure l'articulation entre la ville centre et les communes voisines.

La zone d'étude comprend une partie du secteur inscrit, et se situe presque en intégralité dans la zone d'attention patrimoniale. Si l'inscription au Patrimoine Mondial de l'Unesco n'implique aucune obligation autre que celles imposées par les règlements d'urbanismes, la ville doit tout de même répondre aux exigences de l'Unesco en termes de préservation et de transmission aux générations futures du patrimoine architectural et immatériel exceptionnel.

Ce qu'il faut retenir...

Une large partie de la ville centre de Bordeaux est inscrite au Patrimoine mondial de l'Unesco. Le périmètre d'étude est quant à lui localisé en partie sur le secteur inscrit, et en partie sur la zone d'attention patrimoniale. Les parcelles au droit des puits PGE1 et PGE2 ne sont pas localisées en secteur inscrit. L'inscription n'implique aucune obligation autre que celles imposées par les règlements d'urbanismes.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Patrimoine archéologique

La carte présentée ci-après référence les zones de protection archéologique. Elle a été réalisée à partir des données suivantes :

- ▷ Les zones de protection définies sur l'emprise avérée ou supposée de sites archéologiques fixées par arrêté préfectoral, conformément aux articles L.522-5 et suivants du Code du patrimoine.
- ▷ Les zones de sensibilité archéologiques établies dans le cadre du porter à connaissance au titre de l'article R.1114 du Code de l'urbanisme.

Il apparaît que le périmètre d'étude intersecte deux zones de protection archéologiques :

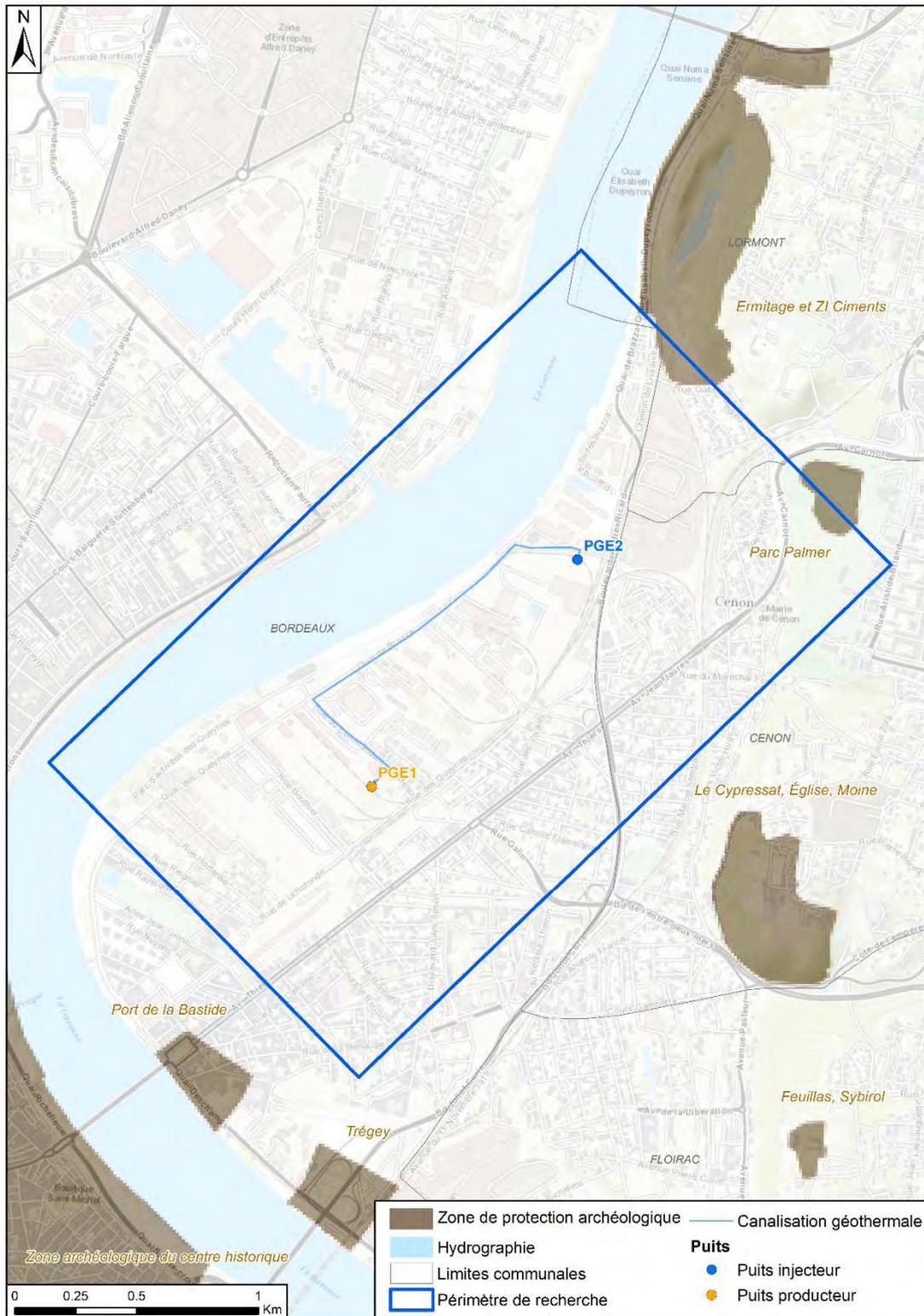
- La zone de protection archéologique du *Parc Palmer : port et maison noble Moyen Age* à Cenon.
- La zone de protection archéologique de *l'Ermitage et ZI Ciments* à Lormont.



Ce qu'il faut retenir...

*Deux zones de protection archéologiques sont interceptées par le périmètre d'étude.
Toutefois aucune de ces zones n'intercepte l'emprise des parcelles des puits PGE1 et PGE2.*

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.8 Activités économiques

La figure ci-dessous présente la part des différents secteurs d'activité à l'échelle de Bordeaux métropole. L'activité économique est marquée par une part importante du secteur du commerce, transports et services, et une très faible représentation de l'agriculture, caractéristique des milieux très urbains.

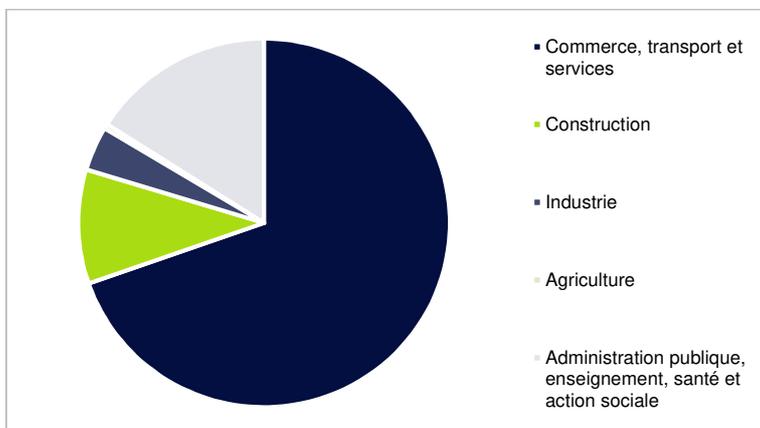


Figure 85 : Part des différents secteurs d'activité à l'échelle de Bordeaux Métropole (source : INSEE, 2015)

Par ailleurs, le taux de chômage en 2015 était de 13,7% pour les 15-64 ans³³.

L'EPCI génère 409 000 emplois, compte 2 universités, 18 grandes écoles et 176 exploitations agricoles.

La figure ci-après présente la répartition des emplois dans les secteurs d'activités.

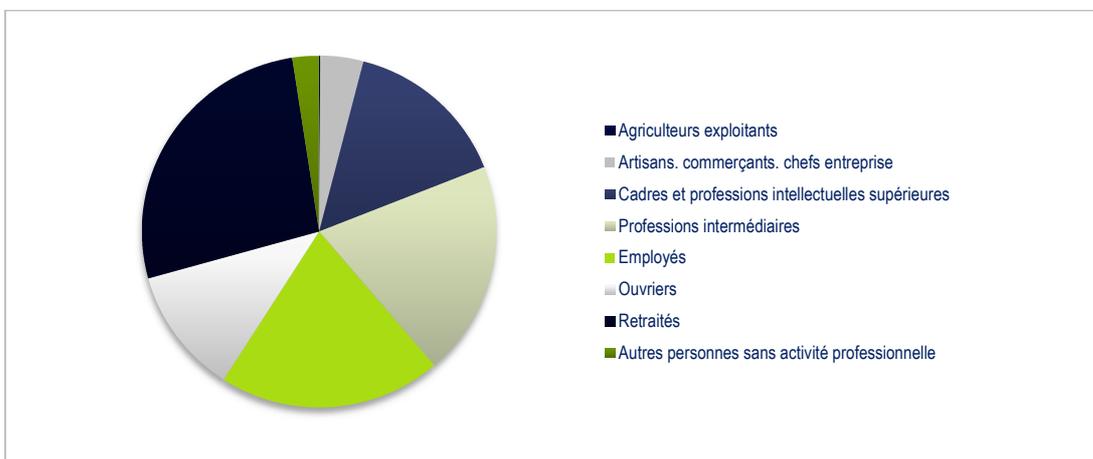


Figure 86 : Répartition des emplois par secteur d'activité (source : INSEE)

Ce qu'il faut retenir...

L'activité économique de Bordeaux Métropole repose essentiellement sur les commerces, transports et services divers. L'agriculture et l'industrie sont très faiblement représentées.

³³ Source : INSEE

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.4.9 Installations classées pour l'environnement (ICPE)

On considère comme ICPE toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une installation classée.

Les activités relevant de la législation des installations classées sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet à un régime d'autorisation ou de déclaration en fonction de l'importance des risques ou des inconvénients qui peuvent être engendrés :

- ▷ Déclaration : pour les activités les moins polluantes et les moins dangereuses. Une simple déclaration en préfecture est nécessaire
- ▷ Enregistrement : conçu comme une autorisation simplifiée visant des secteurs pour lesquels les mesures techniques pour prévenir les inconvénients sont bien connues et standardisées. Ce régime a été introduit par l'ordonnance n°2009-663 du 11 juin 2009 et mis en œuvre par un ensemble de dispositions publiées au JO du 14 avril 2010.
- ▷ Autorisation : pour les installations présentant les risques ou pollutions les plus importants. L'exploitant doit faire une demande d'autorisation avant toute mise en service, démontrant l'acceptabilité du risque. Le préfet peut autoriser ou refuser le fonctionnement.

La commune de Bordeaux comptabilise 46 établissements classés pour l'environnement, mais seulement 2 ICPE sont localisés au droit de la zone d'étude. La commune de Lormont compte sur son territoire 1 installation classée, incluse dans le périmètre du projet. Quant à Cenon, il est comptabilisé 3 établissements classés, mais aucun n'est localisé dans le périmètre d'étude.

Tableau 31 : Installations classées pour l'environnement au sein et à proximité du projet (source : DREAL Nouvelle Aquitaine)

Nom	Régime	Activité principale	Commune	Distance au projet
Marie Brizard (ex William Pitters)	Autorisation	Fabrication de boissons	Lormont	Incluse
Grands Moulins de Paris	Autorisation	Meunerie	Bordeaux	Incluse
Sevia S.A Brazza BDX	Autorisation	Collecte, traitement et élimination des déchets	Bordeaux	Incluse
Brenntag Aquitaine	Autorisation	Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motos	Bordeaux	À proximité (~2km du PGE1)
Ekem	Autorisation	Travail du bois et fabrication d'articles en bois de liège, à l'exception des meubles	Bordeaux	A proximité (~2km du PGE1)

4.4.10 Déchets

Bordeaux Métropole dispose d'un Plan Déchets pour la période 2016-2020. L'EPCI détient la compétence relative à la gestion des déchets ménagers et assimilés de son territoire. Le tri sélectif a été instauré dans les années 1990 dans l'agglomération bordelaise. Plusieurs documents cadres relatifs à la gestion des déchets ont depuis été adoptés :

- ▷ 2003 : Plan collecte
- ▷ 2004 : Plan centres de recyclages
- ▷ 2006 : Plan de valorisation des déchets verts
- ▷ 2012 : Programme local de prévention des déchets

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

A travers ce plan, il s'agit de limiter la progression des déchets à 24% entre 2011 et 2030 pour une augmentation démographique de 33% sur cette même période.

Dix-sept centres de recyclages (déchetteries) sont présents sur le territoire de Bordeaux Métropole. Ils servent à collecter les encombrants ou encore les déchets verts.

Afin de réduire la quantité d'ordures ménagères, Bordeaux Métropole met également à disposition des composteurs individuels.

4.5 Risques naturels et technologiques

Les risques naturels et technologiques à l'échelle du département de la Gironde sont présentés dans le Dossier départemental des risques majeurs (DDRM). Réalisé par l'État, il vise à :

- ▷ Inventorier et cartographier les risques majeurs (naturels et technologiques) auxquels les habitants du département de la Gironde pourraient être confrontés,
- ▷ Préciser les mesures de protection et de prévention adoptées par les pouvoirs publics,
- ▷ Rappeler les consignes de comportement destinées à préparer les citoyens à affronter les menaces par une connaissance effective du danger.

4.5.1 Risques naturels

○ Sismique

Les trois communes situées dans le périmètre d'étude, Bordeaux, Lormont et Cenon, sont classées en zone sismique de niveau 2 – faible.

D'après le Réseau National de Surveillance Sismique, il n'y a pas eu de séisme entre 1980 et 2015 sur les communes de Lormont, Cenon et Bordeaux. Les séismes dont l'épicentre ne se situait pas sur la commune n'ont pas été répertoriés même s'ils ont été ressentis.

○ Mouvement de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour)³⁴.

Ils peuvent être de plusieurs types :

- ▷ Tassements et affaissements
- ▷ Retrait-gonflement des argiles
- ▷ Glissements de terrain
- ▷ Effondrement de cavités souterraines
- ▷ Eroulement et chutes de blocs
- ▷ Coulées boueuses et torrentielles

³⁴ D'après le site www.risquesmajeurs.fr

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Les communes de Bordeaux, Cenon et Lormont sont plutôt sensibles aux glissements, comme le montre la carte de la Figure 88 : Carte des risques liés aux mouvements de terrain (source : Géorisques)

On note également la présence de cavités non localisées et de carrières, et donc un risque d'effondrement de cavités souterraines, comme le présente la Figure 87 : Carte des risques liés à la présence de cavités (source : Géorisques)

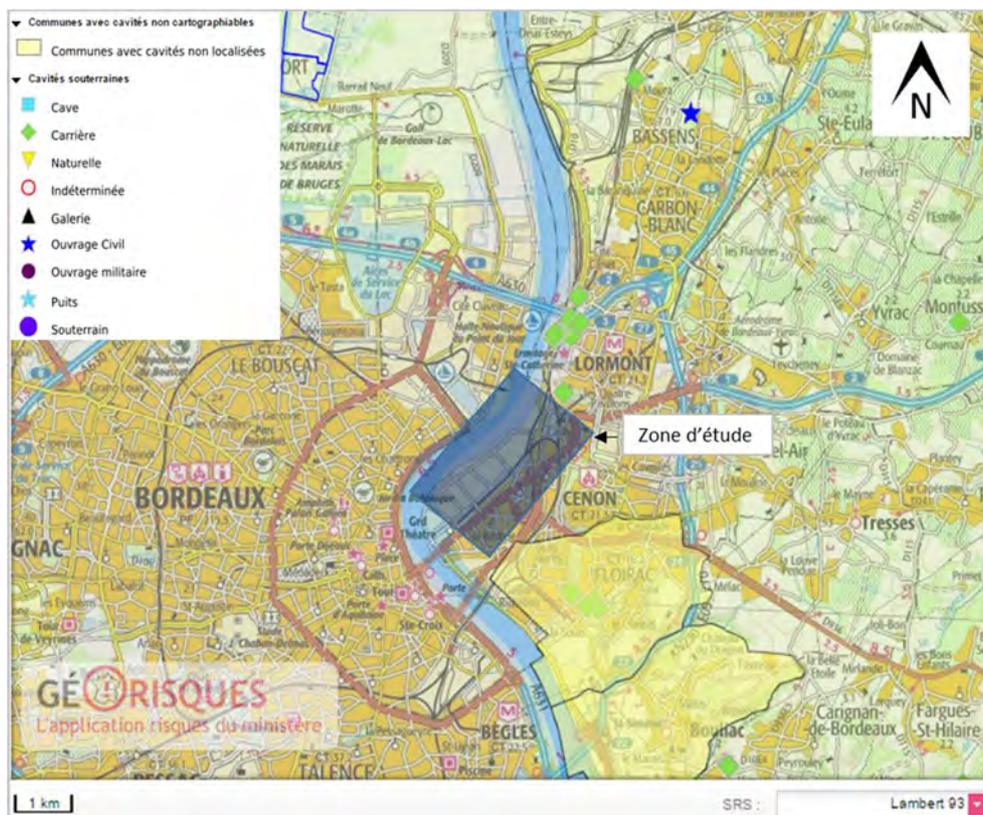


Figure 87 : Carte des risques liés à la présence de cavités (source : Géorisques)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

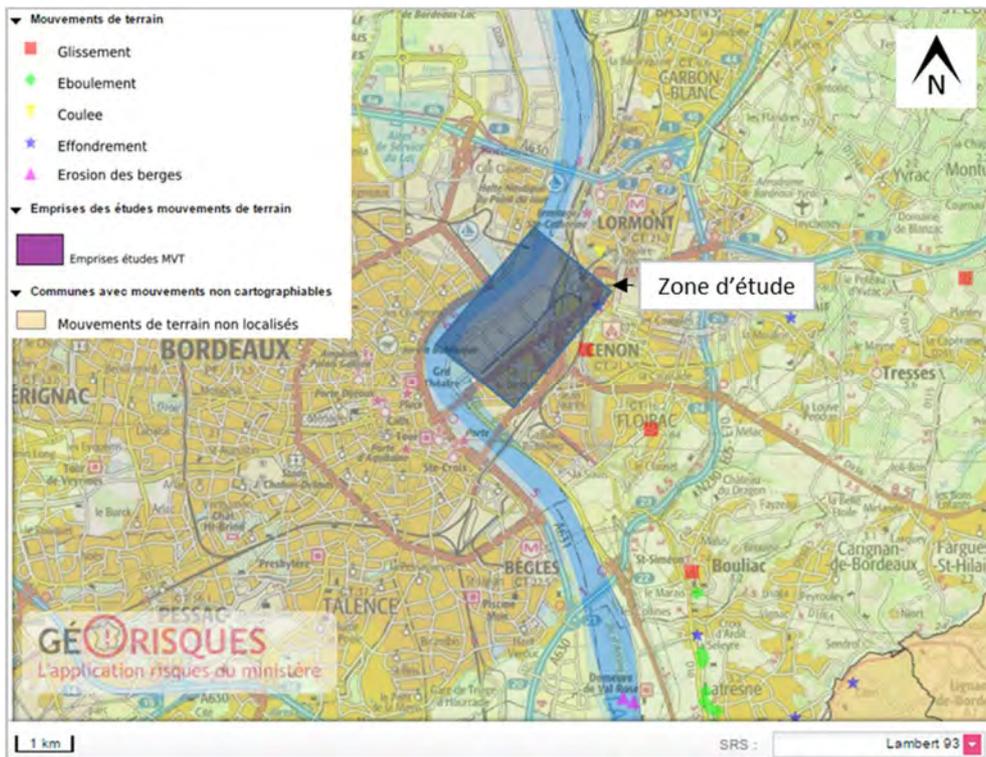


Figure 88 : Carte des risques liés aux mouvements de terrain (source : Géorisques)

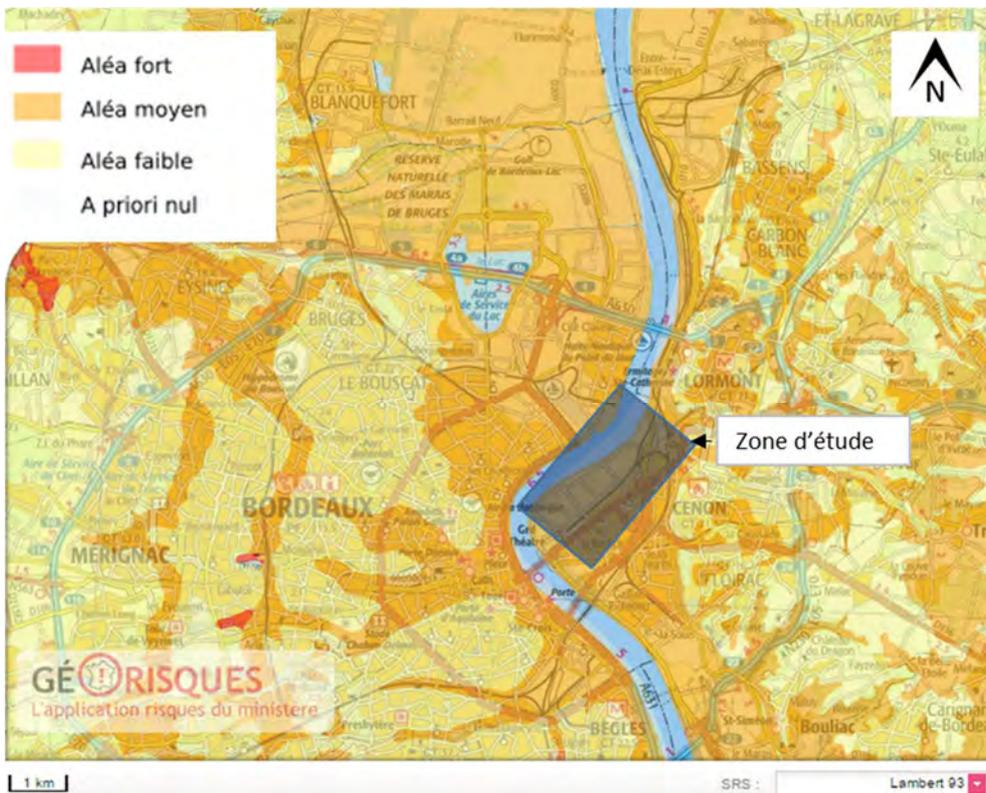


Figure 89 : Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles (source : Géorisques)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Inondation

La loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles donne aux métropoles une compétence en matière de Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI). Depuis le 1er janvier 2016, Bordeaux Métropole est devenue pleinement compétente en la matière.

Les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon sont toutes trois comprises dans un Territoire à Risques important d'Inondation – TRI.

Le risque sur ces territoires est double :

- ▷ Le débordement des fleuves Garonne et Dordogne ;
- ▷ L'effet d'épisodes pluvieux combiné à un sol très imperméabilisé.

La qualification d'un territoire en TRI engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de la réduction du risque inondation. Le TRI engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de la réduction du risque d'inondation. Le TRI de Bordeaux a été retenu au vu des enjeux liés aux débordements de la Garonne et aux risques de submersion marine. Le TRI de Bordeaux a été approuvé le 3 décembre 2014, il est à noter que 20 communes de Bordeaux métropole sont concernées par le territoire du TRI (sur 28 communes au total).

La carte ci-après localise les territoires du TRI.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

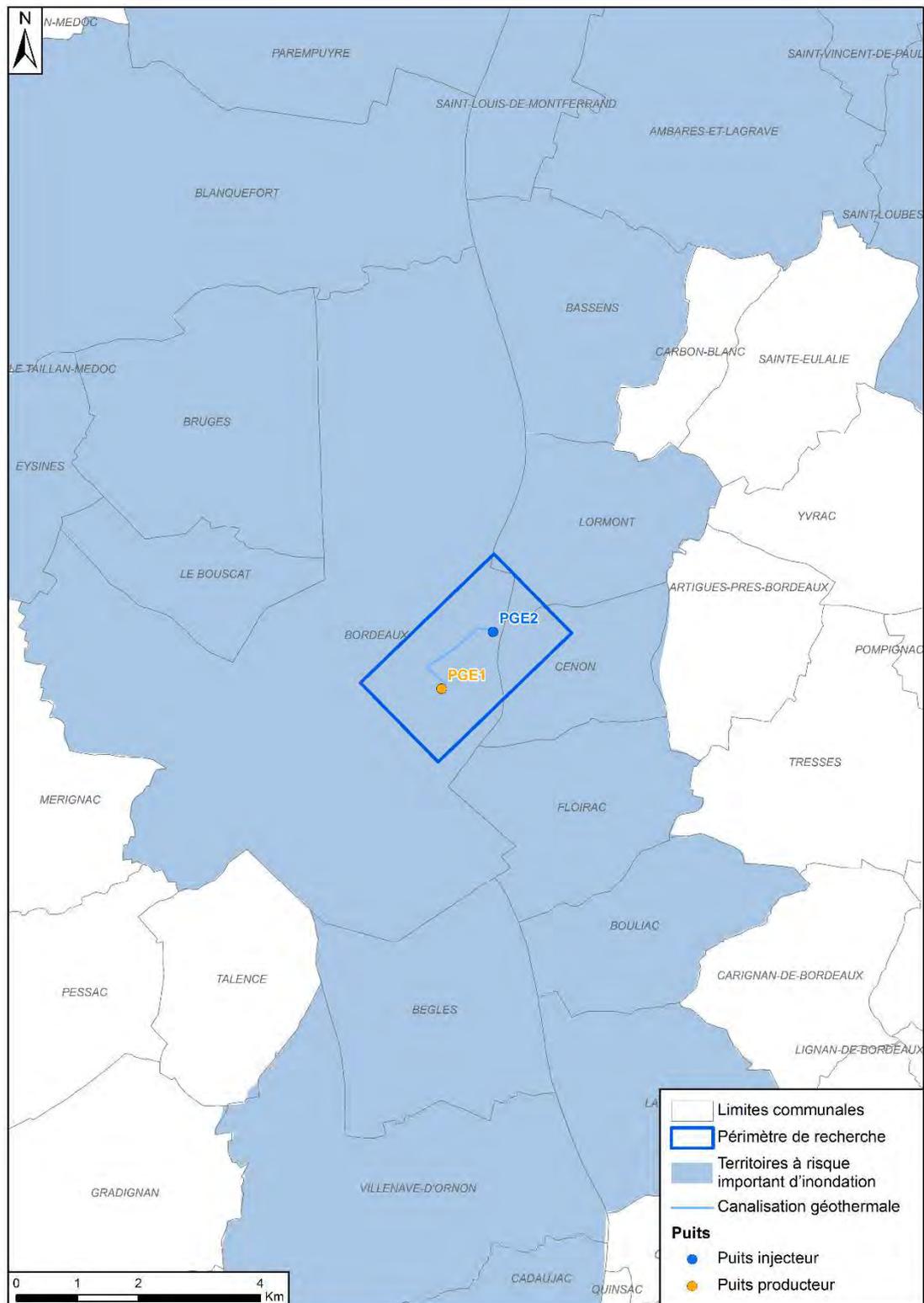


Figure 90 : Localisation des territoires à risque important d'inondation (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Plusieurs plans et programmes sont à l'œuvre sur ce territoire pour lutter contre ces risques :

- ▷ Le PGRI Adour-Garonne : plan de gestion contre le risque inondation. Un PGRI est la concrétisation française de la directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques inondation.
- ▷ La SLGRI : stratégie locale de gestion du risque inondation.
- ▷ Le PPRI : plan de prévention des risques inondation. Créés en 1995 par la Loi Barnier, les PPRI sont régis par le Code de l'Environnement. Ils visent à établir une cartographie des risques, et d'interdire, limiter ou de soumettre à prescription les constructions nouvelles. Le PPRI de l'agglomération bordelaise, approuvé en 2005, s'applique entre autres aux communes de Bordeaux et Cenon. La zone d'étude se situe à l'intérieur de l'emprise des crues historiques. La commune de Lormont est quant à elle incluse dans le périmètre du PPRI de la Presqu'île d'Ambés, approuvé en 2005. Son objectif est d'établir une cartographie des zones de risque et d'interdire, de limiter ou de soumettre à prescription, les constructions nouvelles. Il permet aussi de prescrire des mesures pour réduire la vulnérabilité des installations et constructions existantes. La compatibilité du projet avec le PPRI de l'agglomération Bordelaise est présentée au paragraphe 6.4. A noter que même si ce PPRI reste opposable, il ne prend pas en compte les derniers événements climatiques : la tempête 1999 et le réchauffement climatique. C'est la raison pour laquelle sa révision a été prescrite par le préfet en mars 2012.
- ▷ Le PAPI : Programme d'Actions de Prévention des Inondations. Afin de réduire la vulnérabilité au risque inondation sur son territoire, Bordeaux Métropole s'est engagée dans une stratégie globale, à l'échelle de l'estuaire, de gestion du risque inondation aux côtés du SMIDDEST (Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde), des acteurs locaux et des services de l'État à travers le dispositif de Programme d'action de prévention des inondations (PAPI). Des actions et des travaux prioritaires ont été définis dans les 6 ans à venir afin d'améliorer la prévention et la protection contre le risque inondation sur l'estuaire de la Gironde et d'obtenir des financements de l'État. Le dossier PAPI Estuaire de la Gironde 2016-2021, piloté par le Smiddest, a été labellisé le 05 novembre 2015 par la Commission Mixte Inondation (CMI). Les objectifs du PAPI sont les suivants :
 - Réduire la vulnérabilité des personnes et des biens face au risque inondation ;
 - Réduire le coût des dommages liées aux inondations ;
 - Réduire les conséquences dommageables des inondations sur la santé humaine, l'environnement, les biens et l'activité économique.

○ Remontée de nappe

Une nappe subaffleurante est présente au droit du site d'étude. La sensibilité au risque de remontée de nappe est très forte à l'est du périmètre d'étude, comme le montre la carte ci-dessous.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Figure 91 : Risques de remontée de nappe (source : SAFEGE)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ Tempête

Le seuil au-delà duquel on parle de tempête est de 89 km/h, ce qui correspond au degré 10 de l'échelle de Beaufort³⁵. Du fait de la pluralité de leurs effets (vents, pluies, vagues) et de zones géographiques touchées souvent étendues, les conséquences des tempêtes sont fréquemment importantes, tant pour l'Homme que pour ses activités ou pour son environnement. Un arrêté catastrophe naturelle pour tempête a été pris en 1982 sur les communes de Lormont, Cenon et Bordeaux.

○ Arrêtés de catastrophe naturelle

Les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon ont connu respectivement 33, 18 et 15 arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle pour les types de catastrophes suivants :

- ▷ Tempête
- ▷ Inondation et coulées de boue
- ▷ Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse
- ▷ Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols
- ▷ Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues

La liste complète des arrêtés catastrophe naturelle pour chacune des trois communes – Bordeaux, Cenon, Lormont – est présentée en Annexe 7 : Arrêtés catastrophes naturelles



Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude est située dans un territoire où les risques naturels sont nombreux : inondation, tempête ou mouvements de terrain.

4.5.2 Risques technologiques

D'après le Dossier départemental sur les risques majeurs de la Gironde, les risques technologiques suivants ont été recensés sur les communes de Bordeaux, Lormont et Cenon :

- ▷ Risques liés à l'activité industrielle (ICPE, sols pollués...) ;

- **Plan de Prévention des Risques Technologiques – PPRT** : le département de la Gironde compte à l'heure actuelle 7 PPRT. Leurs zonages ne sont pas situés à proximité de la zone d'étude.
- **Sites classés SEVESO³⁶** : aucun établissement SEVESO n'est localisé à proximité de la zone d'étude.
- **Installations classées pour l'environnement – ICPE** : elles sont présentées dans le paragraphe 4.4.9.

³⁵ Echelle de Beaufort : il s'agit d'une échelle de mesure empirique, comportant 13 degrés (de 0 à 12), de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes utilisée dans les milieux maritimes.

³⁶ La directive Seveso est le nom générique d'une série de directives européennes qui imposent aux États membres de l'Union européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, appelés « sites SEVESO », et d'y maintenir un haut niveau de prévention.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- **Sols pollués** : Par ailleurs, de nombreux anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) sont présents au droit de la zone d'étude, comme présenté dans le paragraphe 4.2.7.1 relatif à la pollution des sols.
 - ▷ Risques liés au transport de matières dangereuses.
- **Transport de matières dangereuses** : le risque de transport de matières dangereuses, ou risque TMD, est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces matières par voie routière, ferroviaire, voie d'eau ou canalisations.



Ce qu'il faut retenir...

La zone d'étude est située dans une zone industrielle. Des risques technologiques existent, notamment via la présence d'ICPE, de sols pollués et le transport de matières dangereuses.

4.6 Outils de planification du territoire

4.6.1 SCoT de l'agglomération Bordelaise

Le SCoT est un outil de planification qui coordonne les différentes politiques publiques composant la vie d'un territoire : habitats, déplacements, développement commercial, environnement, etc..., autour d'orientations communes. Cet outil de conception et de mise en œuvre permet aux communes d'un même territoire la mise en cohérence de tous leurs documents de planification.

Le SCoT doit permettre au territoire de tendre vers :

- Plus de cohérence à l'échelle d'un territoire pertinent,
- Plus de concertation en permettant aux citoyens de participer activement à la définition des projets structurants,
- Un développement durable qui combine le « développement équilibré alliant le progrès social, l'efficacité économique et la protection de l'environnement ».

La loi Grenelle II portant engagement national pour l'environnement donne une nouvelle dimension au SCoT avec :

- L'instauration de règles visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre,
- La préservation des ressources naturelles et de la biodiversité,
- La lutte contre l'étalement urbain.

Le SCoT de l'aire métropolitaine bordelaise répond à ces grands objectifs et prépare les conditions de vie des habitants à l'horizon 2030 en matière de logements, transports, zones commerciales, emplois...

Après son approbation en Comité Syndical, le dossier de SCoT a été soumis au contrôle de légalité de la Préfecture de la Gironde le 27 février 2014. Le SCoT est officiellement exécutoire depuis le Lundi 28 avril 2014.

94 communes sont concernées par ce SCoT dont les 3 communes du périmètre d'étude. Ce projet de vie concerne 950 000 habitants à l'heure actuelle pour tendre vers le 1,2 million d'habitants en 2030.

La compatibilité du projet avec le SCoT est étudiée dans le chapitre 10 de l'étude d'impact.



Ce qu'il faut retenir...

Le SCOT de l'agglomération Bordelaise s'applique sur le périmètre d'étude du projet. Ce dernier devra lui être compatible. La compatibilité du projet avec le SCoT est étudiée dans le chapitre 10 de l'étude d'impact.

4.6.2 Le plan local d'urbanisme de Bordeaux métropole (PLU3.1)

Le PLU de Bordeaux Métropole concerne le territoire des 28 communes qui la compose.

Le Plan Local d'Urbanisme a été élaboré en 2006 et depuis a fait l'objet de 8 modifications, d'1 modification simplifiée, de 39 révisions simplifiées et de 23 mises en compatibilité.

La révision du PLU et sa transformation en PLU 3.1 a été officiellement engagée par le conseil de communauté le 24 septembre 2010, cette décision faisait suite à la loi Grenelle II avec l'ambition d'y intégrer le PLH (Programme local de l'habitat) et le PDU (Plan des déplacements urbains), d'où l'appellation PLU3.1 donnée au document d'urbanisme.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Document stratégique et opérationnel, il définit, au-delà du seul droit des sols, le projet global de la Métropole dans un souci de développement durable.

Il décline les ambitions suivantes :

- Agir sur la qualité urbaine en se basant sur les équilibres ville/nature et les identités locales ;
- Composer avec la géographie et les aléas du territoire communautaire ;
- Mieux intégrer la question de l'activité économique dans la construction de la ville ;
- Poursuivre le développement d'une offre de déplacements en cohérence avec l'ambition métropolitaine ;
- Concevoir un habitat de qualité à l'échelle d'une agglomération en croissance.

4.6.2.1 Le règlement

Comme on peut le constater sur la carte ci-dessous, le périmètre d'étude est concerné par les zonages du PLU suivants :

- Zones naturelles et agricoles ;
- Zones urbaine multifonctionnelles ;
- Zones urbaines de grands équipements et services.

Plus particulièrement les forages et la canalisation géothermale seront implantés sur les zones suivantes, comme le montre la carte ci-après :

- ▷ UP66 : Bordeaux-Brazza
- ▷ UM13 : Tissus à dominante de grands ensembles et tissus mixtes
- ▷ US9 : zone économique généraliste (sans commerce)
- ▷ US3 : industrie et plateforme logistique
- ▷ Ne : zone naturelle accueillant des équipements d'intérêt collectif

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

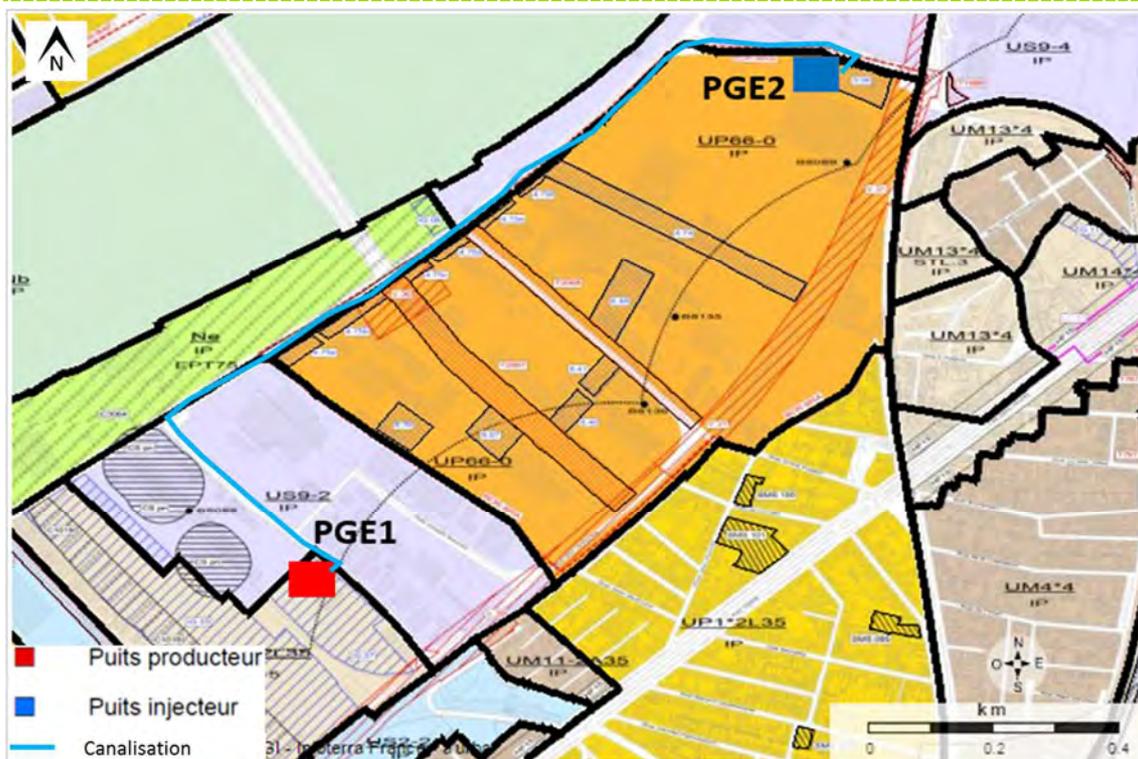


Figure 92 : Zonage du PLU au droit des puits PGE1 et PGE2 (source : PLUS - sig Bordeaux Métropole)

Ce qu'il faut retenir...

Les puits géothermiques sont implantés sur les zones UP66, UM13, US9, US3 et Ne du PLU3.1 de Bordeaux Métropole. Le projet devra respecter les règlements de ces zones.

4.6.2.2 Les servitudes

Comme présenté dans la figure ci-après (cf. Figure 93), la zone d'emprise du forage PGE1 n'est concernée par aucune servitude d'utilité publique.

La zone d'emprise du forage PGE2 et le tracé de la canalisation sont concernés par les servitudes liées aux transmissions radioélectriques (PT2-ZS).

A noter que le périmètre d'étude comprend également des zones de servitudes relatives aux monuments historiques. Cependant les périmètres de protection des monuments historiques n'interceptent pas les zones d'implantation de forages.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

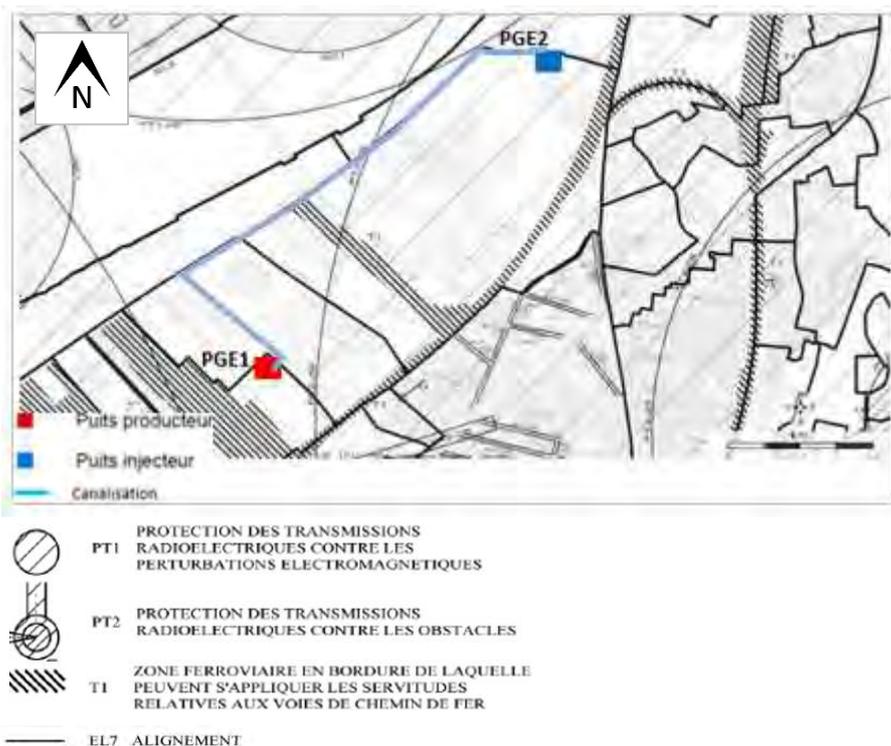


Figure 93 : Servitudes d'utilité publique (source : PLU – sig Bordeaux Métropole)

Par ailleurs, une servitude d'utilité publique a été créée par l'article 12 de l'Arrêté préfectoral du 28 avril 2017. L'article 5.3 fait état des interdictions en l'état, c'est-à-dire des interdictions d'usage : « *Tout usage des terrains, autre que l'usage de type industriel [...] est interdit. [...] Toute utilisation de l'eau des nappes superficielle et souterraine est interdite au droit du site. Tout forage est interdit à l'exception des piézomètres existants [...]* ».

L'article 9.1 relatif aux modifications d'usage, précise que :

« *Tout projet d'intervention remettant en cause les conditions de remise en état des terrains, tout projet de changement d'usage des terrains défini par les présentes servitudes, toute utilisation de la nappe superficielle, ainsi que tout projet de travaux de construction ou d'aménagement mettant en cause l'intégrité des sols, par une quelconque personne physique ou morale, publique ou privée, nécessitent la réalisation, au préalable, aux frais et sous la responsabilité de la personne à l'initiative du projet concerné, d'études techniques garantissant l'absence de risque pour la santé et l'environnement en fonction des travaux projetés, conformément à la méthodologie en vigueur. Si nécessaire, la révision des présentes servitudes doit être menée. [...]* ».

Une procédure de modification des SUP est en cours afin de permettre le forage du puits PGE2 comme expliqué au 5.3.2.



Ce qu'il faut retenir...

La zone d'implantation du puits PGE2 et le tracé de la canalisation sont concernés par une servitude d'utilité publique relative à la protection des transmissions radioélectriques contre les obstacles.

Le tracé de la canalisation est également concerné par la servitude T1 relative aux voies de chemin de fer.

Le projet tiendra compte des servitudes qui lui sont applicables.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

4.6.3 Le Programme Local de l'Habitat (PLH)

Le programme local de l'habitat de Bordeaux Métropole a été approuvé par délibération du 14 décembre 2001 puis modifié et approuvé par délibération du 13 juillet 2007.

Le PLH a depuis fait l'objet d'une révision en 2010 et est intégré au PLU3.1 de Bordeaux Métropole.

Il présente les objectifs, les orientations, les actions et es moyens pour répondre aux besoins en logements de Bordeaux Métropole afin d'assurer entre les différents territoires qui la constituent une répartition équilibrée et diversifiée de l'offre en logements.

Le programme d'action du PLH de Bordeaux Métropole se décline autour des objectifs suivants

- Promouvoir un habitat solidaire en durable ;
- Accompagner le projet d'accueil et de développement de l'agglomération ;
- Permettre à tous un parcours résidentiel choisi, de qualité et adapté aux besoins ;
- Construire une politique de l'habitat communautaire partagée.



Ce qu'il faut retenir...

Le PLH de Bordeaux métropole a pour objectif d'assurer une répartition équilibrée et diversifiée de l'offre en logements.

Il n'entraîne pas de contraintes particulières vis-à-vis du projet.

4.6.4 Le Plan de Déplacements Urbains (PDU)

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) vise à dresser un bilan de l'organisation des déplacements et à proposer un ensemble d'actions visant notamment à développer les transports collectifs ainsi que les modes de déplacement doux.

Le PDU se traduit en sept axes stratégiques :

- ▷ Réduire les émissions naissantes à la source ;
- ▷ Organiser le territoire métropolitain pour mieux maîtriser les déplacements ;
- ▷ Améliorer les transports collectifs ;
- ▷ Partager autrement l'espace public ;
- ▷ Favoriser les piétons et les cyclistes ;
- ▷ Organiser le stationnement et les livraisons ;
- ▷ Communiquer, informer et sensibiliser pour de nouveaux comportements.

A noter que le PDU est intégré au PLU 3.1.



Ce qu'il faut retenir...

Le plan de déplacements urbains de Bordeaux Métropole est intégré au PLU de la métropole bordelaise. Il vise à encourager les déplacements de proximité, sécurisés et moins polluants.

4.7 Energie

Cette thématique est abordée dans le paragraphe 3.2.1, relatif à la justification du projet au regard des sources d'énergies renouvelables.

4.8 Scénario de référence

Conformément au 3° de l'article R122-5 du Code de l'Environnement, relatif au contenu des études d'impacts, la présente étude doit contenir « *une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet, dénommée scénario de référence, et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations en environnementales et des connaissances scientifiques disponibles.* »

- L'état actuel de l'environnement a été présenté tout au long de l'état initial ;
- Le scénario de référence est présenté en partie 5 – Analyse des effets du projet sur l'environnement
- L'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet est quant à elle présentée en partie 8.

4.9 Synthèse des enjeux de l'état initial

Au regard de l'état initial exposé et sans présager des effets du projet sur l'environnement, le tableau suivant présente les principaux enjeux intrinsèques pressentis sur le territoire.

Cette synthèse des enjeux environnementaux permet de hiérarchiser les thématiques qui doivent être particulièrement prises en compte dans la conception du projet et l'analyse des effets.

Les différents éléments de l'environnement abordés possèdent un enjeu lorsque, compte tenu de leur état actuel, une partie de leurs caractéristiques ou de leur fonction présente une valeur au regard de préoccupations écologiques, urbanistiques, patrimoniales, culturelles, sociales, esthétiques, économiques, etc. Ces éléments ont donc été appréhendés de par leur valeur intrinsèque indépendamment du projet.

Dans un second temps, la sensibilité du projet vis-à-vis de ces enjeux a été appréciée. Par exemple, le projet possèdera une plus forte sensibilité vis-à-vis d'un élément faisant peser sur lui une forte contrainte architecturale, qu'un élément n'ayant pas de conséquences notables sur son déroulement. Cette sensibilité a été traduite par des points de vigilance présentés dans le tableau ci-après.

L'échelle de couleur utilisée pour qualifier l'enjeu est présentée ci-dessous :

Enjeu Faible
Enjeu Moyen
Enjeu Fort

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 32 : Synthèse de l'état initial (source : SAFEGE)

DIMENSIONS	DOMAINES	Synthèse des enjeux de l'état initial	Enjeu	Sensibilité du projet/ Points de vigilance
ENVIRONNEMENT PHYSIQUE	Topographie et relief - Le sol	La zone d'étude se situe dans une plaine au relief peu marqué.		Pas de sensibilité particulière.
	Contexte climatique	Le climat est de type océanique.		Pas de sensibilité particulière.
	Contexte géologique - hydrogéologique	La zone d'étude est située au sein de la plaine alluviale de la Garonne. Elle repose sur des formations alluvionnaires récentes datant du quaternaire.		Le projet devra prendre en compte la nature des sols lors de la réalisation des travaux.
	Hydrologie	La Garonne est située dans le périmètre d'étude. Les forages sont implantés en rive droite de la Garonne.		Le projet ne devra pas aller à l'encontre des objectifs de qualité de la Garonne.
	Documents cadres et réglementaires du milieu aquatique	Un SDAGE et deux SAGE sont en application sur l'aire d'étude.		Le projet devra être compatible avec les documents cadres et réglementaire du milieu aquatique.
	Pollution des sols	Des pollutions des sols ont été identifiées dans les remblais : des actions de dépollution ont été entreprises par les anciens sites industriels.		Le projet devra s'assurer de la bonne gestion des déblais pollués.
ENVIRONNEMENT NATUREL (ESPACES NATURELS)	Espaces d'inventaires	Plusieurs ZNIEFF sont situées dans le périmètre d'étude.		Les enjeux faunistiques et floristiques seront pris en compte lors des travaux et de l'exploitation.
	Espaces protégés	La Garonne est classée en zone Natura 2000 (FR7200700).		Le projet fera l'objet d'une notice d'incidence Natura 2000. La qualité des eaux de la Garonne devra être préservée au regard des objectifs du DOCOB.
	Faune et flore	Plusieurs milieux répartis sur l'ensemble de l'aire d'étude présentent des enjeux écologiques faibles à moyens. D'un point de vu floristique les enjeux sont forts du fait de la présence d'une flore patrimoniale. Concernant la faune les enjeux écologiques sont faibles à moyen.		Ces milieux devront faire l'objet d'une attention particulière afin de maintenir leurs différents intérêts floristiques et fonctionnels identifiés sur le terrain.
	Zone humide	Les zones humides présentes au niveau de PGE2 ont été détruites par les travaux de réhabilitation de l'ancienne usine SOFERTI.		Pas de sensibilité particulière
	Paysage	Le paysage est marqué par le passé industriel de la zone d'étude.		Une vigilance particulière devra être apportée à l'intégration paysagère du secteur.
ENVIRONNEMENT HUMAIN (BIENS MATERIELS)	Occupation du sol	La zone d'étude est située dans un contexte très urbanisé.		Pas de sensibilité particulière.
	La population	Bordeaux Métropole regroupe 28 communes pour près de 750 000 habitants. Plusieurs établissements accueillant du public sensible sont situés dans le périmètre d'étude.		Les travaux seront réalisés de manière à minimiser au maximum la gêne pour les riverains.
	Le bruit	Le contexte urbain/industriel et la présence de voies de communication diverses (routières, ferroviaires), contribuent à faire de la zone d'étude un secteur avec une ambiance sonore marquée.		Le projet devra respecter la réglementation en matière de nuisances acoustiques.
	L'Air	La qualité de l'air est caractéristique du contexte urbain.		En phase chantier il faudra veiller à limiter la pollution par les poussières.
	Patrimoine culturel, historiques et archéologique	Aucun site inscrit ou classé n'est situé dans le périmètre d'étude. A contrario plusieurs monuments historiques sont présents, cependant aucun périmètre de protection n'intercepte les zones d'emprises des forages. Deux zones de protection archéologiques sont interceptées par le périmètre d'étude. Le périmètre du projet est situé dans une zone d'attention patrimoniale et comprend un secteur inscrit au patrimoine mondial.		Une vigilance particulière devra être apportée à l'intégration paysagère du secteur ainsi qu'à la limitation des nuisances visuelles durant les travaux.
	Voies de communication	Le périmètre d'étude dispose d'une bonne accessibilité. La zone est desservie par la ligne A du tramway ainsi que par de nombreux bus.		Pas de sensibilité particulière
RISQUES	Risques naturels	Le périmètre d'étude est soumis au risque inondation. Le PPRI (Plan de Prévention du Risque Inondation) de l'agglomération bordelaise a été approuvé le 7 juillet 2005.		Le projet devra être compatible avec le PPRI en vigueur
	Risques technologiques	Le projet est hors de tout périmètre de PPRT (Plan de Prévention des Risques Technologiques) approuvé, donc il n'est pas concerné par les risques technologiques.		Pas de sensibilité particulière
OUTIL DE PLANIFICATION DU TERRITOIRE	-	Bordeaux métropole dispose d'un PLU comprenant un plan local de l'habitat et un plan de déplacements urbains.		Le projet devra être compatible avec les documents réglementaires et de planification urbaine.
ENERGIE	-	La géothermie et l'énergie solaire constituent des sources d'énergie adaptées à la zone d'étude.		Pas de sensibilité particulière : le projet en lui-même participe aux objectifs de développement des énergies renouvelables

5 ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES

Le présent chapitre porte sur l'évaluation des effets, positifs ou négatifs, du projet sur les milieux physique, naturel et humain. Il présente également les mesures envisagées pour éviter, réduire ou compenser ces effets s'ils sont négatifs.

Les effets seront systématiquement séparés en deux catégories :

- ▷ Les effets temporaires dus à la phase de travaux ;
- ▷ Les effets permanents dus à la phase exploitation.

Les mesures mises en place sont de différentes natures :

- **ME** : Mesures d'évitement : une mesure d'évitement modifie un projet afin de supprimer un impact négatif identifié ;
- **MR** : Mesures de réduction : une mesure de réduction vise à réduire autant que possible la durée, l'intensité et/ou l'étendue des impacts qui ne peuvent être totalement évités ;
- **MC** : Une mesure compensatoire a pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables du projet qui n'ont pas pu être évités ou suffisamment réduits ;
- **MA** : Mesures d'accompagnement : il s'agit de mesures mises en place en complément des mesures de la « séquence éviter-réduire-compenser » et permettant d'améliorer les performances environnementales du projet.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.1 Phasage des travaux

Le chantier de la boucle géothermale dans sa globalité (comprenant les forages, la construction de la canalisation et l'implantation des pompes) est quant à lui prévu entre octobre 2018 et décembre 2019. Les chantiers de forage des puits PGE1 et PGE2 se dérouleront sur une période de 9 mois, entre octobre 2018 et juillet 2019 cette période peut toutefois potentiellement se décaler en fonction des aléas du planning global du projet PGE1.

Le Tableau 33 présente le calendrier détaillé des travaux. Il s'agit d'un **calendrier prévisionnel** ; les dates sont susceptibles d'évoluer.

Les travaux seront similaires pour chacun des deux forages PGE1 et PGE2. Ils consisteront notamment en :

- ▷ Une phase de génie civil pour la mise en place de la plateforme autour du puits. Celle-ci permet la circulation des engins de chantier. Son organisation est présentée dans le paragraphe 5.2.1 ;
- ▷ Une étape d'installation du RIG de forage : il s'agit de l'appareil de forage, implanté au-dessus du puits et servant à supporter l'équipement, et à faire monter et descendre des matériaux ;
- ▷ Une étape de forage du puits ;
- ▷ Une étape d'analyse des résultats du forage, incluant une analyse de la qualité des eaux pompées ;
- ▷ Une dernière étape de génie civil pour retirer la machine de forage et l'ensemble des équipements de chantier et réaménager la plateforme pour la phase exploitation.

A ces travaux s'ajoutent le chantier de la canalisation et de la pompe de réinjection.

En cas de mise en place de la solution de repli, le calendrier restera inchangé.

Tableau 33 : Calendrier prévisionnel des travaux (source : Storengy/SAFEGE)

	2018			2019									
	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	...	Déc.
Génie civil plateforme PGE1	■												
Installation rig PGE1					■								
Forage PGE1					■	■							
Résultat du forage PGE1							■						
Génie civil finition PGE1							■	■					
Génie civil plateforme PGE2			■	■	■								
Installation rig PGE2							■						
Forage PGE2							■	■					
Résultat du forage PGE2									■				
Génie civil finition PGE2									■	■			
Travaux canalisation				■	■	■	■	■	■	■			
Travaux pompe de réinjection											■	■	■

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Avant le démarrage du chantier de forage, il sera engagé des travaux de génie civil de terrassement (s'étalant sur 4 mois environ) en vue de la future configuration de la plateforme de chantier.

Les travaux relatifs aux forages sont de courte durée. Ils comprennent :

- Une étape de travaux de génie civil (de quelques semaines) nécessaires à la préparation de la plateforme qui accueillera l'ensemble des équipements, la machine de forage et la réalisation d'un avant-trou de quelques dizaines de mètres.
- Une étape dédiée aux travaux de forage proprement dits (de 2 mois environ), incluant le montage et le démontage de la machine.
- Une étape de travaux de génie civil de fin de chantier (de quelques jours à quelques semaines), nécessaire pour mettre en forme la plateforme en phase exploitation. Ces travaux durent quelques jours mais s'étalent sur une période de 2 semaines.



Ce qu'il faut retenir...

Les chantiers de forage auront lieu entre octobre 2018 et juillet 2019. A noter, le chantier de forage du puits PGE2 s'enchaînera à celui du chantier de forage de PGE2.

5.2 Organisation générale du projet

5.2.1 Organisation générale du chantier

Le chantier de forage fonctionnera 24 heures sur 24, et sera éclairé en conséquence de jour comme de nuit pour des raisons de sécurité. Le site sera également gardienné et clôturé. Les mesures mises en place pour éviter ou réduire les effets de l'organisation du chantier sont présentées dans les paragraphes 5.3 à 5.5.

Un plan du chantier, avec notamment l'indication de la position des extincteurs et des sorties de secours, sera établi et transmis à l'administration conformément à la réglementation en vigueur.

Le chantier, et en particulier l'installation de la plateforme, nécessitera l'emploi d'entre 15 et 20 personnes.

Par ailleurs, un plan général de coordination (PGC) sera réalisé en amont du chantier en application du code du Travail et un Plan de Prévention (PP) sera également réalisé en application du code Minier.

La Figure 94 présente le schéma type d'implantation du chantier.

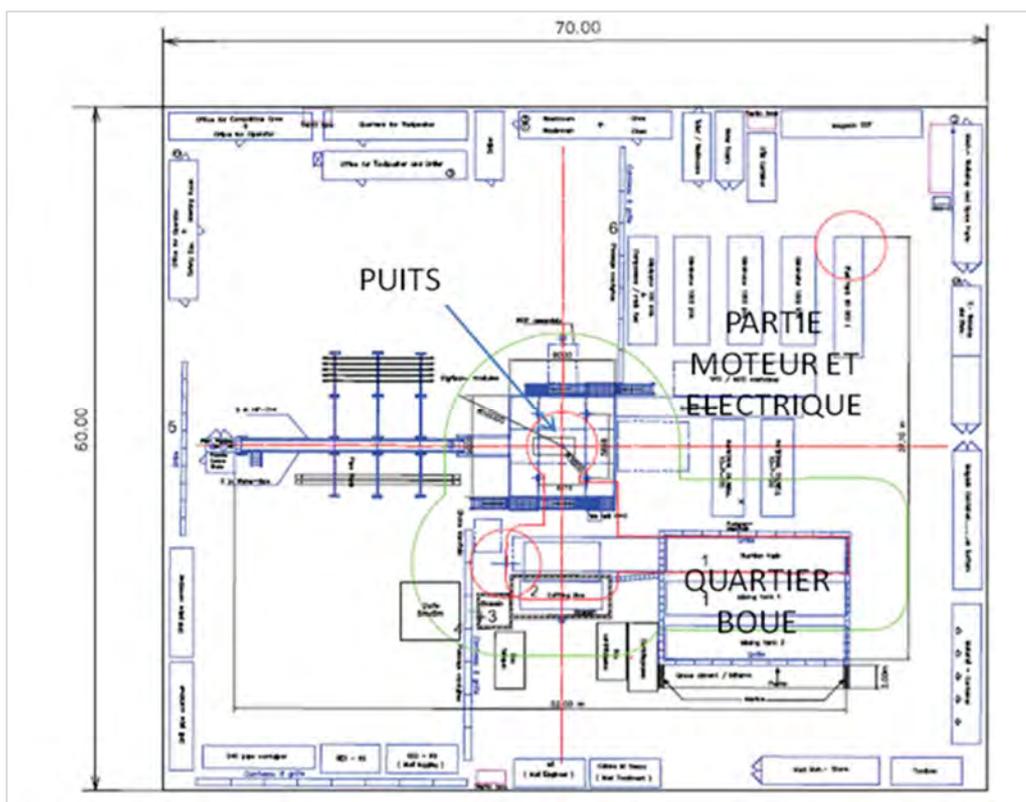


Figure 94 : Schéma type d'implantation d'un chantier (source : Storengy)

Ce qu'il faut retenir...

Le gardiennage et le clôturage du chantier assurera la mise en sécurité du chantier. Un plan général de coordination sera rédigé.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.2.2 Organisation générale de l'exploitation

- **MR01** – Surveillance et maintenance de la boucle géothermale : la boucle géothermale fera l'objet d'une surveillance et d'un plan de maintenance spécifiques prescrits par l'Arrêté préfectoral qui sera délivré en fin de forage, suite à l'instruction du dossier Permis d'exploiter (PEX) sur :
 - ▷ Le puits de production PGE1 ;
 - ▷ Le puits d'injection PGE2 ;
 - ▷ Les pompes ;
 - ▷ La canalisation entre les puits PGE1 et PGE2.

L'exploitant réalisera un suivi des installations afin de garantir le pilotage des installations et d'assurer la maintenance préventive. Le suivi comprendra le contrôle du fonctionnement du doublet géothermique et le contrôle des équipements de production de la boucle. Le contrôle de l'exploitation, la surveillance et la maintenance de la boucle géothermale envisagés sont détaillés dans le chapitre III du deuxième volet du dossier PER DOTEX intitulé « *Méthode de recherche et d'exploitation envisagée* ».

Une fois les travaux de forage réalisés, l'emprise au sol sera réduite autour de la tête de puits. Pour les opérations de maintenance du puits et les campagnes de mesures réglementaires, un accès d'une largeur minimale de 5 mètres et d'un rayon de 15 m autour de la tête de puits permettra l'intervention de machines adaptées et d'équipements amovibles.

Ci-dessous les emprises travaux autour des futurs puits en phase chantier de forage (en pointillé bleu) et autour des futurs puits en phase exploitation (en vert). L'aire d'intervention verte de 2000m² ne doit pas faire l'objet de construction, de plantation de façon à permettre l'intervention ultérieure d'une machine de forage si nécessaire.

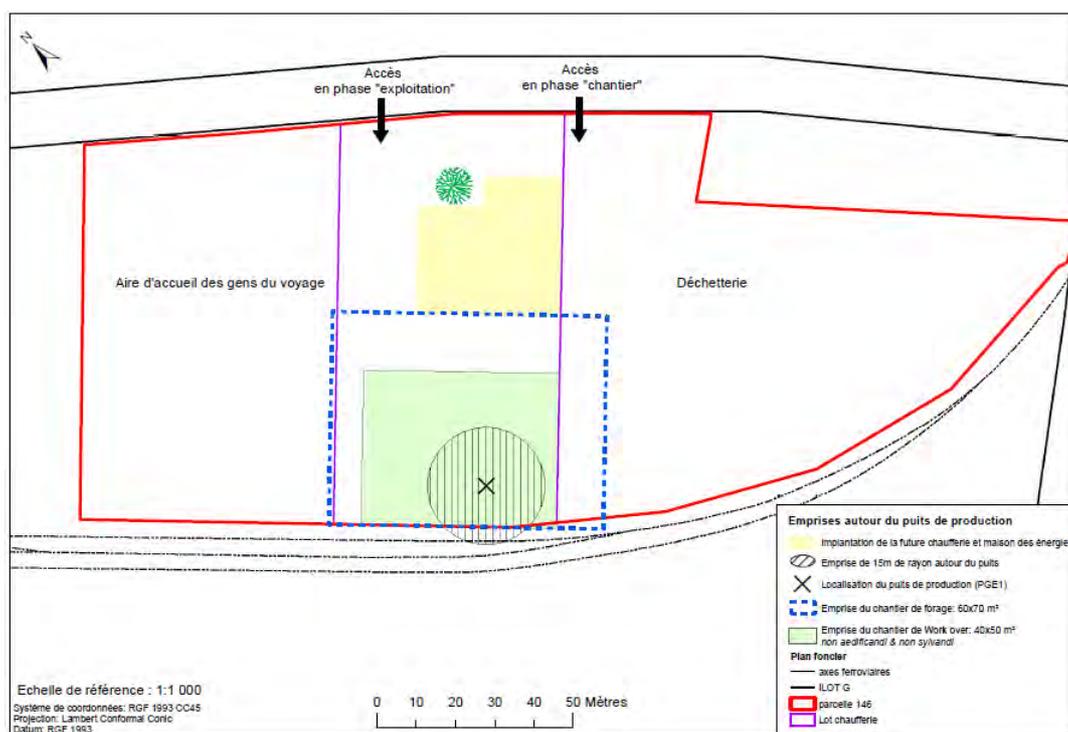


Figure 95 : Emprise des travaux autour du puits PGE1 lors du chantier de forage (source : Storengy)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

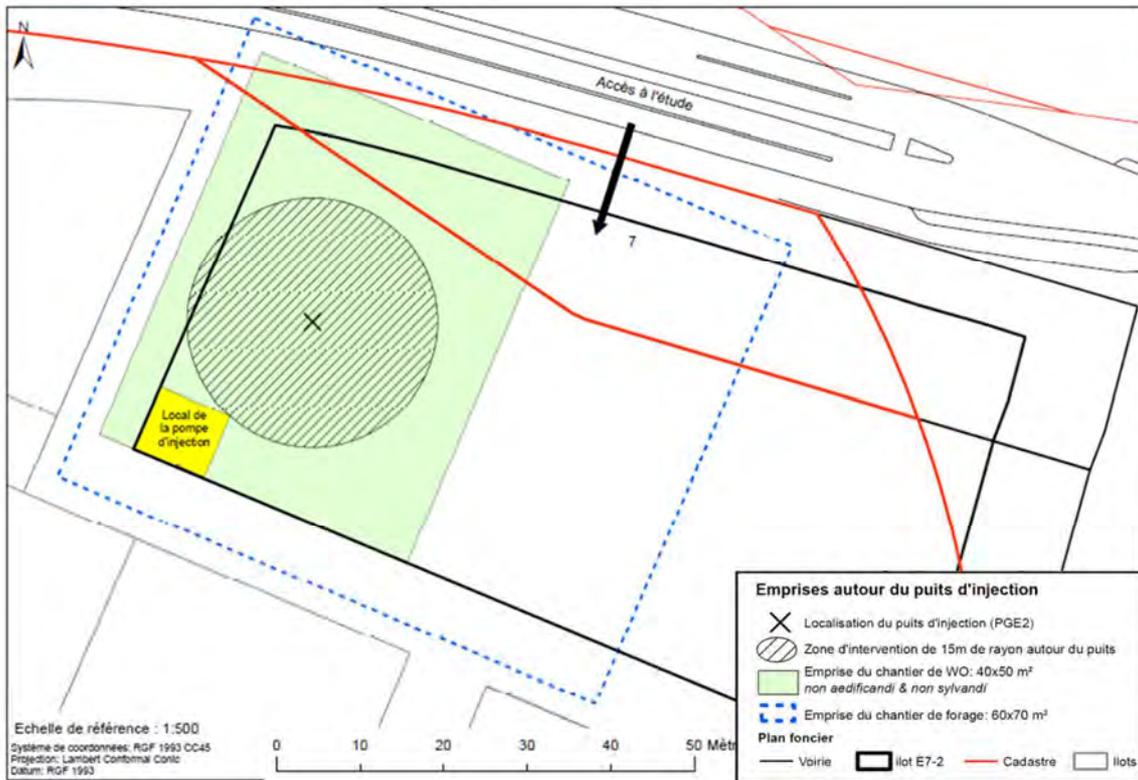


Figure 96 : Emprise des travaux autour du puits PGE2 lors du chantier de forage (source : Storengy)

Ce qu'il faut retenir...

Un plan de maintenance sera réalisé selon les prescriptions de l'Arrêté préfectoral.

5.3 Effets sur l'environnement physique et mesures associées

5.3.1 Sol et sous-sol

5.3.1.1 Effets temporaires et mesures associées

Des travaux de terrassement préalables aux travaux de forage auront lieu, de manière à permettre la circulation des engins de chantier et l'implantation des équipements. Une cave enterrée de 3*3*4.5 m sera également réalisée au niveau de la future implantation de la tête de puits pour accueillir la machine de forage. La technique de forage utilisé assurera l'intégrité du sous-sol de façon à éviter tout risque de pollution.

Ce qu'il faut retenir...

Des travaux de terrassement sont nécessaires. L'effet sur le sol est considéré comme négligeable.

5.3.1.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, le projet n'a pas d'effet sur les sols. En effet, l'emprise au sol sera réduite autour de la tête de puits à une surface permettant les opérations de maintenance.

L'architecture des forages réalisée dans les règles de l'art assurera leur étanchéité. Les ouvrages feront l'objet d'une surveillance de manière à éviter tout risque de pollution vers le milieu extérieur.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'a pas d'effet sur le sol et le sous-sol en phase exploitation.

5.3.2 Risques de pollution du sol

5.3.2.1 Risques vis-à-vis de la pollution actuelle du sol et mesures associées

Comme indiqué dans l'état initial, le puits de production PGE2 se situe sur l'ancien site industriel de SOFERTI.

Une servitude d'utilité publique interdisant tout forage a été créée dans son périmètre par Arrêté préfectoral suite aux préconisations faites par l'exploitant BURGEAP.

BURGEAP indique que seules les eaux souterraines circulant dans les remblais superficiels sont concernées par une vulnérabilité et doivent normalement faire l'objet d'une servitude d'utilité publique.

Il est à souligner que les eaux souterraines s'écoulant dans les remblais du site ne constituent pas une ressource en eau susceptible d'être exploitée. Quant à la nappe présente dans les alluvions sableuses profondes de la Garonne, elle est protégée des infiltrations depuis la surface par un horizon imperméable de forte épaisseur.

Les nappes concernées par les forages se situent à une profondeur d'environ 1600m au Jurassique et d'environ 800m pour la solution de repli au Crétacé en cas d'échec : les risques de pollution sont moindres. Les matériaux utilisés et les mesures mises en place pendant et à l'issue des travaux de forage garantiront l'évitement de tout transfert de pollution dans les nappes traversées et/ou exploitées. En fin de réhabilitation, la seule voie d'exposition résiduelle est l'inhalation de composés se volatilissant depuis le sous-sol.

L'étude de pollution présentée dans le paragraphe 4.2.7.3, et réalisée dans le secteur du projet, conclut que des travaux de dépollution ne sont pas à prévoir. Les concassés du site utilisés pour le confinement de surface sont compatibles avec l'usage futur du site.

Les cibles potentiellement exposées sont les adultes travaillant sur place et, dans une moindre mesure, le public fréquentant ponctuellement la zone d'activités.

Pour rappel, une procédure de modification de la servitude est actuellement en cours afin de permettre le forage du puits PGE2.

A. En phase chantier

A partir des dernières analyses de sol réalisées en 2017 par le bureau ARCAGEE, des préconisations ont été émises. La phase chantier concernée par ce risque de transfert et d'inhalation de pollution est celle qui concerne essentiellement le terrassement et l'avant-trou. Une fois ces étapes réalisées, une plateforme sera érigée et assurera une isolation vis-à-vis de la pollution existante. Dans le respect des préconisations et afin d'éviter tout risque lié à la pollution du sol présente au droit du futur puits PGE2, les mesures suivantes seront mises en place :

- **ME01** - Confinement des matériaux pollués : les matériaux non inertes seront confinés sous les bâtiments ou les voiries. Il s'agit notamment des sols superficiels. En cas d'évacuation, ils seront envoyés vers une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND).
- **ME02** – Cuvelage de l'avant-trou : un avant-trou sera foré sur 50 mètres de profondeur en 30 pouces³⁷ environ de diamètre. Un cuvelage sera mis en place et cimenté dans cet avant-trou. Cette disposition permettra d'éviter tout transfert de pollution entre les différentes couches superficielles et profondes, et les aquifères.

³⁷ 1 pouce équivaut à 2,54cm. Le cuvelage sera donc d'environ 66cm de diamètre.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

○ **ME03** – Cimentation adaptée au terrain : le ciment utilisé sera adapté au terrain, notamment en termes d'acidité.

MR02 – Protection des travailleurs du chantier : les travailleurs amenés à intervenir sur le terrassement et l'avant-trou devront porter des équipements de protection adaptés au travail sur sols pollués (de type gants, lunettes de protection, combinaisons...).

B. En phase exploitation

En phase exploitation, les risques de pollution liés à la pollution existante du sol seront neutralisés par les matériaux utilisés, empêchant tout contact entre les eaux prélevées et le sol.

Par ailleurs, le piézomètre existant au niveau de PGE2 sera préservé en phase chantier et en phase exploitation, comme le montre la figure ci-dessous :



Figure 97 : Localisation du piézomètre existant sur PGE2 (source : Storengy)

Ce qu'il faut retenir...

Les travaux de forage du puits PGE2 nécessitent de forer dans des remblais pollués ou potentiellement pollués. L'architecture des forages permettra d'éviter tout transfert de pollution.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.3.2.2 Risques liés au projet et mesures associées

Le risque de pollution accidentelle sera contrôlé et endigué par les équipements installés sur les plateformes.

A. En phase chantier

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront mises en place :

- **ME04** – Mise en place d'une plateforme d'une surface de 4000 m² environ, destinée à recevoir les installations de la machine de forage. Un schéma de principe est présenté en Figure 94. Elle est notamment constituée de :
 - ▷ Une aire d'environ 70 mètres de longueur et 60 mètres de largeur, en grave ciment sur l'ensemble de la surface qui sera occupée par le chantier de forage.
 - ▷ Une cave en béton armé au centre de laquelle est positionné le puits ;
 - ▷ Un petit bassin destiné à recueillir les eaux de ruissellement de la plateforme ainsi que les déchets liquides provenant du forage ;
 - ▷ Eventuellement un borbier étanche, qui peut être utilisé comme bassin tampon au moment des essais de production. Ce borbier peut aussi être remplacé par un container de surface.
- **ME05** – Stockage des produits potentiellement polluants : Les citernes de carburant, les barils d'huile et tout autre produit polluant seront stockés dans des bacs étanches de rétention, permettant de recueillir la totalité du volume des contenants en cas de fuite. Les produits de vidange seront évacués dans un site de traitement adéquat. Comme pour les matériaux dangereux, ces conditions de stockages permettent d'éviter une pollution en cas d'inondation.
- **MR03** – Usage de kits antipollution : en cas de pollution accidentelle sur le chantier, des kits antipollution seront utilisés. Il s'agit de kits d'intervention rapide en cas de pollution liquide. Le fait de placer des kits anti-pollution à proximité de zones à risques, permet d'avoir une grande réactivité en cas de déversement de liquides dangereux. Un kit anti-pollution est généralement composé de feuilles absorbantes, utilisées pour de petites quantités de liquides à absorber sur de faibles superficies, d'une paire de gants, afin que l'opérateur puisse intervenir en toute sécurité, de boudins absorbants permettant de circonscrire la zone polluée et de coussins absorbants, permettant de capturer de plus gros volumes de liquides sur une surface réduite.
- **ME06** – Tête de puits équipée de BOP : Un équipement de bloc d'obturation de puits – BOP (obturateurs de sécurité) sera mis en place sur chaque tête de puits permettant une fermeture d'urgence en toutes circonstances pendant les phases de forage des niveaux potentiellement éruptifs. L'artésianisme du puits pourra être contrôlé par injection de boue sous pression, ou de saumure de densité appropriée, par un piquage latéral de la tête de puits.
- **ME11** – En cas de déversement accidentel (fuite) de fluide géothermique, l'eau géothermique sera confinée dans la cave et pompée à l'aide d'une pompe vide cave présente à demeure

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

puis évacuée vers le réseau d'eau pluvial ou d'assainissement. La contenance de la cave permet de stocker jusqu'à 40.5 m³ de fluide. Ainsi, le gestionnaire sera averti en début de fuite, au minimum 7 jours avant le déversement dans le réseau. Ce rejet se fera conformément à la convention de rejet (projet de convention en annexe 10).

B. En phase exploitation

Si les opérations de maintenance impliquent l'usage de matériaux polluants ou potentiellement polluants, les mesures **ME05**, **MR03** et **ME11** seront alors mises en place.



Ce qu'il faut retenir...

Des mesures seront mises en place afin d'éviter toute pollution accidentelle sur le chantier. En phase exploitation, le projet n'a pas d'effet négatif sur le risque de pollution du sol.

5.3.3 Climat

5.3.3.1 Effets temporaires et mesures associées

Les engins de chantier seront générateurs de gaz d'échappement, parmi lesquels le dioxyde de carbone (CO₂), du monoxyde et dioxyde d'azote (NO, NO₂), qui sont des gaz dits à effet de serre, c'est à dire qui participent au réchauffement climatique. Ces émissions sont toutefois négligeables par rapport à celles émises par le trafic sur les axes à proximité du projet. En effet, le trafic lié au chantier se limite à la circulation d'une centaine de camions répartie sur plusieurs mois alors que le trafic sur l'avenue de Thiers et le Quai de Brazza s'élève à 7000 à 11 000 véhicules par jour en moyenne (cf Figure 77).



Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'a pas d'impact significatif sur le climat en phase chantier.

5.3.3.2 Effets permanents et mesures associées

Le projet de boucle géothermale exploite une ressource locale, renouvelable et non émettrice de gaz à effet de serre.

D'autre part, le « Grenelle de l'environnement » préconise que les réseaux de chaleur soient utilisés dans la lutte contre le changement climatique. A ce titre, le projet de géothermie contribue à la lutte contre ce changement climatique.



Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet participe à la lutte contre le changement climatique.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.3.4 Vulnérabilité face au changement climatique

5.3.4.1 En phase chantier

Le changement climatique est susceptible d'une part d'augmenter l'exposition du territoire aux risques naturels (tempêtes, inondations, séismes, mouvements de terrain), et d'autre part d'engendrer des phénomènes climatiques extrêmes tels que des canicules ou des épisodes de grand froid. Les épisodes de gel, peu fréquents dans la région bordelaise, pourraient être plus fréquents et de fait gêner la circulation des camions et l'utilisation des machines. La zone d'étude est située en zone de faible risque sismique.

A noter que d'après les modélisations réalisées dans le cadre du SAGE Estuaire de la Gironde, les principales évolutions climatiques attendues dans l'estuaire sont les suivantes :

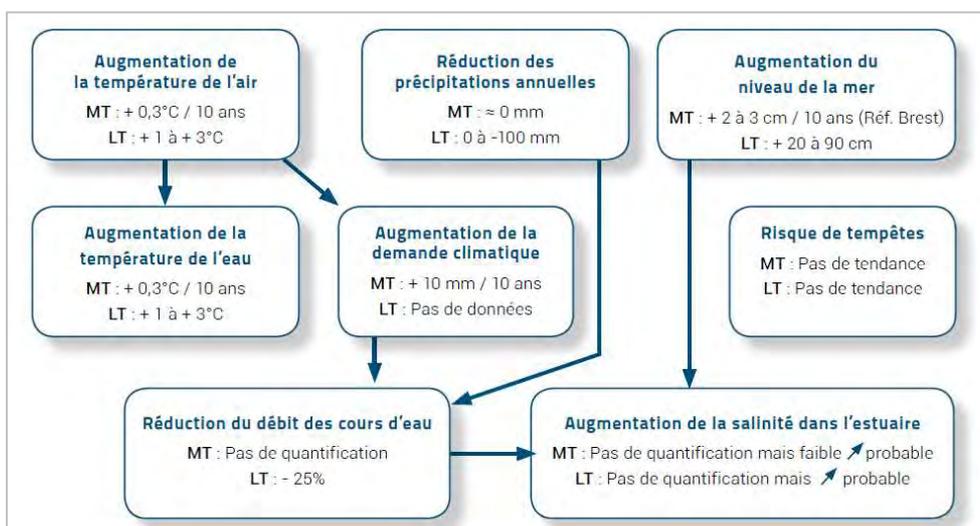


Figure 98 : Principales évolutions climatiques attendues dans l'estuaire de la Gironde à moyen terme (MT) et long terme (LT) (source : SAGE Estuaire de la Gironde)

Le chantier reste par ailleurs vulnérable en cas de tempête, inondation ou mouvement de terrain. Afin de limiter ces risques, des mesures sont mises en place pendant le chantier :

- **MR04** – Respect des prescriptions du PPRI : la zone d'étude étant classée en territoire à risque important d'inondation (TRI, cf. § 4.5.1), une attention particulière devra être portée vis-à-vis de ce risque. Pour rappel, les communes de Bordeaux et Cenon sont concernées par le PPRI de l'Agglomération bordelaise, alors que la commune de Lormont est située sur le territoire d'application du PPRI de la Presqu'île d'Ambés. Cette mesure est réglementaire. La compatibilité avec le PPRI est étudiée en détail dans la partie 6.4.
- **MR05** – Surveillance des alertes vigicrue : elle permettra notamment d'opérer un repli en cas de risque trop élevé.
- **MR06** – Mesure du vent : Les équipements seront munis d'un appareil de mesure du vent, autre que la manche à air. Aussi, une ou plusieurs manches à air seront installées en un lieu visible en tout point du chantier. Cette disposition permettra notamment l'arrêt du chantier en cas de vents jugés trop forts pour une utilisation sécurisée des machines. La limite de vent pour les interventions est fixée à 79 miles soit 127km/h selon la norme constructeur.



Ce qu'il faut retenir...

Le chantier est vulnérable au changement climatique. Néanmoins, il est de courte durée, et les changements les plus importants n'auront lieu qu'à long terme.

5.3.4.2 En phase exploitation

Les puits et la canalisation étant réalisés en souterrain, le projet n'est pas vulnérable aux risques de tempête. Par ailleurs, il est localisé en zone de risque sismique faible, il n'est donc pas vulnérable aux risques sismiques.

Le projet reste toutefois vulnérable aux risques de mouvements de terrain, notamment par retrait/gonflement des argiles, et d'inondation. Il respectera les prescriptions des PPRI comme indiqué en **MR04**.

La localisation des puits et de la canalisation en profondeur rend le projet non vulnérable aux phénomènes climatiques extrêmes comme les canicules ou les épisodes de grand froid.



Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet est peu vulnérable au changement climatique.

5.4 Effets temporaires et permanents sur l'environnement naturel et mesures associées

L'analyse des impacts sur les milieux naturels a été réalisée par le bureau d'études BKM. L'étude complète est disponible en Annexe 8 : Etude BKM

L'intensité des effets a été définie selon l'échelle suivante :

- ▷ **Très fort** : destruction ou altération d'une surface importante (ou d'un linéaire important) de l'habitat naturel au regard de la surface de cet habitat dans la zone d'étude (zone d'étude prise en considération dans l'analyse de l'état initial).
- ▷ **Fort** : destruction ou altération d'une surface relativement importante de l'habitat naturel par rapport à la surface de cet habitat dans l'aire d'étude.
- ▷ **Moyen** : destruction ou altération d'une surface significative de l'habitat naturel au sein de l'aire d'étude.
- ▷ **Faible** : destruction ou altération d'une surface relativement faible de l'habitat naturel au sein de l'aire d'étude.
- ▷ **Très faible/négligeable** : Peu de destruction ou d'altération d'une composante du milieu naturel ou peu de changement de la répartition de l'espèce considérée sur la zone d'étude ou en périphérie du site.
- ▷ **Positif** : Le projet crée une nouvelle composante du milieu naturel favorisant la présence de l'espèce considérée.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.4.1 Habitats naturels et flore

5.4.1.1 Effets temporaires et mesures associées

Les travaux d'arrachage de la végétation en place, de terrassement, et d'aménagement du site pourront porter atteinte aux habitats naturels et à la végétation en limite d'emprise, en provoquant un écrasement de la végétation en place, un tassement du sol. Le stockage et le stationnement des engins de chantier, des matériaux de construction et des lieux de vie du personnel peuvent également dégrader les habitats et la flore en présence.

Les habitats à proximité immédiate de l'emprise du projet correspondent à des friches herbacées et des groupements pionniers des sols dénudés. Ces milieux disposent d'un enjeu faible à moyen. L'impact brut du projet sera donc faible sur ces milieux.

Il est à noter que deux espèces végétales patrimoniales sont présentes au niveau de la parcelle de Soferti, le Lotier hérissé et le Lotier grêle. Néanmoins, ces espèces n'ont pas été identifiées sur l'emplacement du futur chantier de PGE2.



Figure 99 : Localisation des espèces protégées sur le nord du terrain du projet Brazza. Aucune espèces protégées identifiées sur la plateforme PGE2 (source fond de plan : Simethis 2017)

Plusieurs espèces invasives ont été mentionnées dans l'état initial, et sont présentées dans l'étude complète en **Annexe 8**, notamment au sein de l'aire du projet PGE2. Les travaux de terrassement et d'aménagement du site peuvent être à l'origine de l'introduction d'espèces végétales invasives par l'importation involontaire de graines, en cas d'apport de remblais de provenance extérieure. En outre, des sols perturbés par le chantier, constituent un terrain propice à l'invasion d'espèces exotiques à fort pouvoir colonisateur. Le risque serait de voir ces espèces coloniser le site du projet puis ses abords, au détriment de la végétation locale. Des espèces végétales invasives sont déjà présentes au sein de l'aire du projet Brazza, elles sont présentées dans l'étude complète en **Annexe 8**.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

La circulation des engins et les travaux de terrassement et d'aménagement du site peuvent générer des émissions atmosphériques et de poussières. La végétation herbacée et les arbres situés à proximité immédiate de la zone de chantier ou des pistes d'accès risquent d'être impactés par la présence régulière de poussières. Les habitats concernés par cet impact indirect sont ceux qui entourent la zone du projet. L'impact brut sera moyen.

On peut également noter un risque de dégradation des habitats naturels via une pollution accidentelle (cf. §5.3.2).

Les mesures suivantes seront mises en place :

- **MR07** – Repérage des stations de Lotier hérissé et de Lotier grêle : Au printemps précédent le début des travaux, les stations de Lotier hérissé et de Lotier grêle seront repérées à proximité du projet PGE2 sur un périmètre d'une dizaine de mètres minimum. Ce repérage permettra de définir la voie d'accès au chantier et les zones de stockage. Les stations seront repérées au GPS et une cartographie précise sera élaborée. Des précautions devront être prises pendant les travaux pour que ceux-ci n'endommagent pas les habitats et la végétation limitrophe.
- **MR08** – Garantie des engins à l'intérieur de la zone travaux : les engins de chantiers ne circuleront qu'à l'intérieure de la plateforme qui sera clôturée.
- **MR09** – Arrosage du chantier : Le chantier sera arrosé lors des épisodes sans pluie afin d'éviter l'envol des poussières.
- **MR10** – Limitation de la prolifération d'espèces invasives : Afin d'éviter le développement de plantes invasives, il est recommandé d'éviter l'apport de matériaux extérieurs (pour des routes de chantier ou la couverture du sol). A priori le nivellement des terrains aura lieu avec les sols en place. Si toutefois un apport extérieur se révélait nécessaire, il faudra utiliser des substrats non pollués, pauvres en substances nutritives, et appropriés aux conditions pédologiques du site. Le projet étant constitué d'une plateforme en grave ciment, le développement d'espèces végétales sera cependant limité. Le respect de cette mesure au cours de la phase des travaux permet de réduire l'impact du chantier concernant le risque de prolifération des espèces végétales invasives à un niveau faible.



Ce qu'il faut retenir...

Un ensemble de mesures de réduction sera mis en place afin de limiter les effets du projet sur les habitats et la flore remarquable et la prolifération d'espèces envahissantes.

5.4.1.2 Effets permanents et mesures associées

Au droit de l'emprise du projet, des habitats que l'on peut qualifier de « semi-naturel » vont être consommés :

- ▷ Au niveau de PGE2, le projet aura une emprise sur des friches herbacées et des fourrés divers dégradés. Ces habitats ont un enjeu globalement faible.
- ▷ Au niveau de PGE1, le projet aura également une emprise sur des friches herbacées, habitat à enjeu faible. L'intensité de l'effet du projet sera cependant faible, au vu de la surface restreinte du projet.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Ce qu'il faut retenir...

L'impact direct permanent du projet est très faible à faible sur les habitats naturels, et sans impact sur la flore remarquable.

5.4.2 Habitats naturels et faune

5.4.2.1 Effets temporaires et mesures associées

Les travaux de nivellement peuvent provoquer la destruction directe d'une partie de la petite faune du site, selon la période à laquelle ils ont lieu : de nichées d'oiseaux des milieux ouverts, mortalité d'amphibiens et reptiles hivernants sur le site en période froide (sous terre, sous des abris artificiels) ou de reptiles en héliothermie, destruction d'amphibiens par ensevelissement après colonisation des excavations temporaires, destruction de larves d'insectes.

Le niveau d'intensité de l'effet sera moyen à fort en fonction du degré de probabilité de présence de l'espèce sur le site en reproduction ou hivernage pendant les travaux. L'impact brut sera plus ou moins élevé selon le niveau d'enjeu écologique de l'espèce.

Les travaux liés au projet peuvent être à l'origine du dérangement de la faune présente au sein de l'aire d'étude, phénomène qui peut être particulièrement dommageable en période de reproduction.

Les espèces concernées par le dérangement sont celles situées dans les habitats compris sur l'emprise du projet et ceux en limite de l'emprise. Le niveau d'intensité de l'effet sera fort pour les espèces sensibles situées dans l'emprise du projet et à proximité immédiate. L'impact brut sera plus ou moins élevé selon le niveau d'enjeu écologique de l'espèce.

Les travaux peuvent provoquer des pollutions : matières en suspension (installations de chantier, trafic des véhicules, terrassement), huiles et hydrocarbures (entretien des engins de chantier).

Aucun cours d'eau ni fossé ne se situe au niveau de PGE1, le risque de pollution ne concerne donc que les habitats situés à proximité immédiate. Concernant PGE2, il est expliqué dans l'étude d'impact du projet Bordeaux Brazza que l'ancien cours d'eau « L'Estey de Captaou » situé au niveau du site PGE2 est canalisé à environ 3 mètres de profondeur. Cependant, ce cours d'eau draine les eaux usées et pluviales du site Soferti vers la Garonne. Une pollution en surface peut donc en cas de pluie se déverser dans la Garonne via le cours d'eau. L'impact d'un trop grand apport de matières en suspension peut être : un engorgement accru des cours d'eau, la perturbation de la végétation héliophyte, la réduction d'espèces floristiques d'intérêt des prairies. Certaines espèces peuvent aussi être sensibles à des apports d'huiles ou d'hydrocarbures.

Toutefois, des mesures sont envisagées (**ME04**, **ME05** notamment) pendant la phase chantier pour éviter ou réduire ces risques. L'impact brut est donc négligeable. L'impact résiduel du projet après prise en compte de ces mesures est faible sur la qualité des eaux souterraines et superficielles.

- **MR11** – Adaptation du calendrier des travaux aux périodes de sensibilité des espèces : Afin d'éviter le risque de dérangement, les travaux de génie civil débiteront si possible en dehors de la saison de reproduction des espèces de faune d'intérêt patrimonial (mammifères, oiseaux, amphibiens), soit donc en dehors de la période comprise entre mi-février et août. Cependant, afin de limiter le risque de destruction de reptiles et d'amphibiens hibernant sur le site, les travaux commenceront si possible avant la période d'hibernation de ceux-ci, soit avant novembre. Les vibrations des engins sur le site devraient suffire à les éloigner et à trouver des gîtes hivernaux en dehors de l'emprise du projet. La période idéale pour commencer les travaux se situe donc entre mi-septembre et mi-octobre.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 34 : Périodes sensibles pour la faune (source : BKM, 2017)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mammifères												
Chiroptères												
Oiseaux												
Amphibiens												
Reptiles												
Insectes												

Sont représentées dans le tableau ci-dessus :

- ▶ En orange : les périodes de reproduction ;
- ▶ En bleu : les périodes d'hibernation ;
- ▶ En rouge : la période idéale de commencement des travaux.

- **MR12** – Mise en place d'un filet temporaire : Si la clôture autour du chantier n'allait pas jusqu'au sol, afin de préserver les espèces présentes en périphérie du site, un filet de protection temporaire sera mis en place sur le pourtour de la parcelle concernée par le projet. Il empêchera ainsi les espèces de fréquenter l'emprise en phase terrestre ou de s'installer dans les ornières du chantier pour se reproduire. Le filet sera de type géotextile et sera soit enterré, soit recourbé vers l'extérieur du chantier.
- **MR13** – Mise en place d'abris à reptiles et amphibiens : Si les travaux des autres projets à proximité le permettent. Deux gîtes artificiels (tas de bois, de pierres, etc..) par site seront créés en périphérie pour offrir des zones de refuges aux reptiles. Des abris à reptiles et amphibiens seront mis en place afin de créer des habitats favorables en dehors de l'emprise du projet et ainsi préserver les espèces.

Ce qu'il faut retenir...

Le respect des périodes sensibles pour la faune et la mise en place d'abris et de filets permettra un impact résiduel négligeable de la phase chantier sur les habitats et la faune.

5.4.2.2 Effets permanents et mesures associées

▶ Mammifères

Parmi les espèces patrimoniales, seul le Hérisson d'Europe peut voir son habitat affecté par le projet, les autres espèces patrimoniales utilisant plus les zones boisées. Le niveau d'effet du projet sur cette espèce reste cependant très faible au vu de la surface restreinte du projet.

▶ Chiroptères

L'intensité de l'effet du projet sera négligeable sur ce groupe.

▶ Oiseaux (habitats d'hivernage)

Deux espèces patrimoniales à enjeu fort peuvent potentiellement utiliser le site de PGE2 en hivernage (Le Hibou des marais et la Grande aigrette). Les autres espèces hivernantes sont des espèces communes. Le niveau d'intensité de l'effet du projet est donc négligeable sur les oiseaux hivernants.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

▷ Oiseaux (habitats de reproduction)

80 espèces d'oiseaux dont 18 patrimoniales potentiellement nicheuses ont été recensées dans l'aire d'étude élargie. Le projet est localisé sur deux sites occupés principalement par des friches. Seule la Bergeronnette printanière, espèce à enjeu moyen, niche de façon certaine à proximité immédiate de PGE2 en 2017. Il semblerait que le Faucon pèlerin n'utilise le site que comme territoire de chasse. Compte-tenu des niveaux d'enjeu des espèces, l'impact brut du projet sera donc moyen pour la Bergeronnette printanière et globalement faible pour les autres espèces.

▷ Amphibiens (habitat de reproduction)

L'analyse de l'état initial a mis en évidence plusieurs espèces d'amphibiens fréquentant l'aire d'étude élargie dont quatre patrimoniales à enjeu écologique moyen.

Aucun habitat de reproduction ne se trouvait au niveau des emprises des projets lors de l'état initial de l'étude d'impact du projet Braza en 2013. Cependant, la dépollution du site a pu créer des dépressions temporaires. Ces espèces sont des pionnières qui utilisent des points d'eau temporaires et s'adaptent aisément à de nouveaux sites de reproduction. Elles pourront donc aisément retrouver de nouveaux habitats à proximité. L'intensité du projet aura donc un effet faible sur les habitats de reproduction de ces espèces.

▷ Amphibiens (habitat terrestre)

L'analyse de l'état initial a mis en évidence plusieurs espèces d'amphibiens fréquentant l'aire d'étude élargie dont quatre patrimoniales à enjeu écologique moyen, le Crapaud calamite, la Rainette méridionale l'Alyte accoucheur et le Pélodyte ponctué.

L'Alyte accoucheur, le Triton palmé et la Rainette méridionale ont été observés sur le site Soferti en 2017 (PGE2), les autres espèces sont signalées dans l'aire d'étude élargie.

Aucun habitat de reproduction ne se trouve au niveau des emprises des projets d'après l'état initial actualisé de Simethis de 2017.

L'intensité du projet aura donc un effet nul sur les habitats de reproduction de ces espèces. L'impact brut du projet sur les habitats de reproduction des amphibiens est donc nul.

▷ Reptiles

Trois espèces de reptiles sont recensées dans l'aire d'étude élargie dont deux patrimoniales à enjeu moyen, la Couleuvre verte et jaune et le Léopard des murailles.

La Couleuvre verte et jaune peut fréquenter la parcelle PGE2 car elle affectionne les herbes hautes, bien qu'elle n'ait pas été observée en 2017 par Simethis. Cette espèce peut cependant parcourir une distance assez importante et trouvera des habitats de substitution dans son domaine vital. Quant au Léopard des murailles, il s'adapte aisément aux constructions humaines et le projet n'aura pas d'incidences sur son habitat. L'intensité du projet peut donc être qualifiée de négligeable sur les reptiles.

▷ Lépidoptères

L'état initial a mis en évidence 34 espèces de lépidoptères fréquentant l'aire d'étude élargie. Quatre sont patrimoniales dont deux à enjeu fort, le Citron de Provence et la Grande tortue, et deux à enjeu faible, le Fluoré et l'Hespérie de l'Alcée. A noter que seule l'Hespérie de l'Alcée a été observée par Siméthis en 2017 sur le site de Braza, les autres étant potentielles d'après la bibliographie. Le projet aura une faible emprise sur les habitats de ces espèces. L'intensité du projet est donc négligeable.

▷ Odonates

25 espèces sont mentionnées dans l'aire d'étude élargie dont 9 patrimoniales. Aucun point d'eau n'est cependant présent au niveau des emprises du projet. Les aires d'études immédiates sont peu favorables à ce groupe. L'impact brut est donc négligeable sur ce groupe.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

▷ Orthoptères

10 espèces d'orthoptères sont mentionnées dans l'aire d'étude élargie du projet mais aucune ne présente d'enjeu particulier. L'intensité du projet est donc négligeable sur ce groupe.

L'impact brut est donc négligeable.

Ce qu'il faut retenir...

Les effets du projet en phase exploitation sur les habitats et la faune sont considérés comme négligeables à moyen pour la Bergeronnette printanière.

5.4.3 Sites et paysages

5.4.3.1 Effets temporaires et mesures associées

Lors de la réalisation des forages, des engins de chantier d'une hauteur maximale de 38 mètres seront utilisés. Les nuisances visuelles générées seront temporaires et de courte durée, étant limitées aux travaux de forage des puits PGE1 et PGE2. D'après le calendrier prévisionnel présenté dans le Tableau 33, ils auront lieu respectivement en février-mars et avril-mai 2019.

Pendant toute la durée des travaux de la boucle géothermale (forages et canalisation), soit d'avril 2018 à décembre 2019, la zone sera en travaux, ce qui sera sources de nuisances dans le quartier et vis-à-vis du paysage.

D'autre part, comme présenté dans la mesure **MR14** (cf. 5.5.2.1), le chantier sera clôturé et balisé, ce qui limitera les impacts visuels dus à l'activité du chantier.



Ce qu'il faut retenir...

L'effet du chantier sur les sites et paysages sera temporaire.

5.4.3.2 Effets permanents et mesures associées

Le projet est prévu sur d'anciens sites industriels, occupés par des bâtiments de stockage depuis 1924 pour le site de la centrale et du puits de production, et d'un ancien site industriel pour le site du puits d'injection.

Les alentours de ces sites sont témoins des activités passées, avec des bâtiments d'activités, des voies ferrées, des zones de stockage etc.

- **ME07** – Insertion paysagère : la simplicité du volume et de ses matériaux fera le succès de ces équipements :
 - ▷ Un dessin simple, défini par sa fonction ;
 - ▷ Un petit local à usage d'exploitation pour la pompe du puits d'injection, des ouvrages réalisés en-dessous du niveau du sol pour les deux têtes de puits.

Les têtes de puits d'un doublet géothermique ne sont pas de nature à avoir des effets négatifs sur le paysage. Elles seront enterrées en fosse recouverte d'un caillebotis et clôturées.



Ce qu'il faut retenir...

Le projet jouit d'une bonne intégration paysagère.

5.5 Effets sur l'environnement humain et mesures associées

5.5.1 Occupation du sol

5.5.1.1 Effets temporaires et mesures associées

Le chantier prévoit la mise en place temporaire d'une plateforme pendant les travaux, sur des sols auparavant occupés par d'anciens sites industriels. De plus, les travaux de la canalisation induisent la création d'une tranchée et donc d'une modification temporaire de l'occupation du sol. A noter que la compatibilité du projet avec le Plan Local d'Urbanisme est étudiée au chapitre 10 de la présente étude d'impact.

5.5.1.2 Effets permanents et mesures associées

La mesure d'accompagnement suivante sera mise en place :

- **MA01** – Zone *non aedificandi* : une zone où toute construction sera interdite sera mise en place autour des puits pour permettre d'accéder aux sites.



Ce qu'il faut retenir...

Les travaux du projet impliquent un changement temporaire d'occupation du sol.

5.5.2 Population et cadre de vie

5.5.2.1 Effets temporaires et mesures associées

Le chantier sera générateur de risques pour la population avoisinante. Afin d'assurer la sécurité de la population, la mesure de réduction suivante sera mise en place :

- **MR14** – Mise en place d'un PPSPS : cette mesure consiste essentiellement en la prise de précautions habituelles sur et autour du chantier.
 - ▷ Une palissade sera installée autour du chantier. Celle-ci sera esthétique et régulièrement entretenue de manière à limiter également les nuisances visuelles ;
 - ▷ Une signalisation/balisage sera installée afin d'assurer la sécurité des piétons à proximité des chantiers ;
 - ▷ Le chantier sera interdit au public.

Le respect de cette mesure et des consignes de sécurité en général sera assuré par le maître d'ouvrage. Conformément à la législation, les entreprises amenées à travailler sur le site devront déclarer leurs travaux et établir un Plan Particulier de Sécurité et de prévention de Santé (PPSPS), listant les dangers et les moyens de prévention.

Afin que les riverains soient en permanence informés des avancées du projet, la mesure suivante sera également mise en place :

- **MR15** – Information des riverains : un site internet dédié au projet Plaine de Garonne Energies a été créé³⁸, et est consultable par la population. De plus, le planning des travaux de forage sera diffusé aux riverains concernés.
Un panneau unique contenant divers renseignements, l'intitulé de la société, le numéro de téléphone et de fax, etc., sera également installé aux abords du chantier.

Par ailleurs, les travaux seront une source de bruit supplémentaire. Ces nuisances sonores sont présentées dans le paragraphe 5.5.3 relatif au bruit.



Ce qu'il faut retenir...

Le chantier sera sécurisé de manière à limiter les risques pour les riverains. Le maître d'ouvrage s'assurera du respect des consignes de sécurité. Un impact visuel temporaire sera généré par la machine de forage.

5.5.2.2 Effets permanents et mesures associées

La canalisation étant localisée dans le sous-sol, il n'y aura pas d'impact visuel. Des clôtures seront maintenues autour de la tête des puits. Les nuisances visuelles sont par conséquent considérées comme négligeables voire nulles.



Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'aura pas d'impact permanent sur la population.

³⁸ <http://plainedegaronneenergies.reseau-chaleur.com/>

5.5.3 Bruit

5.5.3.1 Effets temporaires et mesures associées

Une modélisation acoustique a été réalisée par le bureau d'étude ACOUPLUS. Le rapport complet est présenté en **Annexe 9**, les résultats de l'étude sont synthétisés ci-dessous.

En phase chantier, le forage ne sera pas effectué en simultanée sur les deux puits PGE1 et PGE2, c'est pourquoi deux simulations ont été réalisées prenant en compte d'une part le fonctionnement de la machine de forage en PGE1 et d'autre part en PGE2.

Les résultats des modélisations montrent que :

- L'émergence diurne autorisée de 5 dB(A) n'est pas dépassée.
- L'émergence nocturne autorisée de 3 dB(A) est dépassée sur le secteur Nord (49.8 dB(A) pour 45.6 dB(A)) lorsque que la source est en PGE2 et au Sud (50.8 dB(A) pour 44.3 dB(A)) lorsque la source est en PGE 1).

Des protections acoustiques sont donc nécessaires pour respecter les émergences en période nocturne. De ce fait, afin de limiter le bruit les mesures suivantes seront mises en place :

- **MR16** – Isolation et insonorisation : une insonorisation, ainsi que l'isolation des moteurs des groupes électrogènes et de tout moteur source de bruit seront mises en place via un capotage de divers éléments (pompe et/ou blower). Les appareils respecteront la réglementation en vigueur.
- **ME08** – Configuration des bungalows de chantier sur les plateformes : la mesure consiste pour PGE1 à disposer les bungalows de chantier à 50 mètres environ des sources de bruit (côté Est). Pour PGE2 elle consiste à disposer les bungalows de chantier à 50m environ des sources de bruit côté Est et à 25m environ côté Sud. Dans les deux cas la hauteur de ces bungalows est de 2,80m pour une largeur de 2,40m. Les bungalows joueront ainsi le rôle d'écrans acoustiques vis-à-vis de l'appareil de forage source de bruit.
- **ME09** – Mise en place d'une bâche acoustique : d'une hauteur de 2m et de longueur 70m. Cette bâche double épaisseur sera caractérisée par un R_w d'au moins 20 dB et ayant un coefficient d'absorption d'au moins 0.6 dB à partir de 250 Hz.

Les résultats de l'étude indiquent qu'en phase chantier, avec les dispositifs de protections prévus, les émergences (globales et spectrales) seront respectées pour l'ensemble des points de mesure.



Ce qu'il faut retenir...

En phase chantier, les mesures mises en place permettent de respecter les émergences réglementaires autorisées.

5.5.3.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, le projet ne sera pas une source de bruit :

- ▷ Les têtes de puits sont localisées en sous-sol et non émettrices de bruit ;
- ▷ La pompe d'injection sera localisée dans un bâtiment clos, dont l'épaisseur des murs permettra d'atténuer le bruit afin de respecter la réglementation en vigueur ;
- ▷ La pompe de production sera quant à elle installée à une profondeur comprise entre 100 et 500 mètres ;

Une simulation a été réalisée par le bureau d'étude ACOUPLUS (cf. **Annexe 9**) prenant en compte le bruit de la pompe d'injection située en PGE2 en surface du sol. En PGE1, la pompe d'exhaure étant située en sous-sol, elle n'a donc pas été prise en compte dans les calculs.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Les résultats de l'étude montrent que les émergences diurne et nocturne autorisées ne sont pas dépassées. Compte tenu de ces éléments, aucune protection acoustique n'est nécessaire en phase exploitation.

Par ailleurs, la phase d'exploitation sera émettrice de bruit éventuel uniquement lors des opérations de maintenance. Les nuisances éventuelles seront par conséquent de très courte durée et limitées aux heures de travail habituelles.

Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet ne sera pas une source de bruit

5.5.4 Qualité de l'air

5.5.4.1 Effets temporaires et mesures associées

Le passage répété d'engins sur un chantier peut être émetteur de poussières. Afin d'éviter l'émissions de particules, les mesures suivantes seront mises en place :

- **ME04** - Mise en place d'une plateforme en grave ciment : cette mesure, présentée au paragraphe 5.3.2.2, vise notamment à éviter les émissions de poussières engendrées par le vent ou le passage répété des engins de chantier.
- **MR09** - Le chantier sera arrosé pour limiter l'émission de poussières en période sèche.
- **MR17** - Propreté du chantier : cette mesure vise à limiter les impacts négatifs liés aux phénomènes de charriage de boues et poussières via les engins de chantier. Des aires de lavage de roues seront installées en sortie de chantier. En cas de vent fort, les camions transportant des matériaux seront couverts afin d'éviter les risques d'émissions de poussières. De plus, des aires de rangements de matériaux de chantier seront clairement définies et un balayage régulier sera mis en place.

Par ailleurs, le trafic sur le chantier engendre l'émission de gaz d'échappement. Il s'agit principalement des engins diesel mobiles de type engins de terrassement, compacteurs, etc. Les gaz émis dans l'atmosphère sont des polluants liés à la combustion de carburant, comme les oxydes d'azote, les composés organiques volatils, les particules fines etc. Les machines utilisées respecteront la réglementation en vigueur relative aux gaz d'échappement. Le site est naturellement ventilé, et les émissions resteront négligeables par rapport à celles de la circulation routière : avenue de Thiers, avenue Carnot, N230.

Ce qu'il faut retenir...

Le chantier sera source d'émission de gaz polluants liés à l'utilisation d'engins de chantier. La mise en place d'un enrobé permettra d'éviter les émissions de poussières.

A noter que les travaux de forage peuvent engendrer le dégagement de gaz nocifs tel que le sulfure d'hydrogène H₂S. Les effets et mesures associées sont présentés dans le chapitre relatif au risques technologiques dans le paragraphe 5.5.12.1.

5.5.4.2 Effets permanents et mesures associées

En exploitation, les effets du projet sur la qualité de l'air sont limités aux émissions de la chaufferie. Les puits et la canalisation, objets de la présente étude d'impact, ne sont pas susceptibles d'affecter la qualité de l'air. Les chaudières gaz seront utilisées en complément de la géothermie et la géothermie sera privilégiée ce qui permettra la réduction des émissions de gaz à effets de serre dues au chauffage des locaux Rive Droite.

Ce qu'il faut retenir...

L'utilisation de la géothermie permet la réduction des émissions de gaz à effets de serres.

5.5.5 Voies de communication

5.5.5.1 Effets temporaires et mesures associées

La zone d'étude étant située en zone urbaine, l'activité sur les chantiers va altérer la fluidité du trafic automobile local. De plus, l'accessibilité aux bâtiments les plus proches des sections de travaux sera temporairement gênée par les travaux.

La machine de forage et ses équipements seront convoyés par camions. Les étapes de montage et de démontage de la machine induiront un trafic d'une soixantaine de camions sur une semaine en début et en fin de période de chacun des 2 forages. En cours de forage, les approvisionnements sont également assurés par poids lourds :

- ▷ 50 camions pour l'emménagement en phase génie civil : installation de la plateforme ;
- ▷ 2 à 3 camions par jour en moyenne au cours de la phase de travaux de forage,
- ▷ 50 camions pour le déménagement en phase génie civil de fin de chantier.

Les travaux de la canalisation emprunteront la voirie existante, avec une emprise de chantier réduite à des tronçons de 150 m.

Les mesures de réduction suivantes seront mises en place :

- **MR15** : Information des riverains.
- **MR18** : Mise en place d'un plan de circulation : un Plan général de coordination, contenant notamment les informations sur la circulation sur et aux abords du chantier, sera rédigé en amont du chantier. Un dossier d'exploitation et d'autorisation d'occupation du domaine public sera délivré par le Maire pour les travaux. Un schéma de circulation des engins de chantier sera par la suite fixé régulièrement avec le représentant des services techniques, afin d'être adapté aux différentes phases des travaux (terrassement, gros œuvre, montage industriel, second œuvre...). Ces schémas seront imposés à toutes les entreprises intervenant sur le site en vue de leur stricte application. Les conditions seront réunies pour permettre l'accès de poids-lourds : l'accès du site à la route sera aménagé de sorte que les engins puissent être manœuvrés sans constituer d'obstacles ou de risque vis-à-vis de la circulation. Par ailleurs, les éventuels dommages à la voirie seront réparés immédiatement.
- **ME10** : Balisage de l'appareil de forage : l'appareil de forage peut constituer un obstacle aérien. Il sera peint et balisé (éclairage de nuit) conformément aux prescriptions de l'aviation civile.



Ce qu'il faut retenir...

Le chantier implique le passage de nombreux camions et engins de chantier. Le maître d'ouvrage devra mettre en place un plan de circulation et informer les riverains de manière à limiter l'impact du projet sur les voies de communication. Des mesures garantissant la propreté du chantier seront également mises en place.

5.5.5.2 Effets permanents et mesures associées

Le trafic lié au fonctionnement du site sera le trafic du personnel. Le site est déjà desservi par un réseau routier suffisamment dimensionné.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

En phase exploitation, des camions seront susceptibles de circuler de nouveau sur le site en phase d'opérations de maintenance. Les services de la voirie en seront informés en conséquence. Ces travaux ne sont pas susceptibles de perturber le trafic.



Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet n'a pas d'impact significatif sur les voies de communication.

5.5.6 Réseaux

Les effets du projet sur les réseaux sont étudiés dans le paragraphe 6.1.4.

5.5.7 Patrimoine culturel, historique et archéologique

5.5.7.1 Effets temporaires et mesures associées

Le chantier n'est pas réalisé à proximité immédiate de zones de protection archéologiques.

Comme présenté dans le paragraphe 4.4.7, de nombreux périmètres de protection de monuments historiques intersectent le périmètre d'étude. Le chantier faisant intervenir des engins d'une hauteur de 38 mètres, le RIG sera visible depuis certains monuments historiques. Néanmoins, étant donné que les travaux de forage et donc l'utilisation de la machine de forage sont de courte durée, l'impact visuel est considéré comme faible.

Les sites inscrits et classés les plus proches sont situés entre 1,5 et 3 km des puits et sur une plaine, il n'y aura donc pas d'effet de covisibilité³⁹ avec les engins de forage.



Ce qu'il faut retenir...

Le chantier entraîne un phénomène de covisibilité des engins de forage avec les monuments historiques à proximité. Ces nuisances visuelles sont temporaires.

5.5.7.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, le projet n'entraîne pas de covisibilité avec les monuments historiques ou les sites classés et inscrits.



Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'a pas d'effet négatif sur le patrimoine culturel et archéologique en phase exploitation.

³⁹ En France, dans le domaine des monuments historiques, la covisibilité peut signifier soit qu'un patrimoine bâti est visible d'un autre, soit que deux édifices sont conjointement visibles d'un même point de vue.

5.5.8 Activités économiques

5.5.8.1 Effets temporaires et mesures associées

En phase de travaux, le projet n'est pas de nature à perturber le dynamisme économique des communes de Bordeaux, Cenon et Lormont.

Néanmoins, on peut noter que la présence permanente de personnel sur le chantier aura un effet bénéfique sur l'hôtellerie et la restauration locale.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet a un impact positif sur les activités économiques en phase chantier.

5.5.8.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, le projet permet de limiter les coûts d'énergie via l'utilisation d'une ressource renouvelable, pour différents quartiers de Plaine Rive Droite. En particulier, l'utilisation géothermique de la nappe permet de valoriser la ressource en eau souterraine de manière économe puisque le process ne nécessite aucune consommation d'eau. De plus, le projet permet de limiter les coûts d'énergie via l'utilisation d'une ressource renouvelable et locale ce qui permettra une rationalisation et une réduction au global des consommations énergétiques de la Rive Droite.

Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet a un impact positif sur le contexte économique.

5.5.9 Vibrations et émissions lumineuses

5.5.9.1 Effets temporaires et mesures associées

Pendant la phase de forage, le chantier sera éclairé 24h/24. L'utilisation de la technique de forage par rotary permet de limiter les vibrations par rapport aux autres techniques couramment employées que sont le forage par battage ou Marteau Fond de Trou. Le rotary permet un forage par rotation et broyage à vitesse lente. Les déblais sont entraînés vers la surface par la circulation d'un fluide de forage (boue de forage). Le forage interviendra au cours de 4 périodes qui correspondent à 4 phases de forage à des diamètres différents dans la construction des puits. Chaque période de forage est suivie d'une période sans forage qui permet d'effectuer des mesures, des opérations de poses et cimentation du cuvelage. Le temps prévu au forage correspond environ à 1/3 de la durée totale du chantier, soit 2 mois pour chaque puits. Les vibrations de la machine pendant le forage ne constituent pas une nuisance pour le personnel et sont peu ressentis sur le chantier. En plus de cela, la plateforme et l'avant-trou permettront d'amortir toute vibration éventuelle des engins de chantier. Le risque de vibration est donc à la fois limité dans le temps au chantier et est faible.

Ce qu'il faut retenir...

Le chantier sera éclairé et ne sera pas générateur de vibrations intenses.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.5.9.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, les têtes de puits et la canalisation étant en souterrain, aucun éclairage ne sera imposé. Si des opérations de maintenance devaient avoir lieu la nuit, le site sera également éclairé. Les puits et la canalisation ne seront pas émetteurs de vibrations.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet n'a pas d'impact significatif sur les vibrations et les émissions lumineuses en phase exploitation.

5.5.10 Chaleur et radiations

5.5.10.1 Effets temporaires et mesures associées

Pendant le chantier, les machines sont susceptibles de générer des émissions de chaleur dues à leur fonctionnement. Ces émissions sont toutefois négligeables.

Les conditions du milieu, aussi bien les couches géologiques que les aquifères, ne présentent pas un taux de radioactivité supérieure à la normale. L'excavation des boues et des déblais lors des forages n'exposera donc pas de matière ayant une radioactivité supérieure aux normes en vigueur. L'utilisation d'un outil de diagraphie utilisé ponctuellement à 2 reprises par forage est le seul élément émetteur de radiation. Cet outil sera manipulé par une société qui dispose des droits et autorisations pour le transport et l'utilisation de l'outil.

Ce qu'il faut retenir...

Le chantier n'a pas d'effet significatif sur la chaleur et les radiations.

5.5.10.2 Effets permanents et mesures associées

En phase d'exploitation, les propriétés adiabatiques des canalisations géothermales empêchent les transferts thermiques entre l'intérieur de la canalisation et l'extérieur. L'eau transporté dans les canalisations est rejetée à environ 15°C.

En ce qui concerne les transferts radiatifs ; d'une part, les eaux du Crétacé de Mériadeck et Lormont-Génicart présentent des taux de radioactivités α et β respectivement inférieures ou égales à 0.2 et 0.8 Bq/L, la DTI (Dose Totale Indicative) est donc de 0.01 mSv/an. D'autre part, les eaux du Jurassique dans la région présentent des taux de radioactivités α et β de l'ordre de 5Bq/L, la DTI est donc de 0.45 mSv/an. Afin de mettre en perspective ces DTI, il est à noter que d'une part, les eaux de boissons doivent présenter une DTI inférieure à 0.1 mSv/an, or l'eau géothermale du projet n'est pas destinée à la boisson ; d'autre part, en France, la dose d'exposition aux rayonnements naturels est de 2.4 mSv/an.

Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, les puits et la canalisation ne généreront ni chaleur, ni radiation dans le milieu extérieur.

5.5.11 Gestion des déchets

5.5.11.1 Effets temporaires et mesures associées

Les déchets produits par le chantier des forages seront principalement liés à la production de déblais de forage (cuttings). Des boues de forage sont également utiles à la remontée des déblais solides ainsi qu'au refroidissement et à la lubrification des équipements en rotation.

- **MR19** – Traitement des boues de forage : une fois utilisées, les boues devront subir un traitement physico-chimique par coagulation et centrifugation. Les déblais seront quant à eux éliminés par une centrifugeuse, puis les résidus feront l'objet d'un traitement physico-chimique de floculation, dans un premier bac (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.
- **MR20** – Tri sélectif : les déchets produits par la base vie du chantier seront évacués vers les ordures ménagères. La quantité de déchets de chantier sera limitée au maximum. Le personnel sera sensibilisé et formé par l'encadrement. Tous les déchets seront triés dans des bennes étiquetées via des supports graphiques auxquels seront associés des livrets de préconisations sur les déchets. Le ramassage des déchets aura lieu quotidiennement durant le chantier. Une benne par catégorie de déchets sera installée :
 - ▷ Plastiques ;
 - ▷ Papiers et cartons ;
 - ▷ Métaux ferreux ;
 - ▷ Métaux non ferreux ;
 - ▷ Bois.

Certains déchets (peintures, solvants, ...) feront l'objet d'un bordereau de suivi.

En cas de pollution accidentelle par hydrocarbures, les déchets seront stockés dans des bacs de rétention puis évacués vers des centres de gestion agréés.

- **ME01** - Confinement des matériaux pollués : les matériaux non inertes seront confinés sous les bâtiments ou les voiries. Il s'agit notamment des sols superficiels. En cas d'évacuation, ils seront envoyés vers une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND).

Ces prescriptions sont conformes à l'Arrêté du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherche par forage et d'exploitation des puits de substance minières.



Ce qu'il faut retenir...

Les déchets générés par le chantier seront triés et traités de manière adaptée.

5.5.11.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, les déchets générés seront essentiellement de type déchets banals et ordures ménagères probablement accompagnés de faibles quantités de déchets radioactifs. Ces déchets seront issues d'une accumulation, dans les filtres, de dépôts solides contenant des éléments radioactifs ; dépôts issus de l'eau géothermale. Ces résidus de filtre seront gérés suivant la réglementation en vigueur et évacués en filière de traitement agréée en fonction de la nature de ceux-ci. Les déchets banals et ordures ménagères seront pris en charge par le service communale de ramassage de déchets de la Bordeaux Métropole.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Les opérations de maintenance sur les puits pourront également générer d'autres types de déchets qui seront envoyés vers des filières agréées en fonction de leur typologie.



Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet ne générera que des déchets non dangereux, gérés par Bordeaux Métropole. Les déchets des opérations de maintenance seront envoyés vers des filières de traitement appropriées.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

5.5.12 Risques naturels et technologiques

Les risques naturels et technologiques présents sur la zone d'étude sont présentés dans le paragraphe 4.5 de l'état initial.

5.5.12.1 Effets temporaires et mesures associées

A. Risques naturels

Les risques naturels auxquels est confrontée la zone d'étude sont présentés en détail dans le paragraphe 4.5.1 de l'état initial de l'étude d'impact.

Conformément à l'arrêté du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherche par forage et d'exploitation par puits de substances minières, un plan de prévention sera transmis au Préfet a minima 1 mois avant le démarrage des travaux.

Les travaux suivront les prescriptions des différents plans relatifs aux inondations (PGRI, SLGRI, PPRI).

La présence d'une nappe subaffleurante au droit des puits créé un risque fort de remontée de nappe lors des travaux de forage.

Les mesures de réduction suivantes seront mises en place afin de limiter les effets des risques naturels sur le projet :

- **MR04** – Respect des prescriptions du PPRI : la zone d'étude étant classée en territoire à risque important d'inondation (TRI, cf. § 4.5.1), une attention particulière devra être portée vis-à-vis de ce risque. Pour rappel, les communes de Bordeaux et Cenon sont concernées par le PPRI de l'Agglomération bordelaise, alors que la commune de Lormont est située sur le territoire d'application du PPRI de la Presqu'île d'Ambés. Cette mesure est réglementaire. La compatibilité avec le PPRI est étudiée en détail dans la partie 6.4.
- **MR05** – Surveillance des alertes Vigicrue : ce suivi permettra d'anticiper le repliement des engins de chantier au-dessus des zones inondables en cas d'alerte de crue.
- **MR06** – Mesure du vent : Les équipements seront munis d'un appareil de mesure du vent, autre que la manche à air. Aussi, une ou plusieurs manches à air seront installées en un lieu visible en tout point du chantier. Cette disposition permettra notamment l'arrêt du chantier en cas de vents jugés trop forts pour une utilisation sécurisée des machines. La limite de vent pour les interventions est fixée à 79 miles soit 127km/h selon la norme constructeur.

B. Risques technologiques liés au contexte industriel

Les risques technologiques auxquels est confrontée la zone d'étude sont présentés en détail dans le paragraphe 4.5.2 de l'état initial de l'étude d'impact.

La boucle géothermale étant située dans un contexte industriel (bien que voué à une réhabilitation en quartier résidentiel), il existe un risque de déversement accidentel ou de fuite de matières dangereuses. Par ailleurs, 3 installations classées pour l'environnement sont situées au sein du périmètre d'étude.

Enfin, pendant les travaux, en cas de vents forts, le phénomène redouté est la chute du mât du RIG sur le voisinage à proximité immédiate du puits producteur, à savoir la Chaufferie.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Constituée de chaudières gaz, cette ICPE ne génèrera pas de contraintes ATEX 40 au-delà de l'emprise du bâtiment.

En cas de vents jugés trop forts pour une utilisation sécurisée des machines, elles seront mises en stand-by, les opérations seront interrompues et le personnel sera évacué jusqu'à retrouver des vitesses de vent compatibles avec les interventions opérationnelles.

En cas de chute ou de rupture de mat en période de vent fort, la zone impactée est figurée en hachuré rouge sur la figure suivante.



C. Risques industriels liés au chantier

Les travaux ne prévoient pas le transport de matières dangereuses.

Les travaux peuvent engendrer le dégagement de gaz nocifs tel que le sulfure d'hydrogène H₂S, notamment dans le cadre des travaux de forage. Au droit des forages du projet, d'une part les concentrations de soufre dans les eaux du Crétacé sont négligeables ; d'autre part, les concentrations de soufre dans les eaux du Jurassique ne sont pas connues. Cependant, d'autres forages dans le département indiquent que les concentrations sont inférieures à 10mg/L pour le Jurassique. Sur la base de ces concentrations, 2 hypothèses de calcul ont été formulé. Elles permettent de simuler les concentrations d'H₂S dans l'air autour des puits pour la production de 250m³ d'eau en 1 heure lors des phases d'essais :

- Considérant que les puits soient dans un cylindre de 250m de rayons (chantier + aire externe) et d'une hauteur de 3m : < 0.0016 ppm

40 ATEX (ATmosphères Explosives)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- Considérant que les puits soient dans un volume limité au chantier (15x15 m pour une hauteur de 2 m) : < 2.2ppm

Ces hypothèses reposent sur le fait qu'il n'y a pas de mouvement d'air, ce sont donc des hypothèses majorantes. On peut donc en conclure que le H₂S sera d'une part, à peine perceptible pour les riverains puisque le seuil de détection par l'odorat est de 0.001 ppm ; d'autre part, que les risques d'expositions au sulfure d'hydrogène sont limités pour les ouvriers. En effet, le calcul montre que les concentrations en H₂S aux abords des puits seraient de l'ordre de l'unité alors que la VME est de l'ordre de la dizaine.

Pendant le chantier, il est nécessaire de distinguer 2 phases vis-à-vis des émanations. Dans un premier temps, les forages seront réalisés en utilisant un fluide, la boue, qui remplit les puits en permanence. Dans un second temps, des essais de production permettront de qualifier les aquifères. La production des eaux souterraines pendant les essais (durée de 10 jours) est organisée suivant des chroniques de débit, avec des périodes d'arrêt. Les périodes de production sont des périodes ponctuelles. Ces essais permettent de caractériser la ressource géothermale et de dimensionner les installations de la boucle primaire de la centrale de géothermie de façon à optimiser à la récupération de la chaleur du sous-sol. Ces essais répondent également à des exigences concernant la garantie de couverture du risque ressource auprès de l'ADEME et des pratiques liées à la profession en géothermie (voir guide BRGM). Les mises en production d'eau géothermale correspondent à des périodes limitées à quelques heures en fin d'opération de forage. Elles sont particulièrement surveillées et contrôlées (capteurs) par le personnel qui est formé à la gestion de ce risque et informé.

Bien que le risque d'exposition au H₂S soit faible, celui-ci n'est pas inexistant. C'est pourquoi, en plus des précautions citées plus haut, un protocole d'urgence sera mis en place, d'une part, avec le personnel du chantier de forage au moment des travaux ; d'autre part, avec l'équipe de maintenance de la chaufferie qui sera en service. Une coordination spécifique sera mise en œuvre par le chantier vis-à-vis de l'équipe maintenance de la chaufferie de façon à ce qu'elle soit alertée et mette en œuvre le protocole d'urgence.

Les mesures de réductions qui suivent décrivent plus en détail les précautions et protocoles cités.

- **MR28** – Neutralisation et inhibition du H₂S : lors des phases de forage, les boues permettent de maintenir une pression au-dessus du point de bulle qui limite les émanations de gaz lorsqu'il est en faible concentration.
- **MR28** – L'utilisation d'une boue avec un pH basique permet de neutraliser et d'inhiber la formation d'H₂S à partir du soufre dissous dans l'eau.
- **MR21** – Mise en place de détecteurs H₂S : ils seront couplés à des alarmes sonores et visuelles à 10 ppm⁴¹, et localisés à proximité du rig et sur la plateforme et à des endroits clef notamment en bordure de plateforme aux quatre coins de façon à surveiller la concentration dans l'air aux limites du chantier. Ils permettront notamment d'assurer un contrôle continu des concentrations en H₂S dans l'air ambiant pendant la durée du forage et des essais. Le personnel sera informé au début des travaux, des risques liés au sulfure d'hydrogène et à la conduite à tenir en cas de teneur élevée de sulfure d'hydrogène et d'alarme. Une manche à air sera mise en place en un lieu visible de tous les points du chantier.
- **MR28** – Présence de Blocs d'Obturation des Puits (BOP) : des BOP (obturateurs de sécurité) sont installés à l'extrémité de chaque puits, en cas de remontée non prévue d'un fluide (eau

⁴¹ Valeur VLCT (Valeur Limite de Courte Durée) : Il s'agit de la concentration maximale admissible, pour une substance donnée, dans l'air du lieu de travail, à laquelle le travailleur peut être exposé pour une courte durée (c'est-à-dire inférieure ou égale à 15 minutes).

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

de l'aquifère ou gaz), le BOP se déclenche et ferme le puits stoppant ainsi la remontée du fluide

- **MR22** – Présence d'un dégazeur vertical : en cas d'arrivée de présence de gaz dans la boue, le circuit en sortie de puits est établi par le dégazeur vertical où le plus gros du gaz est séparé de la boue. Le reste de gaz présent dans la boue est alors extrait par un dégazeur sous-vide. Un événement pourra être utilisé dans le cas de l'arrivée d'une bulle de gaz.



Ce qu'il faut retenir...

Une surveillance des crues sera mise en place de manière à limiter les risques d'inondation sur le chantier. Les travaux seront suspendus en cas de grands vents. Des dégazeurs et un événement pourront être utilisés. Les détecteurs à H2S permettront également le déclenchement d'une alarme et l'évacuation du chantier si nécessaire.

5.5.12.2 Effets permanents et mesures associées

A. Risques naturels

En phase exploitation, le projet sera toujours sujet aux risques naturels tels que les mouvements de terrains et les inondations. La mesure de réduction suivante sera mise en place :

- **MR23** – Localisation des commandes électriques : les commandes électriques de la pompe intégrée au puits de production PGE1 seront situées dans le bâtiment de la chaufferie. De même, la pompe d'injection sera implantée dans un local respectant les prescriptions en matière de construction en zone inondable. Les pompes seront ainsi non vulnérables en cas d'immersion lors d'un épisode d'inondation.
- **ME11** – Une pompe vide cave d'un débit de 30 m³/h environ sera implantée dans chaque cave.

B. Risques technologiques liés au contexte industriel

La proximité de plusieurs ICPE peuvent rendre possible le déversement de matières dangereuses, toutefois il convient de rappeler que le projet n'est pas situé dans le périmètre d'un PPRT.

C. Risques technologiques liés au projet

En phase exploitation, il existe des risques industriels liés par exemple à la fuite de fluide géothermique. Ces risques sont maîtrisés via les mesures de surveillance et de contrôle (cf. **MR01**, **ME12** et **ME13**).

Le risque de mise en communication des aquifères, le risque d'infiltration d'eau géothermique par accident pouvant polluer le sol et les nappes superficielles est traité au chapitre 6 Incidence sur la ressource en eau.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, les risques naturels et technologiques sont faibles.

5.5.13 Santé et sécurité publiques

5.5.13.1 Effets temporaires et mesures associées

Les émissions de polluants dans l'air et de radiation seront négligeables par rapport à ceux générés par l'environnement (trafic routier et radiations naturelles).

En cas de dégagement de sulfure d'hydrogène, la mesure **MR21** permettra sa neutralisation.

Le chantier sera balisé et sécurisé via une clôture pendant toute la durée des travaux. Son accès sera interdit au public par voie d'affichage et une présence permanente du personnel avec surveillance des entrées/sorties.

- **ME12** – Sécurité sur le chantier : un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) sera rédigé préalablement aux interventions. Les volumes des bacs à boues et les paramètres de forage seront constamment suivis et contrôlés, pour prévenir tout dysfonctionnement entraînant des risques pour la sécurité. Des détecteurs de gaz seront mis en place sur le circuit des boues à la sortie du puits pour identifier immédiatement toute émanation de gaz.

MR24 – Equipements H2S : Des masques à gaz individuels (au moins 5), équipés de cartouches filtres pour le sulfure d'hydrogène et deux appareils respiratoires autonomes avec bouteilles, seront mis à disposition du personnel en permanence. Un système de séparation des effluents liquides et gazeux qui permet de traiter une éventuelle venue sans avoir à torcher sera mis en place.

L'information des usagers de la route sera assurée par des panneaux routiers de chantier de la sortie d'engins de chantier au niveau des voies d'accès au chantier.

Du matériel destiné à la lutter contre l'incendie sera à disposition (matériel entretenu par une entreprise agréée ou par un agent spécialisé du Service Sécurité de l'Entrepreneur de forage) : extincteurs à poudre polyvalente, extincteurs à poudre de carbone, une couverture anti-feu

- **ME06** –Tête de puits équipée de BOP : Un équipement de bloc d'obturation de puits – BOP (obturateurs de sécurité) sera mis en place sur chaque tête de puits permettant une fermeture d'urgence en toutes circonstances pendant les phases de forage des niveaux potentiellement éruptifs.. L'artésianisme du puits pourra être contrôlé par injection de boue sous pression, ou de saumure de densité appropriée, par un piquage latéral de la tête de puits.
- **ME11** – En cas de fuite de fluide géothermal pendant les travaux, l'obturateur annulaire sera fermé, l'eau géothermale sera confinée dans la cave et pompée à l'aide d'une pompe vide cave (présente à demeure) puis évacuée vers le réseau d'eau pluvial ou d'assainissement dans le cadre d'une convention.



Ce qu'il faut retenir...

Les mesures mises en place lors du chantier évitent tout risque pour la santé et la sécurité publiques.

5.5.13.2 Effets permanents et mesures associées

Les puits seront clôturés et interdits au public. Les accès aux locaux techniques seront contrôlés et réservés au personnel habilité. L'entretien et le suivi des ouvrages seront réalisés dans le respect des règles de sécurité.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

En plus des mesures préalablement évoquées, la mesure suivante sera mise en place :

- **ME13** – Dispositifs sécurité de l'exploitation : des contrôles d'intégrité des cuvelages par diagraphie à l'aide d'un outil multi-bras, mesure directe permettant d'accéder à un percement avéré ou imminent (fréquence quinquennale) seront réalisés. Une vanne manuelle sera accessible pour la mise en sécurité du puits.

Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet n'aura pas d'incidence sur la sécurité et la santé publiques.

5.6 Gestion de l'énergie

Un des engagements du projet en matière de développement durable concerne les émissions de gaz à effet de serre liées à l'alimentation du réseau de chaleur : la géothermie, énergie renouvelable, locale et non émettrice de gaz à effet de serre est privilégiée, et les chaudières gaz seront utilisées en complément de la géothermie, ce qui permettra une gestion rationnelle des consommations énergétiques de la Rive Droite.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet prévoit une gestion durable de l'énergie.

5.7 Notice d'incidence Natura 2000

La présente partie de ce document est établie conformément à l'article R.414-23 du code de l'environnement et la circulaire du 15 avril 2010 relative à l'évaluation des incidences Natura 2000.

Elle a pour objet de permettre de répondre à la question suivante : le projet est-il oui ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ? Elle fait office d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'elle permet de conclure à l'absence d'incidence. Dans le cas contraire, il convient de produire un dossier plus complet.

La partie est constituée conformément au décret n° 2010-365 du 9 avril 2010 sur l'évaluation des incidences Natura 2000.

Elle est décomposée en quatre sous-parties distinctes :

- ▷ Identification des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés*
- ▷ Carte situant le projet par rapport au réseau Natura 2000*
- ▷ Exposé sommaire des raisons pour lesquelles le projet est ou non susceptible d'avoir une incidence*
- ▷ Conclusion sur l'incidence ou non du projet sur le réseau Natura 2000*

Ces parties sont disponibles dans l'étude BKM en Annexe 8.

Ce qu'il faut retenir...

L'évaluation préliminaire montre que le projet de Géothermie n'est pas susceptible d'affecter le site Natura 2000 suivant :

- FR7200700 « La Garonne »

Il n'y a donc pas lieu de poursuivre l'évaluation des incidences Natura 2000.

6 INCIDENCE DES TRAVAUX SUR LA RESSOURCE EN EAU ET COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS CADRE DU MILIEU AQUATIQUE

La maîtrise de l'impact sur la ressource, tant en phase de chantier qu'en phase exploitation, représente un enjeu majeur du projet. Les effets seront étudiés sur les eaux souterraines, les eaux superficielles, les réseaux d'assainissement et de distribution en eau potable ainsi que les effets des rejets d'eaux géothermales lors des essais.

Le SDAGE et les SAGE fixent des obligations qualitatives et quantitatives relatives à la ressource en eau, à respecter par l'exploitant. La compatibilité du projet de doublet géothermique sera étudiée pour chacun de ces schémas.

Pour rappel, le projet est concerné par les rubriques de la nomenclature IOTA suivantes :

- 1.1.1.0 ; 1.1.2.0 ; 5.1.1.0 et 5.1.2.0. Elles sont présentées dans le paragraphe 2.2.3.

6.1 Incidences sur la ressource en eau

6.1.1 Protection des ressources en eaux souterraines au droit du site

Comme décrit dans l'état initial (cf. § 4.2.4), plusieurs aquifères sont présents au droit du site d'étude. Pour rappel, il s'agit des masses d'eau suivantes :

- ▷ Alluvions de la Garonne aval (FRFG062) ;
- ▷ Calcaires de l'Entre 2 Mers du bassin versant de la Garonne (FRFG068) ;
- ▷ Sables, graviers, calcaires de l'Eocène nord AG (FRFG071) ;
- ▷ Calcaire du sommet du Crétacé supérieur captif nord-aquitain (FRFG072) ;
- ▷ Calcaire et sables du Turonien Coniacien captif nord-aquitain (FRFG073) ;
- ▷ Calcaires, grès et sables de l'infra-cénomaniens captif nord-aquitain (FRFG075) ;
- ▷ Masse d'eau présumée à l'horizon Jurassique.

L'objectif est de conserver la qualité physique et bactériologique des nappes traversées lors de la réalisation des forages et leur exploitation.

Par ailleurs, les communications entre les nappes doivent être évitées, afin de limiter les transferts de pollution éventuelle d'une nappe à l'autre. Cette contrainte est prise en compte dès la conception des ouvrages.

Les mesures de protection des eaux souterraines mises en place sont présentées dans le paragraphe suivant.

Aucun captage d'alimentation en eau potable n'est présent au sein du périmètre de recherche. Les travaux de forages des puits ne sont pas susceptibles d'avoir une incidence sur la qualité des eaux des captages.



Ce qu'il faut retenir...

Au vu du contexte hydrogéologique au droit du site d'étude, les forages devront traverser plusieurs aquifères pour capter la ressource du Jurassique. Des mesures de protection seront mises en place pour éviter toute pollution.

6.1.2 Incidences sur les eaux souterraines

6.1.2.1 Effets temporaires et mesures associées

Le projet vise l'exploitation de la ressource en eau présumée à l'horizon Jurassique, et donc la traversée des aquifères du Miocène, de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé. La solution de repli quant à elle prévoit l'exploitation de la nappe du Crétacé, si la ressource n'est pas satisfaisante à l'horizon Jurassique.

D'un point de vue qualitatif, afin d'éviter toute contamination des nappes traversées et la mise en communication des nappes entre elles, les mesures suivantes seront mises en place pendant la réalisation des forages :

ME14 – Méthodologie du forage : les techniques utilisées dans le projet veilleront à éviter les impacts sur les eaux souterraines, notamment grâce aux dispositions suivantes :

- ▷ Afin d'éviter la mise en communication des nappes les unes avec les autres, les puits sont isolés des terrains par des tubages métalliques cimentés aux terrains : La réalisation du puits comporte différentes phases de forage. Les aquifères ne sont pas forés au cours d'une même phase mais par phases successives qui permettent l'isolation des différentes formations (pose d'un cuvelage et cimentation puis forage de la formation suivante). Dans la conception prévue des puits PGE1 et PGE2, 2 à trois cuvelages sépareront les aquifères des eaux produites à partir du Crétacé et du Jurassique ;
- ▷ Les forages des puits PGE1 et PGE2 seront accompagnés de la pose de tubes en acier (colonnes de cuvelage) qui resteront en place pendant toute la durée de vie du puits et après leur abandon éventuel ;
- ▷ Les boues utilisées pour le forage seront exemptes de tout produit polluant. D'autre part, la densité de la boue sera contrôlée en permanence de manière à contrebalancer la pression des différents niveaux aquifères traversés, et ceci sans les envahir. Comme cela est détaillé dans le programme prévisionnel de forage, plusieurs cuvelages seront mis en place au cours du forage de chaque puits, pour isoler l'intégralité des terrains traversés. La cimentation de ces différents cuvelages dont le principal but est de faire étanchéité autour d'eux et de les lier aux terrains, est réalisée par des sociétés spécialisées. Les quantités de laitier de ciment injecté sont dosées avec précision de manière à assurer une parfaite étanchéité globale de l'ouvrage ;
- ▷ Des contrôles par exemple par les volumes injectés, et les mesures ultrasoniques dont les diagraphies de type CBL-VDL permettront de vérifier que le ciment mis en place est en parfait contact tant avec les cuvelages qu'avec les terrains
- ▷ La réalisation des forages s'effectuera avec le concours de sociétés spécialisées sur la réalisation de forage (en France) sous la supervision du personnel qualifié de Storengy dans ce domaine.
- ▷ Le cuvelage qui sera descendu après le forage des 50 premiers mètres, réalisé avec un petit appareil de forage, sera cimenté au terrain jusqu'en surface. Le choix des matériaux sera adapté au terrain. Les déblais seront mis en filière adapté si nécessaire.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT



- **ME15** – Contrôle continu des boues : un contrôle continu des paramètres de la boue de forage sera réalisé, de manière à limiter l'intrusion de boues de forage dans les aquifères traversés et à ajuster sa rhéologie. Ce contrôle permettra également une gestion en temps réel des volumes perdus et des venus d'eau.
- **MR25** – Gestion des eaux de ruissellement : un réseau de caniveaux connectés à un bac de rétention sera mis en place. Elles seront récupérées par le biais de ces caniveaux. L'évacuation des effluents issus du déshuilage sera réalisée par camion-citerne vers un centre de traitement adapté, selon la réglementation en vigueur. Aussi, afin d'éviter que les eaux ne ruissellent, la plateforme sera étanche au droit de la zone imperméable de fabrication et stockage des fluides de forage d'environ 200m² et les sites ceinturés d'un merlon ou d'un fossé.

Par ailleurs, d'un point de vue quantitatif, les eaux souterraines ne seront que très peu altérées pendant les essais. Un volume d'eau de 6000m³ à 10000m³, selon que l'exploitation ait lieu respectivement à l'horizon Jurassique ou Crétacé, sera prélevé et non réinjecté dans le milieu d'origine.

Ce qu'il faut retenir...

Les mesures mises en place visent à éviter tout risque de pollution accidentelle.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

6.1.2.2 Effets permanents et mesures associées

Les eaux soutirées dans les aquifères profonds du Jurassique seront intégralement réinjectées dans leur milieu d'origine, selon le principe de boucle géothermale. Seules les calories de l'eau seront prélevées pour le fonctionnement de la géothermie. La température des eaux rejetées sera de 15°C.

L'évaluation de la diminution de la température en tête de puits est analysée dans le Mémoire technique du Volet 1 du PER DOTEX au 3.1.4.1 pour le Jurassique et au 4.1.2.3 pour le Crétacé.

La percée thermique est définie ici comme le moment où la déperdition thermique devient supérieure à 1 °C. C'est la percée thermique à 30 ans qui est étudiée ici. Les tableaux ci-après résumant les résultats des différentes simulations.

Tableau 35 : Percée thermique (source : Storengy)

Températures initiales et variation de température sur 30 ans –Exploitation au Jurassique

	Débit [m3/h]	Tinj [°C]	Tinitiale [°C]	T30ans [°C]	Perte thermique [°C]	Année d'apparition de la percée thermique [ans]
Cas cible	250	15	70.0	69.97	0.03	>30 ans
Cas majorant	300	15	70	69.83	0.17	>30 ans

Températures initiales et variation de température sur 30 ans –Exploitation au Crétacé en cas d'échec au Jurassique

	Débit [m3/h]	Tinj [°C]	Tinitiale [°C]	T30ans [°C]	Perte thermique [°C]	Année d'apparition de la percée thermique [ans]
Cas cible	200	15	45.0	44.86	0.14	>30 ans
Cas majorant	250	15	45.0	44.58	0.42	>30 ans

Au niveau du puits de production, le prélèvement engendre un rabattement de nappe. Au niveau du puits de réinjection, on observera une remontée de nappe, comme le montre le schéma de la figure suivante :

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

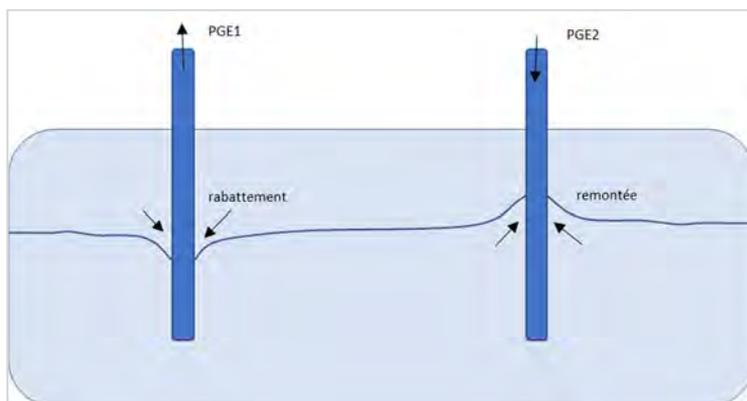


Figure 100 : Effets quantitatifs des puits sur les eaux souterraines (source : SAFEGE)

Le phénomène redouté est une mise en communication des aquifères via un écoulement de l'eau d'un aquifère dans un autre pouvant entraîner :

- une dégradation de la qualité de l'eau dans un des aquifères si l'autre est pollué ou se caractérise par une eau d'une chimie différente
- la baisse du niveau piézométrique dans un aquifère pouvant entraîner des assèchements de captages voisins, voire des désordres géotechniques
- l'augmentation du niveau piézométrique d'un aquifère superficiel pouvant entraîner une remontée d'eau à la surface

Des mesures suivantes permettront de garantir une exploitation de la géothermie sans interférence sur les aquifères.

- **ME16** – Architecture du puits : la conception du puits est réalisée de manière à éviter tout impact sur les eaux souterraines :
 - ▷ Les deux puits disposent d'isolation renforcée au droit de l'aquifère potable (Eocène), ce qui limite le risque de percement.
 - ▷ Au Jurassique
 - ◆ PGE1 : Isolation verticale renforcée par la pose d'un liner hanger 13''3/8, et cimentation au lieu d'un tubage complet afin de garantir l'isolation entre les réservoirs exploités et l'Eocène. Aussi, l'isolation horizontale sera renforcée par un double cuvelage en face de l'Eocène.
 - ◆ PGE2 : Isolation verticale renforcée par un cuvelage 13''3/8 afin de garantir l'isolation entre les réservoirs exploités et l'Eocène. L'isolation horizontale sera également renforcée par un triple cuvelage en face de l'Eocène.
 - ▷ Au Crétacé
 - ◆ PGE1 : Isolation verticale renforcée par la pose d'un liner hanger 13''3/8 et cimentation au lieu d'un tubage complet. L'isolation horizontale sera assurée par un simple cuvelage car le Crétacé est qualifié de quasi-potable : pas de risque majeur de pollution en cas d'épanchement.
 - ◆ PGE2 : Isolation verticale renforcée par la pose d'un cuvelage 13''3/8 afin de garantir l'isolation entre les réservoirs exploités et l'Eocène. L'isolation horizontale sera assurée par un double cuvelage en face de l'Eocène.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- **ME17** – Contrôle et suivi des installations : un suivi des paramètres suivants sera réalisé de manière à prévenir tout dysfonctionnement, notamment de type fuite ou éruptivité :
 - ▷ Variation de température de production ;
 - ▷ Variation de débit de production ;
 - ▷ Variation de pression d'injection ;
 - ▷ Variation de fréquence de fonctionnement des pompes.

Les contrôles d'intégrité des cuvelages par diagraphie à l'aide d'outil adapté constituent des mesures directes permettant d'accéder à un percement avéré ou imminent (fréquence quinquennale).

Les cuvelages seront traités contre la corrosion selon spécificités de l'eau géothermale.

De plus, l'impact hydraulique sur l'usage des réservoirs a également été étudié.

Concernant l'Impact hydraulique au jurassique, Il n'y a aucun puits d'exploitation proche du futur doublet de PGE dans le Jurassique. Il n'y a de ce fait aucun impact hydraulique sur les puits existants dans ce réservoir.

Considérant les hypothèses de calcul, l'impact en pression est limité aux alentours du doublet géothermique.

L'impact en pression au Jurassique à 250 m³/h après 30 ans d'exploitation estimé est représenté sur la figure ci-dessous, il est localisé et reste modéré : 1.7 bar à 500m au nord du puits producteur, 0.7 bar à 2 km au nord du puits producteur.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

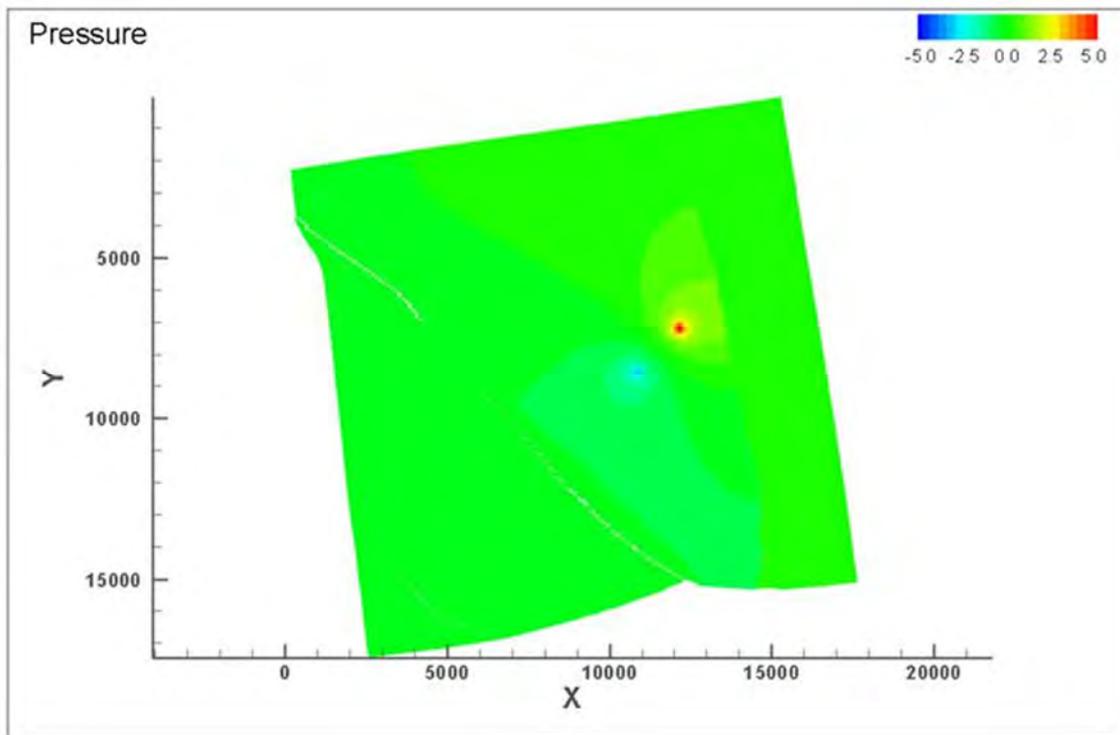


Figure 101 : Carte de l'estimation de l'impact en pression⁴² (différence de pression entre le 01/01/2020 et le 01/01/2050) de l'exploitation au Jurassique du doublet de PGE.

Concernant l'évaluation des Impacts hydrodynamiques au Crétacé, les simulations numériques indiquent que les interactions du doublet avec les puits alentours distants comme indiqués dans le tableau ci-dessous sont minimales au plan hydrodynamique.

Tableau 36 : Distances [m] entre les puits (impacts au toit du réservoir)

Puits	Lormont	La Benauge	Mériadeck	Mérignac	Saige-Formanoir
Producteur PGE1	3 262	1 012	3 397	13 263	8 698
Injecteur PGE2	1 997	1 914	4 580	14 319	9 960

Les variations de pression induites sont de l'ordre de quelques dixièmes de bar et demeurent inférieures à 1 bar.

Tableau 37 : Résumé des interférences hydrauliques. L'impact en pression correspond à la différence de pression entre le 01/01/2020 et le 01/01/2050.

Puits	Impact en pression [bar]
Lormont	+ 0.16
La Benauge	- 0.20
Mériadeck	- 0.10

⁴² Pression en bar

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Puits	Impact en pression [bar]
Mérignac	0
Saige-Formanoir	- 0.02

Les impacts hydrodynamiques sont de ce fait négligeables sur les autres puits d'exploitation du Crétacé.

Ce qu'il faut retenir...

En phase exploitation, le projet engendre un rabattement de nappe au niveau de PGE1 et une remontée au niveau de PGE2. Les mesures mises en place permettent d'éviter tout effet négatif sur les eaux souterraines, notamment via l'architecture des puits et la mise en place d'un contrôle de différents paramètres. Il est à noter que l'exploitation de la géothermie n'occasionnera pas d'interférence avec les usages des eaux souterraines existants.

6.1.3 Incidences sur les eaux de surface

6.1.3.1 Effets temporaires et mesures associées

Le projet ne prévoit pas d'usage des eaux superficielles. Toutefois, une pollution accidentelle de ces eaux peut avoir lieu :

- ▷ Via les boues de forage : il s'agit du fluide de forage permettant de remonter les cuttings à la surface. Ces boues peuvent être polluées et ramener des polluants à la surface, qui à leur tour sont susceptibles de contaminer les eaux superficielles via un ruissellement vers la Garonne.
- ▷ Via les eaux de ruissellement : il s'agit des eaux de pluie et des eaux de lavages d'outils et d'engins pouvant être utilisées sur le chantier. Ces eaux peuvent contenir des pollutions susceptibles de contaminer les eaux superficielles.
- ▷ Via le stockage de produits polluants : le chantier nécessite le recours à des produits polluants tels que du carburant, des huiles, etc. Ces produits étant situés à l'intérieur du chantier, une pollution accidentelle des eaux de surface peut survenir en cas de fuite des contenants.
- ▷ Via les eaux géothermales : ces effets sont décrits en détail dans la partie 6.1.5.

Toutes les précautions seront prises pour éviter ce type de pollution, via les mesures suivantes :

- **ME04** – Mise en place d'une plateforme en grave ciment : en complément des informations présentées sur le paragraphe relatif à la qualité de l'air, la plateforme sera réalisée de manière à éviter les effets sur les eaux superficielles :
 - ▷ La surface située au droit de la « zone de fabrication et stockage des fluides de forage » d'environ 200 m² pendant la durée des travaux sera imperméable (en effet, les produits utilisés pour fabriquer la boue sont manipulés au-dessus de ce secteur, d'où la nécessité de protection et d'imperméabilisation du sol). Cette zone sera entourée de caniveaux connectés à un bac de rétention. Pour le reste du chantier, les autres secteurs seront aménagés suivant ces descriptions :
 - ◆ La cuve à fioul disposera d'un système d'étanchéité double enveloppe ;
 - ◆ Les autres secteurs du chantier seront des bureaux, des lieux de circulation temporaire ou de stock de matériel dans des bungalows.
- **ME05** – Stockage des produits polluants : Les citernes de carburant, les barils d'huile et tout autre produit polluant seront stockés dans des bacs étanches de rétention, permettant de recueillir la totalité du volume des contenants en cas de fuite. Les produits de vidange seront évacués dans un site de traitement adéquat.
- **ME18** – Le circuit boue : le circuit des boues est dédié et « fermé », il est important de pouvoir suivre le volume de la boue pendant les opérations c'est un paramètre essentiel au pilotage du forage. La boue va circuler des bacs de fabrication et de stockage, aux pompes, et sera injectée par les tiges de forage dans le puits jusqu'à l'outil de forage (dont le travail va être facilité par l'injection de boue, ce fluide va refroidir l'outil et augmenter la foration). La boue chargée de déblais ressortira du forage et sera filtrée sur les tamis puis elle sera recyclée dans le circuit boue. Les déblais seront stockés dans la cutting box (ou borbier) avant d'être évacués en filière de traitement agréée. Certains de ces déblais sont échantillonnés régulièrement pour vérifier la géologie des terrains traversés lors du forage et piloter la

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

réalisation du puits. Au moment des changements de phase de forage (réduction de diamètre après une cimentation), la boue peut être changée. Dans ce cas la « vieille boue » est évacuée en filière de traitement agréée. Les bacs à boue sont positionnés sur des zones étanches entourées de caniveaux qui permettent la récupération des eaux pluviales aux alentours des bacs, au droit de la zone où des déversements accidentels peuvent éventuellement se produire. Ces boues sont composées d'un mélange d'eau douce et de bentonite additionné de polymères biodégradables, non toxiques pour l'environnement et la santé.

- **MR26** – Dépotage des carburants : il sera effectué selon les besoins du chantier, dans le respect de la réglementation en vigueur et des normes de sécurité (sonde de trop plein, raccords antistatiques et antidéflagrants, rétention...).
- **MR25** – Gestion des eaux de ruissellement : les plateformes qui accueilleront les forages PGE1 et PGE2 seront imperméables. Sur la plateforme, un secteur imperméable, au droit du quartier boues, sera spécifiquement isolé du point de vue des écoulements de façon à bien séparer les eaux ruisselant sur ce secteur des autres eaux pluviales de la plateforme (voir Figure 102 : Schéma des secteurs imperméables spécifiques). Les secteurs de la cave et du fossé à égouttures étanches permettront de collecter les eaux de ruissellement, pour ensuite pouvoir les évacuer, avec les eaux pluviales, vers un séparateur d'hydrocarbures avant d'être rejetée dans une nous d'infiltration.

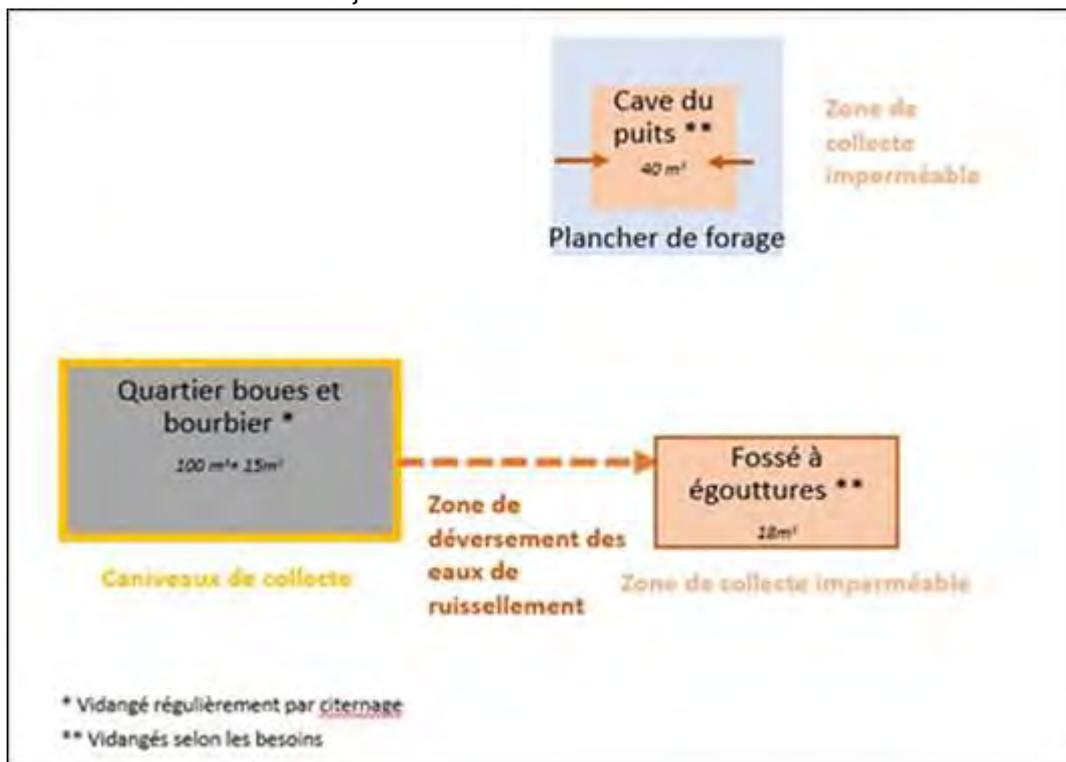


Figure 102 : Schéma des secteurs imperméables spécifiques

Ce qu'il faut retenir...

Le chantier est susceptible d'engendrer une pollution accidentelle des eaux de surface. Un ensemble de mesures sera mis en place de manière à éviter ou limiter les risques de pollution.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

6.1.3.2 Effets permanents et mesures associées

En phase exploitation, il existe plusieurs risques pour les eaux superficielles :

- ▷ Via les opérations de maintenance : certains produits polluants peuvent être utilisés lors de la maintenance du site et des machines. En cas de fuite, les eaux de surface pourraient être contaminées
- ▷ Via le rejet des eaux géothermales : en exploitation, les eaux géothermales seront réinjectées via le puits injecteur PGE2. Un rejet dans le réseau d'assainissement peut avoir lieu lors des opérations de maintenance. Ces rejets seront évacués dans les conditions fixées par le gestionnaire du réseau.

Afin de limiter les risques, les mesures suivantes seront mises en place :

- **ME05** – Stockage des produits polluants : le stockage des barils d'huile et de carburant sera effectué dans des bacs de rétention, comme en phase de travaux. Des protections imperméables seront mises en place sous les machines lors des opérations de maintenance.
- **ME19** – Cave : la cave dans laquelle seront situées les têtes de puits sera cimentée.
- **ME20** – Recours éventuel à un spacer : l'usage d'inhibiteur de corrosion n'est pas prévu pour le Jurassique ou le Crétacé. Si la qualification de l'eau induit l'usage d'un inhibiteur, un spacer placé sur la tête de puits permettra si besoin le passage d'une ligne pour inhibiteur.



Ce qu'il faut retenir...

Un risque faible de pollution accidentelle des eaux de surfaces existe en phase exploitation. Des mesures relatives au stockage des produits polluants et à la gestion de ces polluants seront mises en place afin de limiter ce risque.

6.1.4 Incidence sur les réseaux d'assainissement et d'eau potable

6.1.4.1 Effets temporaires et mesures associées

Les sanitaires et douches des bases de vie du chantier seront alimentées par le réseau d'eau potable de la commune de Bordeaux. Les rejets se feront de préférence au réseau des eaux usées, ou par une fosse septique selon la proximité du réseau.



Ce qu'il faut retenir...

La consommation d'eau potable et les rejets aux réseaux pendant le chantier seront négligeables.

6.1.4.2 Effets permanents et mesures associées

Une fois le chantier terminé, il n'y aura pas d'incidence sur les réseaux d'assainissement et d'eau potable, mis à part le ruissellement des eaux pluviales sur la plateforme qui se déverseront dans le réseau public et seront conformes au règlement d'assainissement de Bordeaux Métropole.



Ce qu'il faut retenir...

Le site sera raccordé aux réseaux publics.

6.1.5 Incidence des rejets d'eaux géothermales

Il s'agit des eaux pompées lors des essais de productivité des puits, sur une durée maximale de 10 jours. Le volume total d'eaux est estimé entre 6000 et 10 000 m³ avec un débit maximal de 300 m³/h pendant maximum 2 heures consécutives. Des analyses d'eau seront réalisées lors des phases de pompage pour caractériser les rejets et décider de leur destination.

- **ME21** – Stockage des eaux géothermales d'essai : un bassin destiné à recueillir ces eaux sera installé sur une parcelle à proximité de la plateforme. Les eaux y seront analysées puis traitées en fonction de leur qualité.
- **MR27** – Traitement éventuel des eaux géothermales : compte tenu de la température des eaux produites, elles seront refroidies dans des tours de refroidissement afin de faire baisser leur température sous les 30°C, puis stockées temporairement dans des bacs avant d'être évacuées dans le réseau d'eaux pluviales/usées à proximité du chantier via les collecteurs mis à disposition par la SGAC. Si les analyses mettent en évidence la présence de paramètres géochimiques dépassant ceux exigés par le réseau de Bordeaux Métropole, un traitement par séparateur d'hydrocarbures sera réalisé avant un rejet éventuel au réseau.

L'avancement actuel du projet prévoit un scénario de rejet de ces eaux géothermales dans les réseaux existants et convenu avec le gestionnaire de réseaux de la SGAC au travers d'une convention de rejet temporaire (voir la convention signée par le SGAC en mode projet en annexe). Le volume d'eau produit pendant ces essais dépendra des caractéristiques des aquifères et du mode de mise en débit sans pour autant dépasser les hypothèses majorantes émises au MA02.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Dans le cas d'un rejet selon les scénarios 2 ou 3, le règlement d'assainissement à l'œuvre sur le territoire du projet est le *Règlement du service public : assainissement collectif* en date du 02/01/2013.

- **MA02** – Mise en place d'une Convention de rejet temporaire : suite à la réunion de juin 2017 avec le gestionnaire du réseau (Société de Gestion de l'Assainissement de la CUB – SGAC), une convention de rejet temporaire sera rédigée. Une hypothèse majorante de débit de rejet (250 m³/h) et des volumes prévus (10 000 m³) a été présentée afin de connaître sa compatibilité avec le réseau. Les conditions des essais (débit, durée) ainsi les résultats d'analyses d'eau des aquifères Crétacé et Jurassiques de puits existants ont été transmises au gestionnaire. C'est sur la base de ces éléments qu'un projet de convention signée figure en annexe de l'étude d'impact. Ce document spécifie les exigences en matière d'analyses d'eau. L'article 3.1.d du règlement, considère les eaux telluriques (eaux provenant de forages géothermiques comme des eaux usées autres que domestiques). L'article 43 précise que « *La réinjection directe au milieu naturel des eaux de rabattement de nappe (provisoire ou permanent) est à privilégier* ». Les scénarios 2 et 3 prévoient des rejets provisoires, limités aux essais de productivité des puits et d'un volume de 10 000m³ maximum. A ce titre, le règlement (article 43.1) précise que « *lorsqu'il est démontré que la réinjection directe au milieu naturel n'est pas possible (présence d'argile, interdiction administrative, ...), le rejet de façon provisoire dans le réseau public de collecte peut être exceptionnellement envisagé (pour permettre la réalisation de travaux par exemple). Il doit alors faire l'objet d'une autorisation de déversement [...]* ».

Les seuils d'exigence pour un rejet aux réseaux publics sont déterminés par l'Arrêté ministériel du 02/02/1998 applicable aux ICPE soumises à autorisation pour les paramètres suivants : DBO₅, DCO, métaux lourds, MES, azote et phosphore. L'AP fixe également une température maximale de rejet de 30°C. Le projet prévoit de rejeter des eaux qui respecteront ce seuil. Pour rappel, l'eau est prélevée à une température d'environ 70°C.

En cas d'urgence opérationnelle et s'il s'avérait qu'en cas de rejet la salinité soit trop élevée, une dilution pourra être envisagée afin que les caractéristiques de l'eau soient compatibles avec les exigences du réseau d'assainissement comme cela se pratique sur tous les chantiers du Dogger en Ile-de-France. Cette eau issue de l'aquifère sera diluée avec une eau moins minéralisée et le gestionnaire sera, en plus de la convention de rejet, prévenu 7 jours avant le relargage dans le réseau d'assainissement.

Un projet d'Arrêté est transmis en annexe 10.



Ce qu'il faut retenir...

Les eaux géothermales seront stockées pour être caractérisées puis traitées de manière adéquate puis rejetées soit au réseau, soit au milieu naturel en fonction de leur qualité.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

6.2 Compatibilité avec le SDAGE Adour-Garonne

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux du bassin Adour-Garonne est présenté dans le paragraphe 4.2.6.1 de l'état initial.

Il propose les objectifs environnementaux suivants, au sens de la Directive cadre sur l'eau :

- ▷ 1. Non détérioration des cours d'eau ;
- ▷ 2. Atteinte du bon état des eaux ;
- ▷ 3. Prévention et limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines ;
- ▷ 4. Inversion de toute tendance à la hausse, significative et durable, de la concentration de polluants dans les eaux souterraines ;
- ▷ 5. Réduction progressive ou, selon les cas, suppression des émissions, rejets et pertes de substances prioritaires, pour les eaux de surface ;
- ▷ 6. Atteinte des objectifs liés aux zones protégées.

Le projet de boucle géothermale est concerné par tous les objectifs.

Afin de les atteindre, le SDAGE présente 4 dispositions, déclinées en orientations. Le tableau suivant présente ces dernières, et vérifie la compatibilité du projet avec elles.

Tableau 38 : Compatibilité du projet avec les orientations et dispositions du SDAGE (source : SDAGE)

Dispositions	Intitulé	Mesures mises en place dans le projet	Compatibilité
Orientation A : créer les conditions de gouvernance favorables à l'atteinte des objectifs du SDAGE			
A1 à A39	-	Sans objet	-
Orientation B : Réduire les pollutions			
B1	Définir, d'ici 2021, les flux admissibles	Sans objet	-
B2	Réduire les pollutions dues au ruissellement d'eaux pluviales	Les eaux de ruissellement seront récupérées. MR26	Oui
B3	Macropolluants : fixer les niveaux de rejets pour atteindre ou maintenir le bon état des eaux	Sans objet	-
B4	Promouvoir l'assainissement collectif là où il est pertinent	Sans objet	-
B5	Prendre en compte les dépenses de maintenance des équipements liés au service de l'eau	Sans objet	-
B6	Micropolluants : fixer les niveaux de rejets pour atteindre ou maintenir le bon état des eaux	Sans objet	-
B7	Réduire l'impact sur les milieux aquatiques des sites et sols pollués	Les mesures ME01 à ME05, ME11 ? ME13 et ME14 permettent d'éviter les risques de transfert de pollution vers le milieu aquatique. Les mesures MR03, MR25 à MR27 permettent de les réduire.	Oui
B8	Connaître et limiter l'impact des substances d'origine médicamenteuse et hormonale, des nouveaux polluants et des biocides	Sans objet	-

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Dispositions	Intitulé	Mesures mises en place dans le projet	Compatibilité
B9 à B12	Mieux connaître et communiquer pour mieux définir les stratégies d'actions dans le cadre 0 agriculture performante aux plans économique, social et environnemental	Sans objet	-
B13 à B20	Promouvoir les bonnes pratiques agricoles respectueuses de la qualité des eaux et des milieux	Sans objet	-
B21 à B23	Cibler les actions de lutte en fonction des risques et des enjeux	Sans objet	-
B24	Préserver les ressources stratégiques pour le futur (ZPF)	(1)	Oui
B25	Protéger les ressources alimentant les captages les plus menacés	Sans objet	-
B26	Rationaliser l'approvisionnement et la distribution de l'eau potable	Sans objet	-
B27	Surveiller la présence de substances cancérigènes mutagènes et reprotoxiques (CMR) et de résidus médicamenteux dans les eaux brutes et distribuées	Sans objet	-
B28	Maîtriser l'impact de la géothermie sur la qualité de l'eau	(2)	Oui
B29	Réhabiliter les forages mettant en communication les eaux souterraines	(3)	Oui
B30 à B33	Une eau de qualité satisfaisante pour les loisirs nautiques, la pêche à pied et le thermalisme	Sans objet	-
B34	Diagnostiquer et prévenir le développement des cyanobactéries	Sans objet	-
B35 à B43	Sur le littoral, préserver et reconquérir la qualité des eaux des estuaires et des lacs naturels	Sans objet	-
Orientation C : améliorer la gestion quantitative			
C1	Connaître le fonctionnement des nappes et des cours d'eau	Le projet permettra une meilleure connaissance des nappes du Jurassique	Oui
C2	Connaître les prélèvements réels	Sans objet	-
C3 à C19	Gérer durablement la ressource en eau en intégrant le changement climatique	Le projet est concerné par la disposition C12 (4)	Oui
C20 et C21	Gérer la crise	Sans objet	-
Orientation D : Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques			
D1 à D15	-	Sans objet	-

Le projet est plus particulièrement concerné par quatre dispositions, explicitées ci-dessous :

(1) B24 : Préserver les ressources stratégiques pour le futur (ZPF)

Les zones à protéger dans le futur (ZPF) sont des secteurs stratégiques, identifiés sur la carte ci-dessous, qui doivent faire l'objet d'une politique publique prioritaire de préservation des ressources en eau utilisées aujourd'hui et dans le futur pour l'alimentation en eau potable. Une

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

vigilance particulière est nécessaire afin de prévenir la détérioration de l'état des masses d'eau concernées.

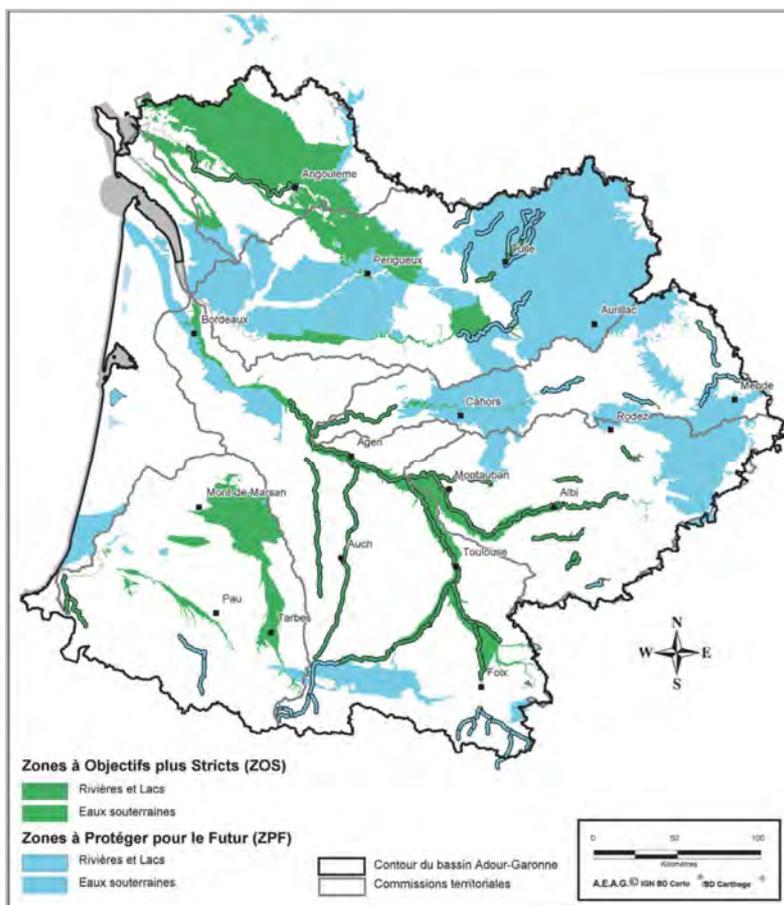


Figure 103: Localisation des ZPF (source : SDAGE)

À l'intérieur de ces zones, des zones à objectifs plus stricts (ZOS) peuvent être définies. Dans ces zones où la ressource est utilisée aujourd'hui pour l'alimentation en eau potable, les objectifs de qualité plus stricts peuvent être définis afin de réduire le niveau de traitement pour produire de l'eau potable.

Les ZPF dans leur globalité ont vocation à centraliser l'ensemble des moyens visant à protéger qualitativement et quantitativement les ressources en eau nécessaires à la production d'eau potable, en vue de la préservation ou de la récupération de la qualité, par la mise en œuvre des dispositions de gestion qualitative et quantitative décrites dans les orientations B et C.

L'État et ses établissements publics procèdent d'ici 2021 à la mise à jour de la délimitation de ces zones selon une méthode harmonisée à l'échelle du bassin. Ils associent à cette mise à jour les représentants des acteurs concernés. Cette mise à jour est validée par le comité de bassin.

Les documents d'urbanisme prévoient des zonages compatibles avec les enjeux de protection de ces zones.

Le SDAGE définit à travers cette disposition 20 nappes captives comme ZPF. Trois d'entre elles sont présentes au droit du périmètre d'étude :

- FRFG071 : Sable, gravier, calcaires de l'Eocène nord AG
- FRFG072 : Calcaire du sommet du Crétacé supérieur captif nord-aquitain
- FRFG073 : Calcaire et sables du Turonien Coniacien captif nord-aquitain

Le projet vise l'exploitation de la ressource du Jurassique. Les mesures ME01 à ME05, ME13 et ME14, ainsi que les mesures MR25 à MR27 seront mises en place pour éviter tout effet sur ces trois nappes.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

(2) B28 : Maîtriser l'impact de la géothermie sur la qualité de l'eau

L'autorité administrative veille, pour tous les forages à usage géothermique répondant aux articles R. 214-1 et suivants du code de l'environnement :

- ▷ En l'absence de prélèvement, à ce que le forage destiné à l'échange de calories avec le sous-sol préserve la ressource en eau souterraine (isolation des nappes traversées, absence de fuite de fluide caloporteur) ;
- ▷ En à ce que soit étudié l'impact cumulé des forages géothermiques, notamment en termes de refroidissement ou réchauffement des eaux.

Ces dispositions sont vérifiées par le projet, grâce aux mesures mises en place.

(3) B29 : Réhabiliter les forages mettant en communication les eaux souterraines

Les collectivités publiques responsables, en lien avec les Commissions locales de l'eau des SAGE, établissent un programme de diagnostic des forages qui accroissent les risques de contamination des eaux souterraines, en particulier dans les périmètres de protection des captages d'eau potable.

Le préfet, en application de l'arrêté du 11 septembre 2003, et le maire, en application de l'article L. 2212-2 du code général des collectivités territoriales, veillent à la réhabilitation voire au comblement des forages à risque.

Les puits ne sont pas localisés dans un périmètre de protection de captage d'eau potable.

(4) B29 : Maîtriser l'impact de la géothermie sur le plan quantitatif

L'autorité administrative veille à ce que, pour tous les forages à usage géothermique répondant aux articles R. 214-1 et suivants du code de l'environnement, les eaux prélevées soient restituées dans leur réservoir d'origine sauf cas exceptionnel justifié sur le plan hydrogéologique, ou dans un autre réservoir, ou valorisées par un autre usage.

Il pourra être dérogé à ce principe uniquement lors de la régularisation ou du renouvellement d'autorisation d'exploiter des installations existantes qui ne procèdent pas à la réinjection des eaux prélevées si :

- ▷ L'impossibilité de procéder à la réinjection des eaux prélevées est étayée par une étude technico-économique ;
- ▷ Les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable sont mises en œuvre pour valoriser les eaux ne faisant pas l'objet d'une réinjection et optimiser le rendement énergétique de manière à abaisser au maximum la température des rejets à une valeur compatible avec le milieu récepteur ;
- ▷ La compatibilité des caractéristiques physico-chimiques et biologiques du rejet avec le milieu récepteur est démontrée.

Les eaux prélevées sont restituées à leur réservoir d'origine, la masse d'eau supposée du Jurassique, via le puits injecteur. Toutefois, un effet local a lieu au niveau des puits : un rabattement de nappe au niveau de PGE1 et une remontée au niveau de PGE2 (cf. Figure 100)

Ce qu'il faut retenir...

Le projet est compatible avec le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

6.3 Compatibilité avec les SAGE

Le projet est localisé sur les territoires d'application de 2 Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux :

- Le SAGE des Nappes Profondes de Gironde ;
- Le SAGE de l'Estuaire de la Gironde.

6.3.1 SAGE Nappes profondes de Gironde

Le SAGE nappes profondes de Gironde a été approuvé par le Préfet de la Gironde en 2003 pour sa version initiale et en 2013 pour sa version révisée. Le périmètre du SAGE concerne les ressources en eaux souterraines profondes du Miocène, de l'Oligocène, de l'Éocène et du Crétacé sur le territoire du département de la Gironde, soit 10 000 km² environ.

L'objectif du SAGE est de garantir, dans des conditions socio-économiques acceptables, le cas échéant après l'avoir restauré, le «bon état» des ressources de son périmètre, ce qui renvoie :

- ▷ Pour le «bon état qualitatif», aux directives 2000/60/CE et 2006/118/CE du parlement européen et du conseil, qui arrêtent une liste de substances polluantes à rechercher et des valeurs limites
- ▷ Pour le «bon état quantitatif», à la définition adoptée par la CLE lors de sa réunion du 4 juillet 2011, qui combine une approche globale en bilan et des approches locales en pression, et dont il a été vérifié qu'il peut être atteint dans des délais compatibles avec les échéances du SDAGE.

Les principaux systèmes aquifères girondins sont au nombre de six, chacun d'entre eux pouvant renfermer plusieurs réservoirs distincts :

- ▷ Le Pliocène ;
- ▷ Le Miocène ;
- ▷ L'Oligocène ;
- ▷ L'Éocène ;
- ▷ Le Crétacé ;
- ▷ Le Jurassique.

Le SAGE Nappes Profondes ne concerne que les réservoirs inclus au sein des formations du Miocène, de l'Oligocène, de l'Éocène et du Crétacé supérieur. Les systèmes aquifères du Pliocène et du Jurassique encadrent les nappes du SAGE avec lesquelles ils peuvent interférer. Ces nappes sont présentées dans le schéma ci-dessous :

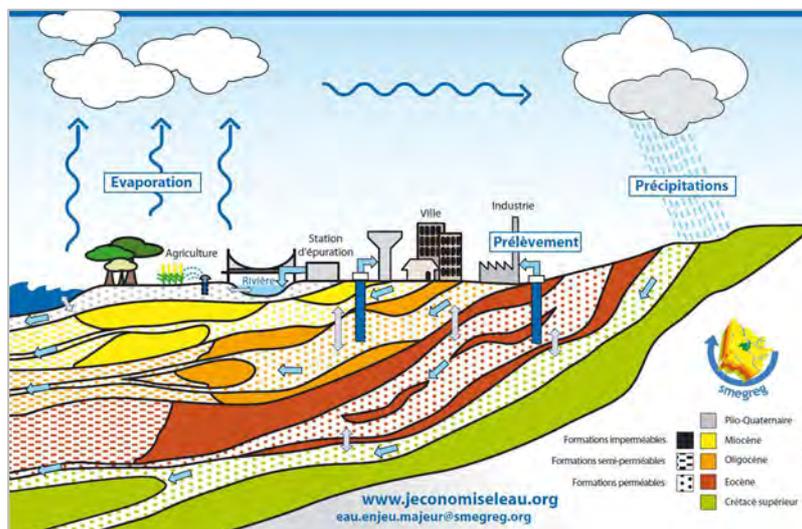


Figure 104 : Schéma de circulation de l'eau souterraine en Gironde (source : sage-nappe33.org)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

La ressource en eau visée par le projet, l'aquifère Jurassique, se situe sous la nappe du Crétacé supérieur, laquelle sera exploitée dans le cas de la mise en place de la solution de repli.

Par ailleurs, ce document prévoit des conditions d'accès aux nappes du SAGE à des fins géothermiques. Pour les installations futures, y compris les puits existants qui n'ont jamais été mis en service, le développement de la géothermie basse énergie sur les réservoirs concernés par le SAGE Nappes profondes pourra être jugée compatible avec le SAGE sous réserve que :

- Les projets soient systématiquement étudiés avec une réinjection dans le réservoir d'origine en solution de base, ce fonctionnement en circuit fermé devant être privilégié.
 - ▷ Le projet prévoit la réinjection des eaux géothermales, après avoir exploité leur chaleur, dans le puits de réinjection PGE2. Ce rejet aura lieu dans le réservoir d'origine, au Jurassique ou au Crétacé, selon la mise en place ou non de la solution de repli.
- En cas de projet envisageant un fonctionnement en circuit ouvert, l'intérêt de cette option soit démontré et les choix en matière de valorisation des eaux soient étayés par une étude technico-économique démontrant l'intérêt du projet pour les ressources concernées par le SAGE et quantifiant les impacts sur l'environnement.
 - ▷ Le projet n'est pas concerné.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet est compatible avec le SAGE des Nappes profondes de Gironde.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

6.3.2 SAGE Estuaire de la Gironde

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Gironde a été approuvé en juin 2013 par la Commission locale de l'eau.

La zone d'étude fait partie de son territoire d'application présenté dans la Figure 105 :



Figure 105 : Territoire d'application du SAGE (source : SAGE Estuaire de la Gironde)

Le SAGE se décline en 10 objectifs, chacun décliné en dispositions :

- ▶ 1. L'environnement global et la place de l'estuaire dans son bassin versant ;
- ▶ 2. Le fonctionnement du bouchon vaseux ;
- ▶ 3. Les pollutions chimiques ;
- ▶ 4. La préservation des habitats benthiques ;
- ▶ 5. La navigation ;
- ▶ 6. La qualité des eaux superficielles et le bon état écologique des sous-bassins versants ;
- ▶ 7. Les zones humides ;
- ▶ 8. L'écosystème estuarien et la ressource halieutique ;
- ▶ 9. Le risque d'inondation ;
- ▶ 10. L'organisation des acteurs et le financement des actions.

Le projet est concerné par les objectifs 3, 6 et 9. Les mesures d'évitement ME01 à ME03, la mesure ME11, ainsi que la mesure MR03 mises en place permettent de limiter les risques de pollutions chimiques accidentelles. D'autre part, le projet tient compte du risque inondation (MR04).



Ce qu'il faut retenir

Le projet est compatible avec le SAGE Estuaire de la Gironde.

6.4 Compatibilité avec le PPRI

Les puits et zone de construction sont localisés sur le territoire d'application du PPRI de l'agglomération bordelaise, comme le montre la carte ci-après. Ce PPRI a été approuvé en 2005, et concerne 17 communes parmi lesquelles Bordeaux et Cenon.

Deux évènements de référence y sont retenus pour définir le risque inondation pour la Garonne :

- l'évènement centennal, caractérisé par la concomitance d'une marée de coefficient 115, d'une surcote au Verdon de 0,79 m et de débits centennaux pour la Dordogne et la Garonne,
- l'évènement exceptionnel, décidé en concertation entre les différents services de l'Etat, a été défini en 1993 pour cartographier les zones d'expansion dans l'agglomération bordelaise élargie. Il représente la concomitance d'une marée de coefficient 118, d'une surcote au Verdon de 1,19 m, de débit de la Garonne de 7 200 m³/s et d'un vent sur l'estuaire de 15 m/s (54 km/h). Cet évènement possède une période de retour largement supérieure à 100 ans.

6.4.1 Le zonage et les prescriptions du PPRI actuel :

Le règlement du PPRI prescrit des dispositions particulières en fonction d'un zonage, présenté dans la figure ci-dessous :

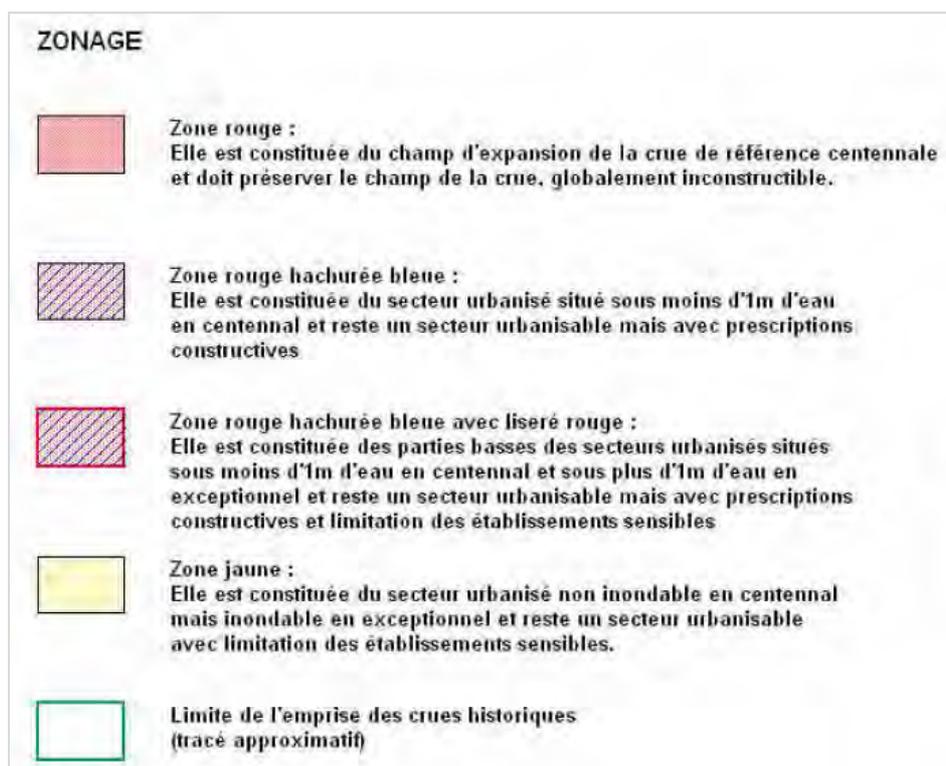


Figure 106 : Légende des zonages du PPRI (source : PPRI agglomération bordelaise)

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Les zones d'implantation des puits et des chantiers correspondent aux zonages suivants :

- ▶ Puits PGE1 : il est situé dans une zone rouge hachurée bleue, urbanisable mais avec prescriptions constructibles. Dans cette zone rouge hachurée bleue le développement n'est pas interdit. Il est réglementé afin de tenir compte du risque inondation en vertu du principe de précaution. Les dispositions constructives du puits seront faites de manière à respecter les objectifs suivants :
 - La réduction des activités pouvant présenter un risque, et la prévention des dommages à l'environnement par l'intermédiaire des eaux du fleuve en crue ;
 - La limitation de l'exposition directe à l'inondation des logements ;
 - Pour les constructions neuves, l'obligation d'intégrer la connaissance du risque dans les techniques constructives et dans l'occupation des niveaux inondables.
- ▶ Puits PGE2 : il est quant à lui situé dans une zone sans risque, donc sans restriction d'urbanisation.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

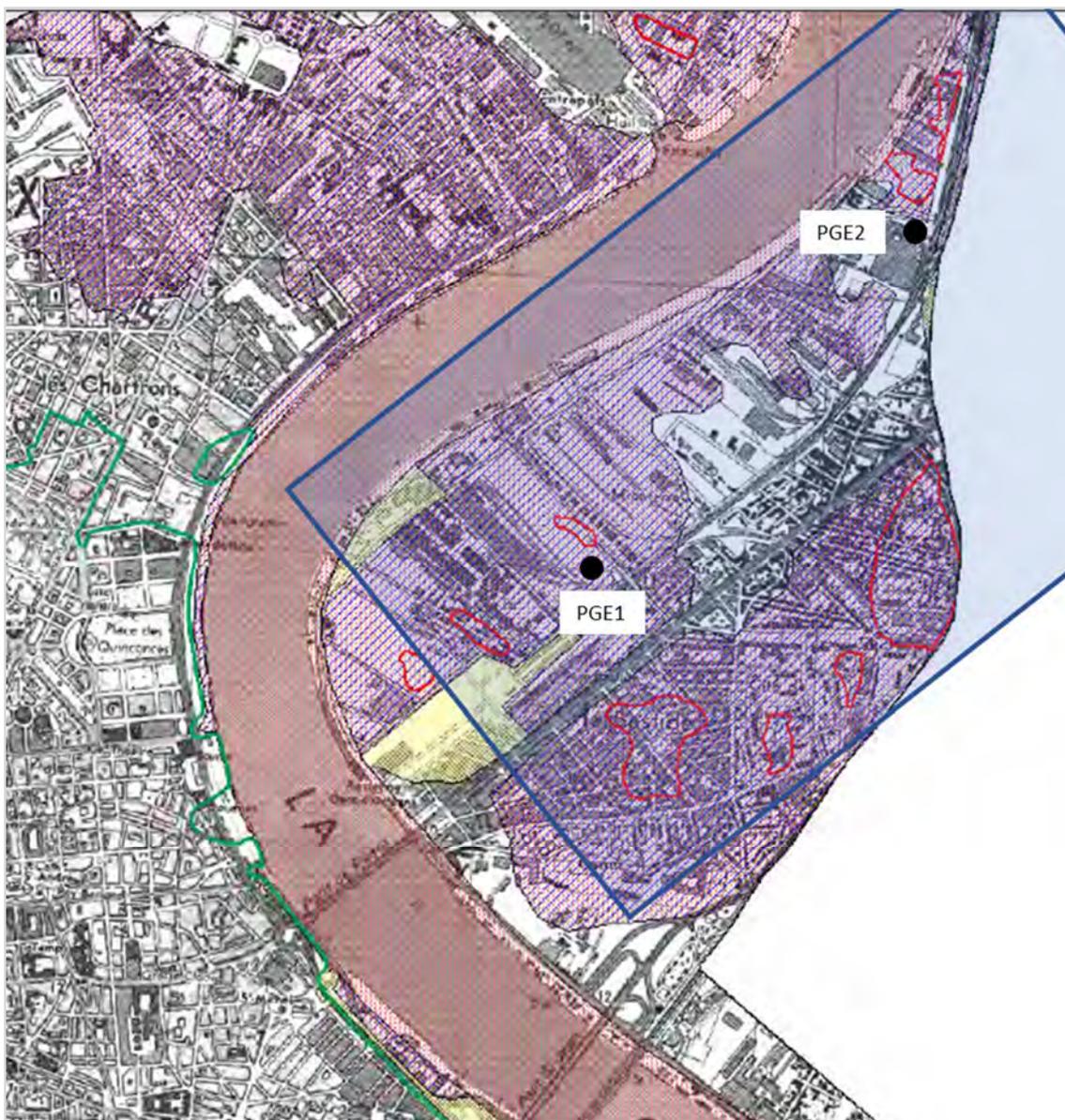


Figure 107 : Carte du zonage réglementaire de la commune de Bordeaux (source : PPRI de l'agglomération bordelaise)

Le projet prévoit la construction d'une cave en béton à quatre mètres de profondeur. Or, il est à noter qu'une restriction de construction applicable à la zone rouge hachurée bleue, interdit les *constructions en sous-sol*. Toutefois, le règlement précise aussi que :

- ▷ « **Des caves cuvelées, totalement étanches à la crue et disposant d'un accès au-dessus de la cote de seuil centennale CS 100, pourront également être aménagées** »

Par ailleurs, toute construction nouvelle doit respecter les mesures de construction suivantes :

- ▷ Les fondations et les parties de bâtiment construites sous la cote de seuil centennale doivent être réalisées avec des matériaux insensibles à l'eau, dit hydrofuges ;
- ▷ Les bâtiments doivent pouvoir résister aux tassements différentiels et aux sous pressions hydrostatiques ;

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- ▷ Les installations de production et d'alimentation en fluide doivent être situées au-dessus de la cote de seuil centennale ; en cas d'impossibilité, les réseaux et alimentations inondables doivent être protégés et il doit être possible de les isoler du reste de l'installation ;
- ▷ Toutes les parties sensibles à l'eau des installations fixes telles qu'appareillages électriques ou électroniques, moteurs, compresseurs, machineries d'ascenseur, appareils de production de chaleur ou d'énergie, devront être implantées à une cote supérieure à la cote de seuil centennale y compris les matériaux susceptibles de flotter ou de faire obstacle à l'écoulement des eaux, même stockés de façon temporaire, dont les produits dangereux et polluants.

6.4.2 La révision du PPRI : les nouveaux événements de référence

Depuis la tempête Xynthia en février 2010 et ses conséquences néfastes, l'Etat a reconsidéré le risque d'inondation par submersion marine. La révision du PPRI a été prescrite le 2 mars 2012 et est toujours en cours par les services de l'Etat, le PPRI actuel sera substitué par un PPRL (Plan de Prévention des Risques Littoraux).

Après la prescription de la révision du PPRI, Bordeaux Métropole a mené des études hydrauliques fines sur ses secteurs stratégiques avec l'étude hydraulique Plaine de Garonne notamment, en s'appuyant sur la circulaire ministérielle du 27 juillet 2011 qui définit les événements de références du futur Plan de prévention des risques permettant :

- d'avoir une meilleure connaissance du risque inondation,
- d'identifier les secteurs les plus sensibles,
- d'appliquer le principe de précaution dans le cadre de la délivrance des autorisations d'occupation du sol.

Selon la méthodologie nationale, les PPRI doivent prendre en compte le plus fort événement connu à condition que celui-ci soit au minimum un événement de type centennal : c'est-à-dire ayant 1 chance sur 100 de se reproduire chaque année (on parle aussi de « période de retour de 100 ans »). L'analyse des phénomènes hydrauliques locaux lors de la tempête Martin de 1999 a montré que cet événement possède une période de retour supérieure à 100 ans. Un nouvel événement de référence a donc été défini.

De plus, la réglementation impose également de prendre en compte, pour tous les événements liés à un phénomène maritime, la montée des eaux induites par le changement climatique. Cette dernière est basée sur les hypothèses du GIEC (Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Le futur PPRI prendra donc en compte :

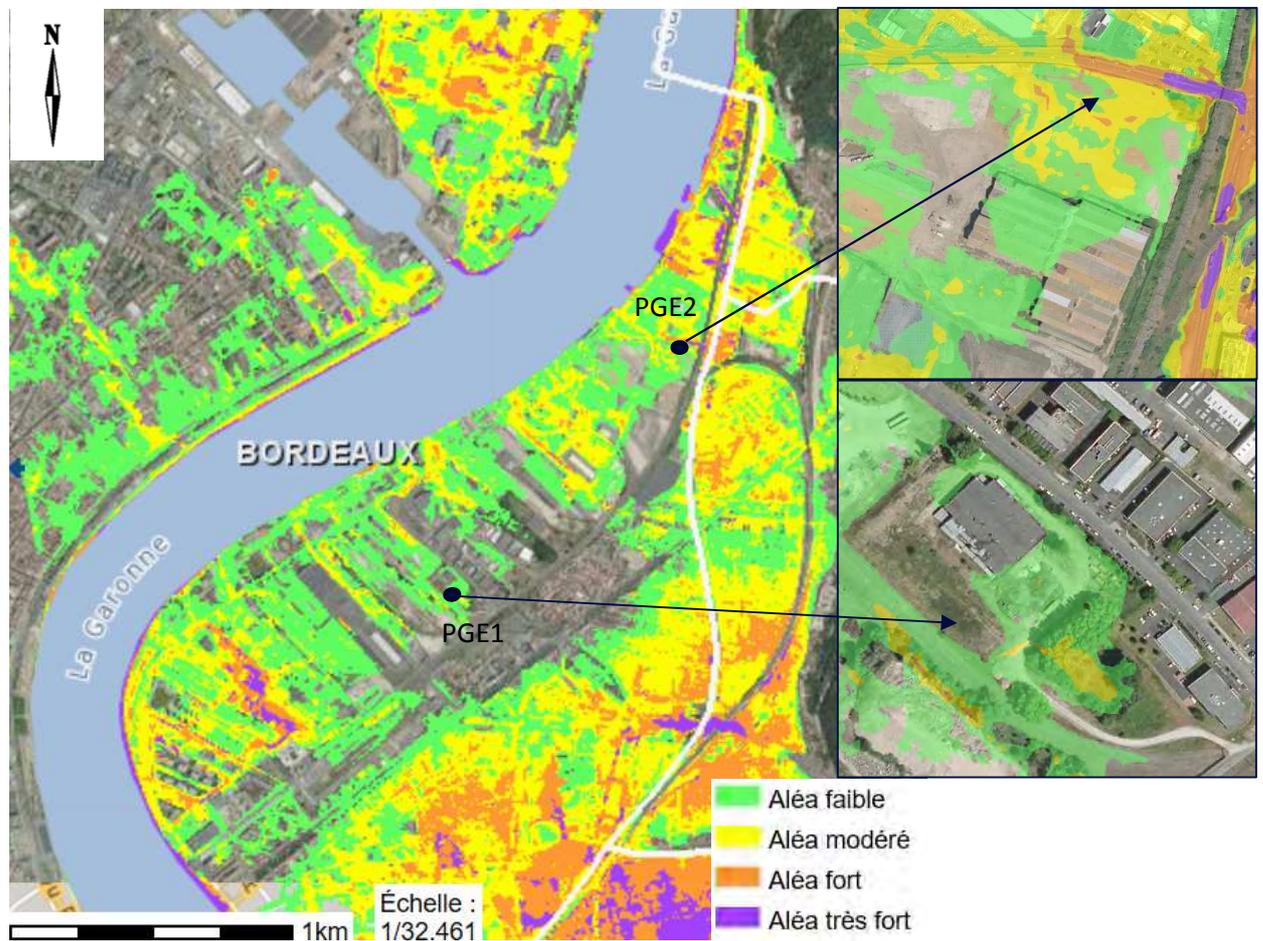
- un aléa de référence : il s'agit de l'événement de décembre 1999, auquel on ajoute une rehausse de 20 cm du niveau d'eau au Verdon pour intégrer la rehausse des océans depuis 15 ans.
- Un aléa 2100 qui intègre une nouvelle rehausse de 40 cm du niveau d'eau de l'océan par rapport celui retenu pour l'aléa de référence. Il permet de s'assurer sur le long terme que les habitations construites aujourd'hui seront pérennes et d'apporter des prescriptions pour les projets d'urbanisation.

Dans le cadre de la révision du PPRI des cartes représentant le niveau d'aléa correspondant à l'événement de référence et les niveaux d'eaux à horizon 2100 ont été réalisées (cf cartes ci-après). La carte des niveaux d'eau précise les hauteurs d'eau calculées pour l'événement de référence. Elle permet de déterminer la cote de seuil applicable à chaque construction, en fonction de son type et de sa localisation dans la carte de zonage réglementaire. Ainsi, elle permet

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

de donner une indication sur les cotes de seuil qui seront mise en place à l'issue de la révision du PPRI.

On constate que PGE1 est situé en dehors de tout aléa tandis que PGE2 est situé en zone d'aléa modéré avec une cote de seuil située entre 5 à 5,25 mètres. (cf.Figure 109).



Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

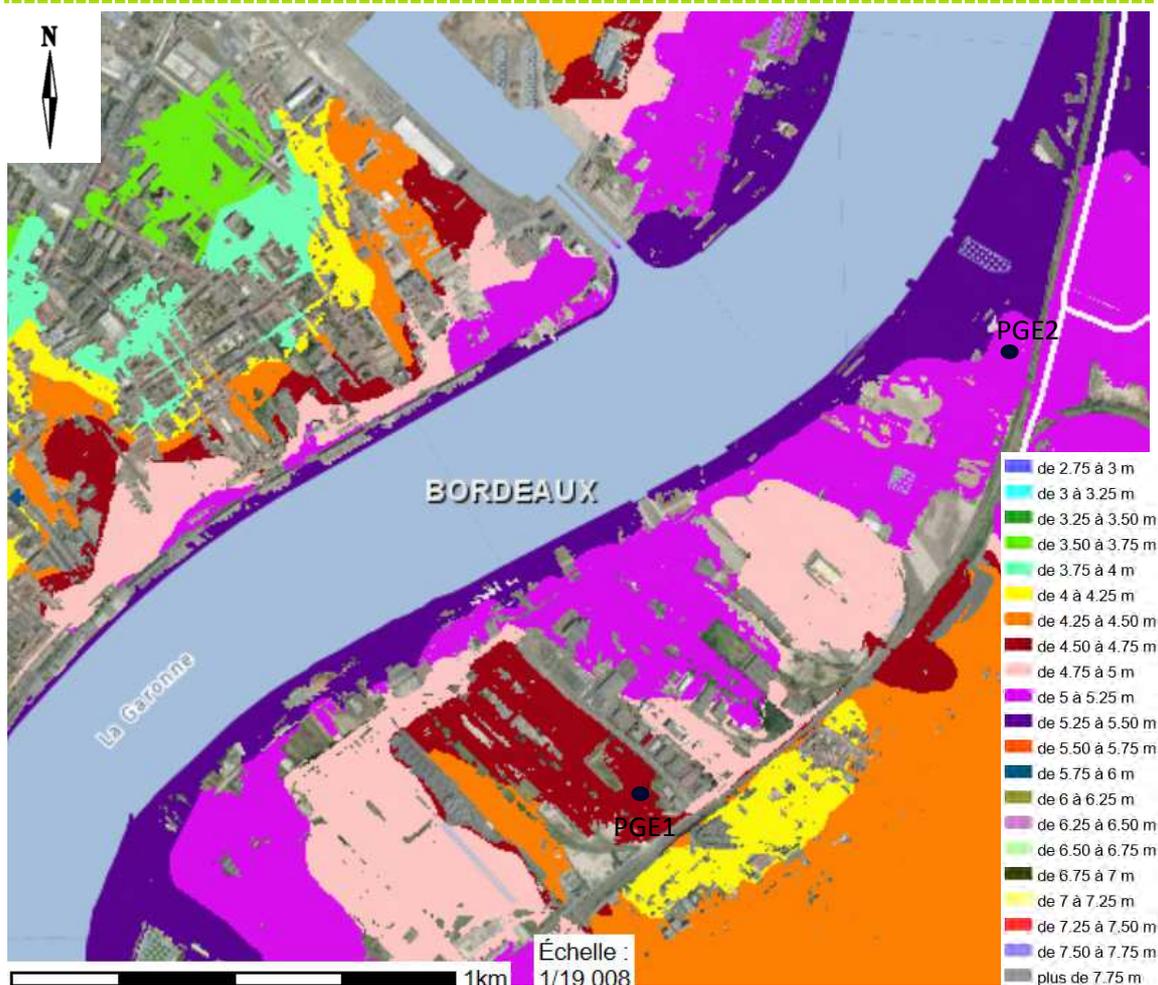


Figure 109 : Classes des niveaux d'eau (source : : www.gironde.gouv.fr)

La plateforme de PGE1 n'est pas concernée par un aléa tandis que la plateforme PGE2 est concernée par un risque d'aléa faible à modéré.

En cas de risque avéré d'inondation le matériel de chantier (de PGE2 susceptible d'être emporté par une crue sera retiré et entreposé sur la parcelle Grand Moulin – PGE1. Les bungalows, machine de forage et équipements associés dont bacs à boue, etc. resteront sur la plateforme.

Ce qu'il faut retenir

L'architecture des puits et le déroulement du chantier ont été pensée de manière à respecter les prescriptions du PPRI. Le projet est donc compatible avec le PPRI de l'agglomération bordelaise en vigueur et tient compte de sa révision en cours.

6.5 Compatibilité avec le PAPI

Pour rappel, le PAPI est un programme de diminution de la vulnérabilité du territoire porté par les acteurs locaux qui vise à réduire les conséquences des inondations sur les territoires à travers une approche globale du risque selon un cahier des charges donné. Après labellisation auprès d'une commission nationale, il fait l'objet d'une contractualisation avec l'Etat, qui apporte alors des financements. Le dossier PAPI Estuaire de la Gironde 2016-2021, piloté par le Smiddest, a été labellisé le 05 novembre 2015 par la Commission Mixte Inondation (CMI).

Le PAPI se décline en 7 axes, chacun décliné actions :

1. Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque ;
2. Surveillance et prévision des crues et des inondations ;
3. L'alerte et la gestion de la crise ;
4. Prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme ;
5. Actions de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens ;
6. Ralentissements des écoulements ;
7. Gestion des ouvrages de protection hydraulique.

Le projet est compatible avec les objectifs du PAPI dans la mesure où il prévoit la maîtrise et gestion des risques d'inondation notamment par sa conformité au PPRI de l'agglomération Bordelaise.



Ce qu'il faut retenir

Le projet est compatible avec le PAPI Estuaire de la Gironde.

7 SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIÉE

Les tableaux suivants présentent une synthèse des effets du projet de boucle géothermale sur l'environnement, ainsi que les mesures mises en place pour les éviter ou les réduire d'abord en phase chantier, puis en phase exploitation.

La dernière colonne correspond aux effets résiduels, c'est-à-dire aux effets du projet sur l'environnement une fois les mesures appliquées.

L'échelle pour les qualifier est la suivante :

Impacts négatifs forts sur l'environnement ou la santé humaine
Impacts négatifs moyens sur l'environnement ou la santé humaine
Impacts négligeables sur l'environnement ou la santé humaine
Impacts positifs moyens sur l'environnement ou la santé humaine
Impacts positifs forts sur l'environnement ou la santé humaine

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 39 : Synthèse des effets du projet et mesures associées en phase chantier (source : SAFEGE)

	Thème	Effets du projet	Mesure	Intitulé	Impact résiduel
Milieu physique	Sol et sous-sol	Les travaux de terrassements nécessaires auront un impact négligeable.		-	
	Pollution du sol	Le chantier du puits PGE2 a lieu sur des sols pollués. Les travaux de forages peuvent également être une source de pollution accidentelle.	ME01 ME02 ME03 ME04 ME05 ME06 ME11MR02 MR03	Confinement des matériaux pollués Cuvelage de l'avant-trou Cimentation adaptée au terrain Mise en place d'une plateforme en grave ciment Stockage des produits potentiellement polluants Têtes de puits équipées de BOP Pompe vide cave Protection des travailleurs sur le chantier Kits anti-pollution	
	Climat	Le chantier n'a pas d'effet significatif sur le climat.		-	
	Vulnérabilité face au changement clim.	Le chantier est vulnérable aux tempêtes, inondations et mouvements terrains, amenés à être plus fréquents avec le changement climatique.	MR04 MR05	Respect des prescriptions du PPRI Surveillance des alertes Vigicrue	
Milieu naturel	Flore et habitat	Le chantier pourra être source d'arrachage de végétation, notamment de l'espèce patrimoniale à enjeu, le lotier hérissé. Le chantier peut aussi être à l'origine du transport et donc de l'implantation d'espèces invasives. Des émissions atmosphériques et une pollution accidentelle peuvent également impacter la flore.	MR07 MR08 MR09 MR10	Repérage des stations de Lotier Garantie des engins à l'intérieur de la zone travaux Arrosage du chantier Limiter la prolifération des espèces invasives	
	Faune et habitat	Le chantier sera une source de dérangement pour la faune. Il peut également être à l'origine de destruction directe d'individus. Des effets temporaires peuvent avoir lieu sur les espèces sensibles en cas de pollution accidentelle.	MR11 MR12 MR13	Adaptation du calendrier des travaux aux périodes de sensibilité des espèces Mise en place d'un filet temporaire Mise en place d'abris à reptiles et amphibiens	
	Paysage	La machine de forage, d'une hauteur de 38m, générera des nuisances visuelles. Ces nuisances sont temporaires.	-	-	
Milieu humain	Occupation du sol	Une zone interdisant toute construction sera garantie autour des puits : zone <i>non aedificandi</i> .	MA01	<i>Zone non aedificandi</i>	
	Population, cadre de vie	Les travaux peuvent être générateurs de risques pour la population.	ME12 MR14 MR15	Sécurité sur le chantier Mise en place d'un PPSPS Information des riverains.	
	Bruit	Les travaux respecteront les zones d'émergences réglementées en matière de bruit	ME08 ME09 MR16	Disposition des bungalows de chantier Bâche acoustique Capotage des équipements	
	Qualité de l'air	Le passage des engins de chantier et les machines peuvent émettre des poussières.	ME04 MR09 MR17	Mise en place d'une plateforme en grave ciment Arrosage du chantier Propreté du chantier	
	Voiries	Le chantier étant situé en zone urbaine, la fluidité du trafic local sera altérée par le passage des camions.	MR15 MR18	Information des riverains Mise en place d'un plan de circulation	
	Réseaux	La consommation d'eau potable et les rejets aux réseaux pendant le chantier seront négligeables.	-	-	
	Patrimoine	Le chantier entraîne un phénomène de covisibilité avec certains monuments historiques à proximité, notamment via le mât de forage. Les nuisances sont de courte durée.	-	-	
	Activité économique	Le chantier n'a pas d'impact négatif sur le dynamisme économique de l'agglomération.	-	-	

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

	Thème	Effets du projet	Mesure	Intitulé	Impact résiduel
	Vibration et émissions lumineuses	Le chantier sera éclairé 24h/24. Les travaux de forage ne seront pas émetteurs de vibrations intenses.	ME10	Balisage de l'appareil de forage	
	Chaleur et radiation	Les émissions de chaleur générées par les engins sur le chantier sont négligeables.	-	-	
	Gestion des déchets	Les travaux seront générateurs de déblais de forage et de terrassement.	MR19 MR20	Traitement des boues de forage Tri sélectif	
	Risques naturels	Le chantier est susceptible aux phénomènes de remontée de nappe, d'inondation, de tempête et de mouvement de terrain.	ME11 MR05 MR06	Pompe vide cave Surveillance des alertes Vigicrue Mesure du vent	
	Risques techno.	Les risques technologiques pendant les travaux sont amplifiés par la présence d'ICPE à proximité. Des gaz dangereux pourront être émis lors des forages.	MR01 MR21 MR22	Surveillance et maintenance de la boucle géothermale Mise en place de détecteur H ₂ S Présence de dégazeur vertical	
	Santé et sécurité	Les rejets de polluants dans l'air sont négligeables par rapport à ceux actuellement générés dans la zone d'étude. De plus, l'accès au chantier sera interdit au public.	MR14 MR24	Mise en place d'un PPSPS Equipements H ₂ S	
Eau	Eaux souterraines	La ressource visée étant située à l'horizon Jurassique, plusieurs aquifères seront traversés et seront susceptibles d'être pollués.	ME14 ME15 MR25	Méthodologie du forage Contrôle continu Gestion des eaux de ruissellement	
	Eaux de surface	Le chantier pourra engendrer une pollution accidentelle des eaux de surface via les boues de forage, les eaux de ruissellement ou le stockage de produits dangereux ou polluants.	ME05 ME18 MR25 MA02	Stockage des produits polluants Stockage des boues Gestion des eaux de ruissellement Mise en place d'une convention de rejet temporaire	
	Eaux géothermales	Les eaux géothermales pompées lors des essais de productivité des puits seront rejetées soit à la Garonne, soit au réseau eaux usées, soit au réseau eaux pluviales. Selon leur qualité, les eaux pourront être traitées de manière adaptée.	ME21 MR26 MR27	Stockage des eaux géothermales d'essai Dépotage des carburants Traitement éventuel des eaux géothermales	

Tableau 40 : Synthèse des effets du projet et mesures associées en phase exploitation (source : SAFEGE)

	Thème	Effets du projet	Mesure	Intitulé	Impact résiduel
Milieu physique	Sol et sous-sol	Le projet n'a pas d'effet sur le sol et le sous-sol en phase exploitation.	-	-	
	Pollution du sol	En phase exploitation, des mesures de protection des sols seront mises en place de manière à éviter toute pollution accidentelle due au stockage de matériaux dangereux et polluants.	ME05 ME11 MR03	Stockage des matériaux polluants Pompe vide cave Kits anti-pollution	
	Climat	En phase exploitation, En phase exploitation le projet a un effet positif sur le climat dans la mesure où il participe à la lutte contre le changement climatique.	-	-	
	Vulnérabilité face au changement clim.	Les puits et la canalisation étant en souterrain, le projet est peu vulnérable au changement climatique en phase exploitation.	MR04	Respect des prescriptions du PPRI	
Milieu naturel	Flore et habitat	Le projet prévoit la consommation d'espaces naturels de type friches herbacées, à enjeu faible. L'impact direct permanent du projet est très faible à faible sur les habitats naturels et négligeable sur la flore remarquable..	MR10	Limitation de la prolifération des espèces invasives	
	Faune et habitat	Les effets du projet sont négligeables sur toutes les espèces après mise en place des mesures d'évitement et de réduction.	-	-	

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

	Thème	Effets du projet	Mesure	Intitulé	Impact résiduel
	Paysage	Le projet jouit d'une bonne intégration paysagère, les têtes de puits n'entraînent pas d'effets de covisibilité avec des monuments inscrits ou classés au titre des monuments historiques.	ME07 ME16	Insertion paysagère Architecture du puits	
Milieu humain	Occupation du sol	Une zone interdisant toute construction sera garantie autour des puits : zone <i>non aedificandi</i> .	MA01	<i>Zone non aedificandi</i>	
	Population, cadre de vie	Le projet n'aura pas d'impact permanent sur la population.	-	-	
	Bruit	Le projet respecte les zones à émergences réglementées en phase exploitation.			
	Qualité de l'air	Le projet n'a pas d'effet significatif sur la qualité de l'air en phase exploitation.	-	-	
	Voiries	En phase exploitation le projet n'a pas d'impact significatif sur les voies de communication.	-	-	
	Réseaux	Le site sera alimenté en eau potable par le réseau de la ville de Bordeaux. Les eaux pluviales de voiries seront traitées avant rejet au réseau public. Les eaux usées domestiques seront traitées par la station communale Louis Lafargue.	-	-	
	Patrimoine	Le projet n'a pas d'impact négatif sur le patrimoine culturel et archéologique en phase exploitation.	-	-	
	Activité économique	En phase exploitation, le projet permet de limiter les coûts d'énergie via l'utilisation d'une ressource renouvelable, locale et non émettrice de gaz à effet de serre.		-	
	Vibration et émissions lumineuses	Le projet n'a pas d'impact significatif sur les vibrations et les émissions lumineuses en phase exploitation.	-	-	
	Chaleur et radiation	En phase exploitation, les puits et la canalisation ne généreront ni chaleur, ni radiation dans le milieu extérieur.	-	-	
	Gestion des déchets	En phase exploitation, le projet ne générera que des déchets non dangereux, gérés par Bordeaux Métropole. Les déchets des opérations de maintenance seront envoyés vers des filières de traitement appropriées.	-	-	
	Risques naturels	La boucle géothermale est localisée en souterrain, ce qui limite les risques liés aux inondations.	ME11 MR23	Pompe vide cave Localisation des commandes électriques	
Risques techno.	Des risques technologiques existent via les fluides géothermaux.	ME13 MR01	Dispositifs de sécurité de l'exploitation Surveillance et maintenance de la boucle géothermale		
Santé et sécurité	Le site sera clôturé et interdit au public. Les accès aux locaux techniques seront contrôlés et réservés au personnel habilité. L'entretien et le suivi des ouvrages seront réalisés dans le respect des règles de sécurité.	ME13	Dispositifs de sécurité de l'exploitation		
Eau	Eaux souterraines	Les eaux soutirées dans les aquifères profonds du Jurassique seront intégralement réinjectés dans le milieu d'origine à une température de 15°C. Les constructions étant réalisées de manière à éviter toute communication entre les masses d'eau, l'effet du projet en phase exploitation sur les eaux souterraines est négligeable.	ME16 ME17	Architecture du puits Contrôle et suivi des installations	
	Eaux de surface	Une pollution accidentelle des eaux de surface peut subvenir via les opérations de maintenance ou une fuite des eaux géothermales.	ME05 ME19 ME20	Stockage des produits polluants Cave en béton Recours éventuel à un spaceur	
	Eaux géothermales	En phase exploitation, les eaux géothermales seront rejetées dans leur milieu d'origine.	-	-	

8 APERÇU DE L'EVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

En l'absence de mise en œuvre du projet de boucle géothermale, les effets négatifs suivants seraient évités :

- Tous les impacts de la phase chantier :
 - ▷ Bruit généré par les engins de chantier et les travaux de forage ;
 - ▷ Emissions de gaz d'échappement ;
 - ▷ Perturbation du trafic ;
 - ▷ Nuisances visuelles générées par la machine de forage ;
 - ▷ Vibrations générées par les engins de chantier et les travaux de forage ;
 - ▷ Production de déchets de chantier de type déblais, boues de forage etc ;
 - ▷ Impacts sur la faune et la flore

Toutefois, les mesures mises en place permettent à ces impacts d'avoir des effets résiduels faibles.

- La phase exploitation n'engendre que très peu d'effets négatifs, et de faible ampleur. En l'absence de mise en œuvre de la boucle géothermale, l'effet positif suivant serait donc également évité :
 - ▷ Le recours à une énergie renouvelable et locale pour l'approvisionnement du réseau de chaleur de plaine Rive Droite.



Ce qu'il faut retenir...

En l'absence de mise en œuvre de la boucle géothermale, les effets négatifs des travaux seraient évités. Néanmoins, l'utilisation d'une énergie renouvelable pour l'approvisionnement en chaleur de plaine Rive Droite ne serait pas exploitée.

9 ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

9.1 Rappel des textes réglementaires

La nécessité de conduire une approche des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus constitue une évolution significative de l'étude d'impact. L'article R122-5 II 5° du code de l'environnement précise les projets à intégrer dans l'analyse. Il s'agit des projets qui :

- Ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre d'article R214-6 du Code de l'Environnement et d'une enquête publique
- Ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage.

Ces projets doivent se situer dans la zone susceptible d'être affectée par le projet.



Ce qu'il faut retenir...

Seuls les projets ayant fait l'objet d'un document d'incidence ou d'une évaluation environnementale, et situés dans le périmètre d'étude peuvent avoir des effets cumulés avec le projet faisant l'objet de la présente étude d'impact.

9.2 Détermination des projets pouvant être cumulés

Le Code de l'Environnement précise que les effets cumulés doivent être étudiés avec les effets des autres projets connus ayant fait l'objet :

- D'une étude d'impact soumis à l'avis de l'autorité environnementale (avis rendus sous la responsabilité du Préfet de Région) ;
- D'une étude d'impact soumis à l'avis du CGEDD (avis rendus sous la responsabilité du ministre en charge de l'environnement) ;
- D'une enquête publique au titre de la législation de la loi sur l'eau.

Un projet est défini par « la réalisation de travaux de construction, d'installations ou d'ouvrages, ou d'autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, y compris celles destinées à l'exploitation des ressources du sol ».

Les plans, schémas ou programmes ne sont pas considérés comme des projets. Ces derniers sont étudiés dans le chapitre « compatibilité du projet avec l'affectation des sols et les plans, schémas et programmes ».

La DREAL Nouvelle Aquitaine a élaboré une base de données comprenant notamment l'ensemble des projets ayant fait l'objet d'un avis sur étude d'impact⁴³. Cette dernière a notamment été consultée.

⁴³ <http://www.donnees.aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/>

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

9.2.1 Liste des projets

Seuls 6 projets sont inclus dans le périmètre d'étude du projet de doublet géothermique. Il s'agit des projets en vert dans le tableau ci-dessous :

Tableau 41 : Projets devant faire l'objet d'une analyse des effets cumulés (source : SAFEGE)

Projets	Localisation	Date de l'avis de l'AE	Distance par rapport au périmètre d'étude	Distance par rapport aux forages
Renforcement de la digue en rive droite de la Garonne	Rive droite de la Garonne sur 10 km	07/09/2016	inclus	~450m
ZAC Garonne Eiffel	Liaison Bordeaux gare St Jean / St Aubin de Médoc à Bordeaux Métropole	29/07/2014	~350m	~1,5km
ZAC Bastide Niel	De l'avenue de Thiers au Quai de Brazza	3 mars 2014	Inclus	~300m
ZAC des quais (Floirac)	De l'avenue Gaston Cabannes au Quai de la Souys, à Floirac	3 septembre 2014	~2,6km	~3,2km
Projet d'aménagement pour les cascades de Garonne à Lormont et desserte du parc de l'ermitage	Face à Bordeaux proche du parc de l'Ermitage sur le territoire de la commune de Lormont	27 septembre 2011	inclus	~1km
La liaison TC pour le futur pont Bacalan	Avenue de Thiers, Rue Louis Blanc, Quai Brazza, Chemin de Lissandre	17 février 2012	inclus	accolé
Les berges de Lissandre	Coteau de Lissandre	9 mars 2015	inclus	~700m
ZAC Brazza	Entre le Quai de Brazza et la rue des Queyrie	Avis tacite	inclus	inclus

La localisation des différents projets et des puits de la boucle géothermale est présentée dans la figure suivante :

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

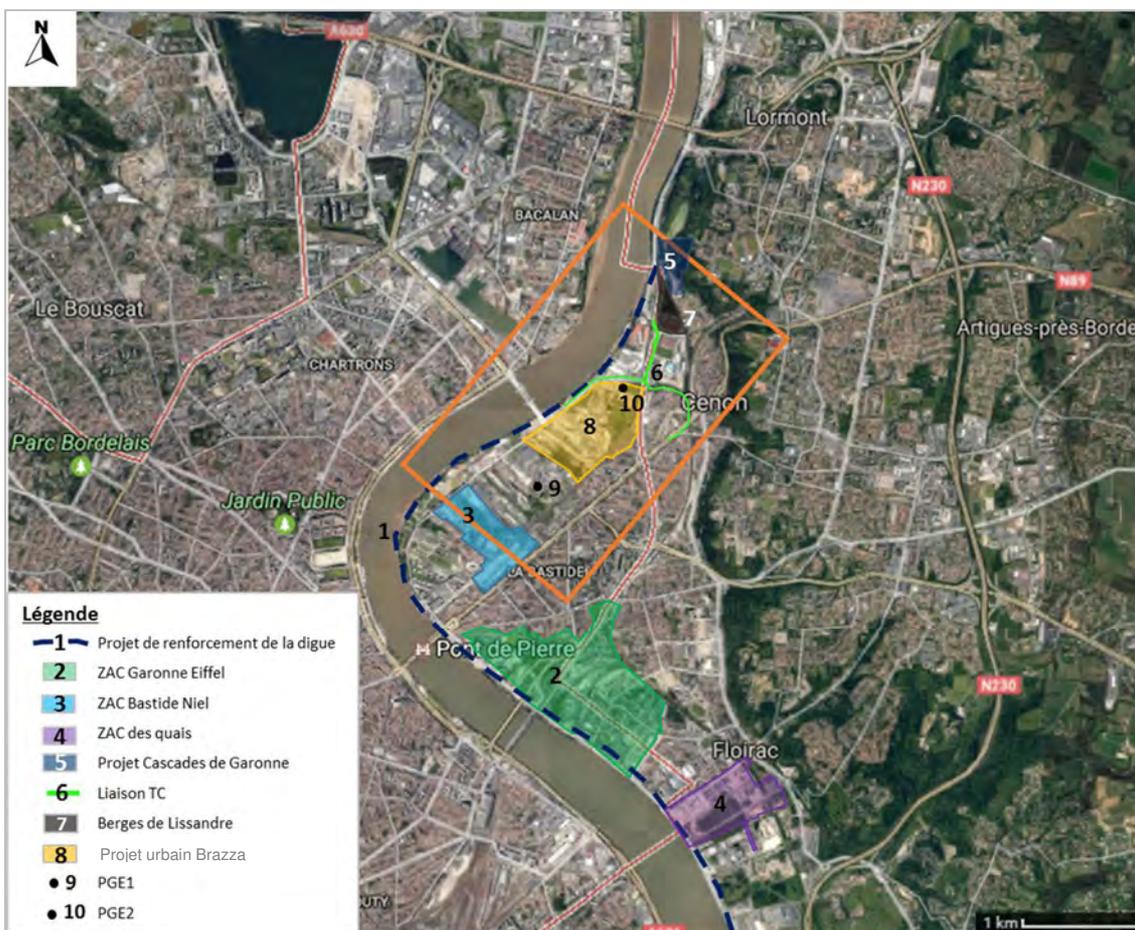


Figure 110 : Localisation des projets ayant des effets susceptibles d'être cumulés le projet (source : SAFEGE)

Au vu de leur localisation, les effets cumulés des projets ZAC Garonne Eiffel et ZAC des Quais ne seront pas étudiés. Par ailleurs, les travaux du projet de liaison de transport en commun pour le pont Chaban Delmas étant aujourd'hui terminés, il n'y aura pas d'effet cumulé avec le projet de boucle géothermale.

Ce qu'il faut retenir...

Cinq projets nécessitent de faire l'objet d'une analyse des effets cumulés. Il s'agit des projets 1,3,5,7 et 8.

9.2.2 Présentation succincte des projets concernés

9.2.2.1 N°1 : Projet de renforcement de la digue en rive droite de la Garonne

La sécurité de 26 000 personnes en cas de crue de la Garonne dépend d'une digue de 10 kilomètres entre Bordeaux et Bouliac. L'enjeu du projet est de la renforcer de manière à limiter les risques en cas d'inondation.

9.2.2.2 N°3 : Projet de ZAC Bastide Niel

Le périmètre de la ZAC Bastide-Niel est compris entre le quai de Queyries, la rue Bouthier, l'avenue Thiers et la rue Hortense. Le concept de « ville » intime vise à créer une ville à l'image de la ville ancienne, avec des rues étroites, des croisements... Ce scénario garde la mémoire à la fois de la caserne Niel (aujourd'hui Darwin), mais aussi de l'activité ferroviaire en s'inscrivant dans l'espace structuré par les rails. Une ville soucieuse de sa mémoire, mais avec un patrimoine intégré, ouvert à l'architecture contemporaine.

9.2.2.3 N°5 : Projet d'aménagement pour les cascades de Garonne à Lormont et desserte du parc de l'ermitage

L'intention est de créer un ensemble multi-activités à destination de la région de Bordeaux, et de régions proches : créer un appel touristique et de loisirs écologiques de proximité et de destination, à forte image de marque. Le projet a pour but de valoriser l'image de la ville de Lormont, en créant un site touristique, prolongeant le parc de Lissandre, réserve écologique, en complément de l'image mondiale de la ville de Bordeaux, classée au patrimoine de l'UNESCO, et pour son identité viticole internationale. Ainsi serait généré un flux touristique complémentaire contribuant à l'évolution de l'économie Bordelaise. Il s'agit de créer un site environnemental, architecturé de haute qualité.

9.2.2.4 N°7 : Projet des berges de Lissandre

Le secteur dit des « Berges de Lissandre » se situe à la rencontre du coteau et de la plaine de Garonne, en connexion, côté plaine, avec le pont Jacques Chaban-Delmas et le futur quartier Brazza de Bordeaux Rive Droite, et, côté coteau, avec le nouveau quartier cenonnais et la gare pont rouge (voir plus bas). Il est compris entre le quai Elisabeth Dupeyron, la voie ferrée, la rue Banin et le chemin de Lissandre.

Sur le site de l'ancienne cimenterie Poliet et Chausson, Les Cascades, équipement aqua-ludique, porté par un opérateur privé et dessiné par l'architecte Olivier Brochet, prendra place d'ici quelques années, offrant une offre de loisirs nouvelle en cœur d'agglomération, à quelques minutes de la cité du Vin et aux abords immédiats du parc des Coteaux. Plus au sud, sur les friches industrielles, un nouveau quartier sera aménagé d'ici quelques années avec une offre de logements et de locaux d'activités tertiaires.

9.2.2.5 N°8 : Projet urbain Brazza

Sur l'arc de développement bordelais (de Ginko à la gare Saint-Jean), au débouché immédiat du pont Jacques Chaban-Delmas, le futur quartier Brazza sera l'un des quartiers forts de la rive droite. Le périmètre d'aménagement est compris entre le quai de Brazza, la rue Charles Chaigneau, la rue des Queyries et l'arrière de la rue Joseph Bonnet. Logements audacieux adaptés aux ressources de chacun, part généreuse laissée aux activités économiques et à l'artisanat, hôtellerie décalée ou traditionnelle, activités sportives, agriculture urbaine... Brazza sera aussi le quartier où l'on viendra bénéficier de la vue, de l'offre de loisirs, d'un accès unique face à la Cité du Vin, aux Bassins à Flot et en connexion avec la gare TER pont Rouge à Cenon.

Ce qu'il faut retenir...

Les projets au sein de la zone d'étude sont des projets de logements, de transport ou d'aménagement.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

9.3 Détermination des effets pouvant être cumulés

Le tableau suivant permet de déterminer si les effets du projet sont susceptibles d'être cumulés, en période de travaux ou d'exploitation avec les autres projets, en fonction du calendrier prévisionnel de chacun d'entre eux.

Le tableau suivant présente les chevauchements des phases de travaux des différents projets.

Tableau 42 : Dates des travaux des différents projets

Projets	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Projet PGE							
Renforcement de la digue en rive droite de la Garonne				---	---		
ZAC Bastide Niel							
Projet d'aménagement pour les cascades de Garonne à Lormont							
Projet urbain Brazza							
Les berges de Lissandre							



Ce qu'il faut retenir...

Le projet de doublet géothermique est susceptible d'avoir des effets cumulés avec les travaux de la ZAC Bastide-Niel, le projet de cascades, l'aménagement des Berges de Lissandre et le projet urbain Brazza. Les travaux de liaison TC et de renforcement de la digue seront terminés quand ceux du projet commenceront.

Il est important de noter que les chantiers du projet de doublet géothermique sont de **courte durée** et **très localisés**.

En phase chantier, les effets pouvant être cumulés sont les suivants (cf. Tableau 39) :

- Les nuisances visuelles dues aux engins de chantier et aux travaux de manière générale ;
- Les nuisances sonores dues aux engins de chantier et aux travaux de manière générale ;
- Les risques pour les riverains ;
- Les émissions de particules et de gaz lors des travaux ;
- Les perturbations sur les voies de communications dues aux passages de camions ;
- Les émissions lumineuses et les vibrations dues aux engins de chantier et aux travaux de manière générale ;
- La quantité de déchets produits, à envoyer pour traitement dans des centres agréés ;
- Les risques technologiques ;
- La quantité d'eau rejetée (au réseau ou à la Garonne) ;
- Les prélèvements d'eau souterraine ;
- Les nuisances pour la faune et la flore ;
- Les risques de pollutions accidentelles.

En phase exploitation, le projet n'est pas de nature à avoir des effets cumulés avec les quatre projets précédemment cités. En effet, comme le montre le Tableau 40, le projet n'a pas d'effet significatif sur l'environnement en exploitation.

9.4 Analyse des impacts cumulés

9.4.1 En phase chantier

Le tableau suivant présente en détail les effets cumulés du projet avec les projets localisés dans le périmètre d'étude. Pour rappel, il s'agit des projets suivants :

- ZAC Bastide-Niel ;
- Cascades de Garonne ;
- Berges de Lissandre ;
- Projet Brazza.

Le tableau suivant présente les impacts cumulés résiduels sur l'environnement et la santé humaine, c'est-à-dire après la mise en place des mesures d'évitement, de réduction et de compensation. L'échelle pour les qualifier est présentée ci-contre :

Impacts négatifs forts
Impacts négatifs moyens
Impacts négligeables
Impacts positifs moyens
Impacts positifs forts

Tableau 43 : Effets cumulés du projet avec les 4 autres projets dans le périmètre d'étude (source : SAFEGE)

Thème	Impacts du projet	Impacts cumulés des autres projets	
Pollution du sol	Le chantier du puits PGE2 a lieu sur des sols dépollués par déblais/remblais avec résidus de pollution selon la profondeur. Des mesures sont mises en place afin d'éviter toute pollution accidentelle sur le chantier.	Les travaux des projets à proximité peuvent entraîner une augmentation des risques de pollution accidentelle. Les mesures mises en place permettent de limiter ce risque.	
Milieu naturel	Le chantier est source de dérangement pour la faune. Il peut aussi engendrer des pollutions accidentelles. Une partie de la végétation sera supprimée par arrachement.	Les travaux des autres projets peuvent aussi générer des dérangements pour la faune, et limiter la surface d'espaces naturels dans la zone.	
Paysage	La machine de forage, d'une hauteur de 38 m environ, générera des nuisances visuelles. Ces nuisances sont temporaires (2mois par forage).		
Population, cadre de vie	Les mesures mises en place pendant les permettront de garantir la sécurité des riverains. Les travaux seront sources de nuisances pour la population.	Les travaux des 5 autres projets entraînent une augmentation des nuisances liées à la présence d'un chantier pour la population (bruit, circulation...)	
Bruit	Le chantier respectera les zones d'urgences réglementées.	Les chantiers ayant lieu simultanément seront générateurs de nuisances sonores cumulées.	
Qualité de l'air	Le passage des engins de chantier et les machines peuvent émettre des poussières.	Les émissions de poussières dues aux travaux seront en hausse.	
Voiries	Le chantier étant situé en zone urbaine, la fluidité du trafic local sera altérée par le passage des camions.	Le trafic sera perturbé durant les mois de travaux, notamment du projet Brazza.	
Patrimoine	Le chantier entraîne un phénomène de covisibilité avec certains monuments historiques à proximité, notamment via le mât de forage. Les nuisances sont de courte durée.	Les différents chantiers entraîneront des phénomènes de covisibilité avec les monuments historiques à proximité.	
Vibration et émissions lumineuses	Le chantier sera éclairé 24h/24 pour des raisons de sécurité. Les travaux de forage seront émetteurs de vibrations.	Il y aura plus d'émissions lumineuses (chantiers éclairés) et de vibrations.	
Gestion des déchets	Les travaux seront générateurs de déblais de forage et de terrassement.	Les travaux des autres projets seront générateurs de remblais, qu'il faudra évacuer.	

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Thème	Impacts du projet	Impacts cumulés des autres projets	
Risques technologiques	Les risques technologiques pendant les travaux sont amplifiés par la présence d'ICPE à proximité. Des gaz dangereux pourront être émis lors des forages. Ces risques seront évités via la mise en place de mesures de contrôle et la surveillance des installations.	Le transport de matières dangereuses, et les risques technologiques sur les chantiers seront cumulés.	
Eaux souterraines	La ressource visée étant située à l'horizon Jurassique, plusieurs aquifères seront traversés et seront susceptibles d'être pollués. Des mesures seront mises en place pour éviter tout risque de pollution.	Les projets étudiés ne prévoient ni prélèvement ni rejet dans la nappe du Jurassique.	
Eaux de surface	Le chantier pourra engendrer une pollution accidentelle des eaux de surface via les boues de forage, les eaux de ruissellement ou le stockage de produits dangereux ou polluants. Toutes les précautions seront prises pour éviter ce type de pollution.	Les risques de pollution accidentelle (via les hydrocarbures notamment) sont présents sur tous les chantiers. Les eaux de surfaces seront plus vulnérables pendant les phases de chantier simultanées.	
Réseaux d'assainissement	Les eaux géothermales pompées lors des essais de productivité des puits seront rejetées soit à la Garonne, soit au réseau eaux usées, soit au réseau eaux pluviales.	Les projets à proximité prévoient des rejets au niveau des collecteurs existants. Les quantités d'eau à gérer dans le réseau public seront donc plus importantes.	

9.4.2 En phase exploitation

En phase exploitation, le doublet géothermique n'a pas d'effet cumulés avec les autres projets. Néanmoins, il est important de noter que des bâtiments et des zones auront été aménagés entre temps et qu'ils seront opérationnels. Autour de PGE1, l'aire d'accueil des gens du voyage et la déchetterie seront mis en service en même temps que les travaux de forage et d'installation prennent fin. Le projet urbain des quais de Brazza débutera lorsque les travaux de forage et d'installation de PGE2 seront terminés. Entre le démarrage des travaux et la mise en exploitation de PGE2, aucun projet n'aura donc vu le jour à proximité. Pour les 2 puits, les surfaces *non aedificandi* seront maintenues en parking ou végétation non arborée.



Ce qu'il faut retenir...

Les nuisances dues aux différents chantiers dans la zone d'étude se cumulent sur les périodes de travaux simultanés.

10 COMPATIBILITE AVEC LES AUTRES PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES A L'ŒUVRE SUR LE TERRITOIRE

Cette partie vise à vérifier la compatibilité du projet avec :

- ▷ Le PLU de Bordeaux métropole ;
- ▷ Le SRCAE d'Aquitaine.

La compatibilité avec le SDAGE Adour-Garonne, ainsi qu'avec les SAGE Nappes profondes et Estuaire de la Gironde a été étudiée dans le chapitre relatif aux incidences sur la ressource en eau (cf. §6).

10.1 Compatibilité avec le PLU de Bordeaux métropole

Le PLU3.1 de Bordeaux métropole est présenté dans le paragraphe 4.6.2 de l'état initial. Pour rappel, le puits PGE1 est localisé en zone UM13 – zone urbaine de tissu continu médian, et le puits PGE2 en zone UP66 – zone urbaine pavillonnaire. La canalisation quant à elle est localisée sous voirie, et traverse les zones UM13, US9, US3 et Ne.

10.1.1 Règlement de la zone UP66

D'après la définition du règlement, le projet est classé dans la catégorie services publics ou d'intérêt collectif : *« Cette destination comprend les constructions, aménagements et installations, publics ou privés, destinés à accueillir des fonctions d'intérêt général et à répondre à un besoin collectif, notamment dans la gestion et l'entretien des milieux naturels, dans les domaines administratifs, hospitaliers, sanitaires (cabinets médicaux, maisons médicales et regroupements de professionnels de la santé...), sociaux, culturels (salles de spectacles, cinémas hors complexes cinématographiques...), sportifs, récréatifs et de loisirs, culturels, judiciaires et pénitenciers, de la défense, des secours et de la sécurité, de l'enseignement et de la recherche, de l'accueil de l'enfance et de la petite enfance [...] »*

Le règlement précise les occupations et utilisations du sol interdites sur ces zones. Le puits de réinjection PGE2 ne fait pas partie des interdictions.

D'après la rubrique 1.3.2.3, il est précisé que sont autorisés les constructions destinées à l'industrie à la condition particulière suivante : *« dès lors qu'elles sont compatibles avec la vocation de la zone, notamment en termes de voisinage, d'environnement et de paysage, et la présence d'habitations. »* Le puits PGE2 respecte cette condition.

10.1.2 Règlement de la zone UM13

Les installations techniques nécessaires aux réseaux de distribution d'énergie et le doublet géothermique sont assimilés comme services publics ou d'intérêt collectif.

10.1.3 Règlement des zones US3 et US9

Ces zones sont traversées par la canalisation, qui sera enterrée sous la voirie (Quai de Brazza et rue du commandant Cousteau). Le règlement de la zone précise que *« D'une manière générale, les branchements et raccordements pour les réseaux d'alimentation en énergie et les réseaux de communication doivent être enterrés ou intégrés aux éléments bâtis ou paysagers. »*

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

10.1.4 Règlement de la zone Ne

La canalisation sera localisée en partie sous le Quai de Brazza, en limite de cette zone. Comme pour les zones US3 et US9, le règlement précise que « *D'une manière générale, les branchements et raccordements pour les réseaux d'alimentation en énergie et les réseaux de communication doivent être enterrés ou intégrés aux éléments bâtis ou paysagers.* »



Ce qu'il faut retenir...

Le projet est compatible avec les règlements des zones UP66, UM13, US3, US9 et Ne du PLU.

10.1.5 Servitudes d'utilité publique

Le puits PGE1 n'est concerné par aucune servitude d'utilité publique.

Le puits PGE2 intercepte :

- ▶ Une servitude d'utilité publique relative aux transmissions radioélectriques (PT2). L'article III.B fait état des interdictions d'utilisation du sol. Le puits n'est pas de nature à être concerné par ces interdictions.
- ▶ Une servitude liée à la pollution du sol : comme indiqué dans le paragraphe 4.6.2.2, la servitude a été créée par l'article 12 de l'Arrêté préfectoral du 28 avril 2017, et interdit tout forage au droit de l'ancien site industriel SOFERTI. Une procédure est en cours afin de rétablir la retranscription du BURGEAP et permettre le forage en eaux non superficielles du puits PGE2.

La canalisation intercepte également la servitude PT2. Etant donnée qu'elle sera enterrée, elle n'est pas concernée par les interdictions de l'article III.B.

10.1.6 Servitude de localisation

Le puits PGE1 est par ailleurs situé au droit de la servitude de localisation à vocation d'intérêt général IG.07 : Aire d'accueil pour les gens du voyage, inscrite au PLU le 16 décembre 2016.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

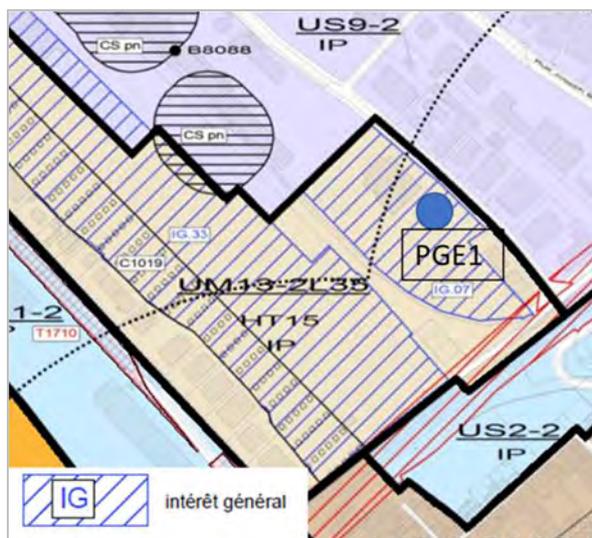


Figure 111 : Servitude de localisation (source : PLU Bordeaux métropole)

Une partie de la parcelle sera en effet dédiée à une aire d'accueil de gens du voyage.

Ce qu'il faut retenir...

Une procédure de demande de modification d'Arrêté préfectoral est en cours pour autoriser le forage du puits PGE2.

10.2 Compatibilité avec le SCoT de l'aire métropolitaine bordelaise

L'aire métropolitaine bordelaise bénéficie d'un Schéma de Cohérence Territoriale, officiellement exécutoire depuis le Lundi 28 avril 2014. Ce dernier poursuit les objectifs suivants :

- La valorisation d'un projet de préservation et de production agricole et la protection de l'urbanisation des espaces agricoles, naturels et forestiers ;
- La réduction des consommations foncières avec la détermination des enveloppes urbaines qui fixent l'empreinte urbaine ;
- Le (re)centrage, la polarisation et l'intensification de l'armature urbaine comme réponses aux défis de réduction de l'artificialisation des sols ;
- L'optimisation d'une économie territoriale durable dans ses différentes composantes ;
- L'organisation des mobilités au bénéfice de la performance économique et sociale ;
- La protection des biens et des personnes contre les risques et notamment le risque inondation ;
- La réduction de l'émission des gaz à effet de serre et la production d'un modèle de développement plus économe en énergie et en ressources ;
- La production de logements, commerces, équipements adaptée aux besoins futurs de la métropole ;

Plus précisément, le SCoT mobilise d'importants leviers d'actions sur la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre et participe ainsi à la transcription d'enjeux internationaux en objectifs locaux. Il s'agit notamment de favoriser la sobriété énergétique en

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

maîtrisant les consommations énergétiques du parc bâti et en encourageant le recours aux énergies renouvelables et de récupération, de favoriser la production décentralisée d'énergies renouvelables et de récupération, de développer les réseaux de chaleur en zones denses, d'anticiper les impacts « énergie - GES » des opérations d'aménagement et de renouvellement urbain.

Ainsi le projet, en prévoyant l'exploitation d'une énergie renouvelable, locale et non émettrice de gaz à effet de serre pour l'approvisionnement du réseau de chaleur de la Plaine Rive Droite, répond pleinement à l'ambition du SCoT.

Ce qu'il faut retenir...

Le projet est compatible avec le SCoT de l'aire métropolitaine bordelaise.

10.3 Compatibilité avec le Schéma régional climat air énergie SRCAE

Le Schéma régional climat, air et énergie de l'Aquitaine a été adopté par le Conseil régional de l'Etat le 15 novembre 2012.

Le SRCAE définit les grandes orientations et objectifs régionaux en matière de lutte contre le changement climatique, d'efficacité énergétique, de développement des énergies renouvelables terrestres et d'amélioration de la qualité de l'air.

Les objectifs fixés par le scénario de référence du SRCAE d'Aquitaine sont les suivants :

- Une réduction de 12,7% des consommations énergétiques finales d'ici 2020 par rapport à celles de 2008 ;
- Un gain d'efficacité énergétique de 25,5% d'ici 2020 par rapport à 2008 ;
- Une production des énergies renouvelables équivalente à 25,4% de la consommation énergétique finale en 2020 ;
- Une réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2020 par rapport à celles de 1990.

L'Aquitaine se positionne ainsi sur une trajectoire devant permettre d'atteindre une division par 4 des émissions de GES d'ici 2050, par rapport à celles enregistrées en 1990.

Le document d'orientations présente 32 orientations Climat Air Énergie en vue d'atteindre les objectifs « 2020 » :

- 24 orientations sectorielles Bâtiment, Industrie, Agriculture et Forêt, Transports, Énergies et Réseaux ;
- 8 orientations transversales relatives à l'adaptation au changement climatique et à la qualité de l'air dont des orientations spécifiques pour les zones sensibles.

Le projet de boucle géothermale est concerné par les orientations du secteur **Energie et réseaux**. Le tableau suivant présente en détail les orientations du SRCAE dans ce domaine.

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Tableau 44 : Compatibilité du projet avec le SRCAE (source : SAFEGE)

Orientations	Intitulé	Objectifs	Mesures mises en place dans le projet	Compatibilité
Energies et réseaux				
E-OR1	Développer la connaissance territoriale et sectoriels des gisements, des potentiels et les analyses d'impacts de production des énergies renouvelables en Aquitaine. Déterminer des bouquets énergétiques par territoire.	Sensibilisation et dissémination d'une culture énergie climat pour une prise de conscience généralisée des enjeux ; Approfondissement des connaissances des acteurs du territoire, préalable à une définition adaptée des actions.	Le projet permet de déterminer si une ressource géothermique est exploitable au Jurassique.	Oui
E-OR2	Renforcer le cadre organisationnel, réglementaire d'appui à destination des porteurs de projet (collectivités, producteurs), structurer les filières, pérenniser les emplois locaux et préserver les paysages.	Construction d'un cadre de gouvernance préalable à une démarche partagée et partenariale.	Sans objet	-
E-OR3	Développer les leviers économiques, financiers et fonciers pour permettre le financement des projets EnR et communiquer autour de ceux-ci.	Développement d'outils financiers et juridiques pour réussir le changement d'échelle.	Sans objet	-
E-OR4	Soutenir l'innovation technologique autour des énergies renouvelables, cibler les travaux sur le gisement disponible en forêts.	Déploiement généralisé des actions air énergie climat sur le territoire aquitain.	Sans objet	-
E-OR5	Développer la production d'énergie renouvelable en privilégiant sa localisation près des centres de consommations.	Déploiement généralisé des actions air énergie climat sur le territoire aquitain.	Le projet prévoit l'exploitation d'une ressource renouvelable pour l'alimentation du réseau de chaleur de Plaine Rive Droite.	Oui

Ce qu'il faut retenir

Le projet est compatible avec le SRCAE et met œuvre plusieurs de ses dispositions sur la région Bordelaise.

11 MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION ET MODALITES DE SUIVI

Le tableau suivant présente les mesures d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement mises en place pendant les phases de chantier et d'exploitation. Chacune d'entre elle est présentée en détail tout au long du chapitre 5 de l'étude d'impact.

Dans la colonne *phase*, le C correspond à « phase chantier » et le E à « phase exploitation ».

Tableau 45 : Synthèse des mesures proposées (source : SAFEGE)

Numéro de la mesure	Intitulé	Phase	Prise en charge
Mesures d'évitement (ME)			
ME01	Confinement des matériaux pollués	C	Maître d'œuvre
ME02	Cuvelage de l'avant-trou	C	Maître d'œuvre
ME03	Cimentation adaptée au terrain	C+E	Maître d'œuvre
ME04	Mise en place d'une plateforme en grave ciment	C	Maître d'œuvre
ME05	Stockage des produits pollués	C	Maître d'œuvre
ME06	Tête de puits équipée de BOP	C	Maître d'œuvre
ME07	Insertion paysagère	E	Maître d'ouvrage
ME08	Disposition des bungalows de chantier	C	Maître d'œuvre
ME09	Bâche acoustique	C	Maître d'œuvre
ME10	Balisage de l'appareil de forage	C	Maître d'œuvre
ME11	Pompe vide cave	E	Maître d'ouvrage
ME12	Sécurité sur le chantier	C	Maître d'œuvre
ME13	Dispositifs sécurité de l'exploitation	E	Maître d'ouvrage
ME14	Méthodologie du forage	C+E	Maître d'ouvrage
ME15	Contrôle continu des boues	C	Maître d'ouvrage
ME16	Architecture du puits	E	Maître d'ouvrage
ME17	Contrôle et suivi des installations	E	Maître d'ouvrage
ME18	Stockage des boues	C+E	Maître d'œuvre
ME19	Cave en béton	C	Maître d'œuvre
ME20	Recours éventuel à un espaceur	E	Maître d'œuvre
ME21	Stockage des eaux géothermales d'essai	C	Maître d'œuvre
Mesures de réduction (MR)			
MR01	Plan de surveillance et maintenance de la boucle géothermale	C+E	Maître d'ouvrage
MR02	Protection des travailleurs sur le chantier	C	Maître d'ouvrage
MR03	Kits antipollution	C	Maître d'œuvre
MR04	Respect des prescriptions du PPR	C+E	Maître d'ouvrage
MR05	Surveillance des alertes Vigicrue	C+E	Maître d'œuvre
MR06	Mesure du vent	C	Maître d'œuvre
MR07	Repérage des stations de Lotier	C	Maître d'ouvrage
MR08	Garantie des engins à l'intérieur de la zone de travaux	C	Maître d'ouvrage
MR09	Arrosage du chantier	C	Maître d'œuvre
MR10	Limitation de la prolifération des espèces invasives	C+E	Maître d'œuvre
MR11	Adaptation du calendrier des travaux aux périodes de sensibilité des espèces	C	Maître d'œuvre
MR12	Mise en place d'un filet temporaire	C	Maître d'œuvre
MR13	Mise en place d'abris à reptiles et amphibiens	C	Maître d'ouvrage
MR14	Mise en place d'un Plan Particulier de Sécurité et de prévention de Santé (PPSPS)	C+E	Maître d'ouvrage
MR15	Information des riverains	C	Maître d'ouvrage
MR16	Capotage des équipements	C+E	Maître d'œuvre

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

Numéro de la mesure	Intitulé	Phase	Prise en charge
MR17	Propreté du chantier	C	Maître d'œuvre
MR18	Mise en place d'un plan de circulation	C	Maître d'ouvrage
MR19	Traitement des boues de forage	C	Maître d'œuvre
MR20	Tri sélectif	C	Maître d'œuvre
MR21	Mise en place de détecteurs H ₂ S	C+E	Maître d'œuvre
MR22	Présence d'un dégazeur vertical	C+E	Maître d'œuvre
MR23	Localisation des commandes électriques	C+E	Maître d'œuvre
MR24	Equipements H ₂ S	C+E	Maître d'œuvre
MR25	Gestion des eaux de ruissellement	C	Maître d'œuvre
MR26	Dépotage des carburants	C	Maître d'œuvre
MR27	Traitement éventuel des eaux géothermales	C	Maître d'œuvre
Mesure d'accompagnement (MA)			
MA01	Zone <i>non aedificandi</i>	C+E	Maître d'ouvrage
MA02	Mise en place d'une convention de rejet temporaire	C	Maître d'ouvrage

Il est estimé un montant de près de 3 592 500 € de dépenses dédiées à des mesures d'évitement, de réduction et de compensations afin de limiter ou supprimer l'impact des travaux sur l'environnement, soit près de 27 % du coût total du projet.

Près de 437 000€ de dépenses sont dédiées aux mesures à mettre en place en matière de précautions vis-à-vis de la pollution existante du site PGE2 et 132 000 € sont alloués aux mesures d'évitement et de réduction des impacts acoustiques en phase chantier.

Il est à noter que ce montant global ne comprend pas l'enveloppe de 50000 €/ an de dispositif de contrôle et de surveillance de la boucle géothermale pendant toute la durée de l'exploitation.

Le coût des mesures du projet sont présentés dans le tableau ci-dessous par dépenses allouées à chaque thématiques. A noter que certaines mesures s'appliquent à plusieurs thématiques.

Tableau 46 : Coût des mesures du projet par thématique de l'environnement (source : Storengy)

Thématique	Mesures d'évitement, de réduction, d'accompagnement	Prix en Euros (€)
Pollution existante du sol	ME01 Confinement des matériaux pollués ME02 Cuvelage de l'avant-trou ME03 Cimentation adaptée au terrain MR02 Protection des travailleurs sur le chantier	447 000
Gestion des déchets	ME01 Confinement des matériaux pollués MR19 Traitement des boues de forage MR20 Tri sélectif	539 000
Risque accidentel de pollution du projet	ME04 Mise en place d'une plateforme en grave ciment ME05 Stockage des produits polluants ME06 Tête de puits équipée de BOP ME11 Pompe vide-cave MR03 Kits antipollution	783 000
Qualité de l'air	ME04 Mise en place d'une plateforme en grave ciment MR09 Arrosage du chantier MR17 Propreté de chantier	706 000
Incidences du projet sur les eaux de surface	ME04 Mise en place d'une plateforme en grave ciment ME05 Stockage des produits polluants ME18 Stockage des boues ME19 Cave en béton ME20 Recours éventuels à un spaceur MR19 Traitement des boues de forage MR25 Gestion des eaux de ruissellement	1 204 000

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

	MR26 Dépotage des carburants	
Santé et sécurité publiques	ME06 Tête de puits équipée de BOP ME12 Sécurité de chantier ME13 Dispositif Sécurité de l'exploitation MR24 Equipement H2S	155 000
Impacts acoustiques du chantier	ME08 Configuration du chantier ME09 Bâche acoustique MR16 Capotage des équipements	132 000
Insertion paysagère/environnement visuel	ME07 Insertion paysagère MR14 Mise en place d'un PPSPS	NE
Voies de communication	ME10 Balisage de l'appareil de forage MR15 Information des riverains MR18 Mise en place d'un plan de circulation	25 000
Vibrations et émissions lumineuses	ME10 Balisage de l'appareil de forage	NE
Risques naturels et technologiques	ME11 Pompe vide-cave ME12 Sécurité sur le chantier ME13 Dispositif Sécurité de l'exploitation MR01 Plan de Surveillance et maintenance de la boucle géothermale MR04 Respect des prescriptions du PPRI MR05 Surveillance des alertes Vigicrue MR06 Mesure du vent MR21 Présence d'un dégazeur vertical MR22 Mise en place d'un détecteur H2S MR23 Localisation des commandes électriques	126 000 ⁴⁴
Incidence du projet sur les rejets des eaux géothermales	ME21 Stockage des eaux géothermales d'essai MR27 Traitement éventuel des eaux géothermales MA02 Mise en place d'une convention de rejet temporaire	71 600
Population et cadre de vie	ME12 Sécurité sur le chantier MR14 Mise en place d'un PPSPS MR15 Information des riverains	50 000
Incidence du projet sur les eaux souterraines	ME14 Méthodologie du forage ME15 Contrôle continu des boues ME16 Architecture du puits ME17 Contrôle et suivi des installations MR25 Gestion des eaux de ruissellement	71 600
Organisation générale de l'exploitation	MR01 Plan de surveillance et maintenance de la boucle géothermale	45 000
Vulnérabilité face au changement climatique	MR04 Respect des prescriptions du PPRI MR05 Surveillance des alertes Vigicrue MR06 Mesure du vent	NE
Environnement naturel	MR07 Repérage des stations de Lotier MR08 Garantie des engins à l'intérieur de la zone de travaux MR09 Arrosage du chantier MR10 Limitation de la prolifération des espèces invasives MR12 Mise en place d'un filet temporaire MR13 Mise en place d'abris à reptiles et amphibiens	20 300
Occupation du sol	MA01 Zone non aedificandi	NE

*NE : Non évalué

⁴⁴ Ce montant inclus la mesure ME12 également comptabilisée dans la thématique « Population et cadre de vie »

12 METHODES D'EVALUATION DES IMPACTS ET DIFFICULTES RENCONTREES

Conformément au Décret du 25 février 1993 relatif aux études d'impact, l'étude d'impact doit contenir un chapitre présentant « l'analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement en mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation ».

12.1 Analyse des impacts de la solution retenue

La description technique détaillée du projet et la connaissance de l'état initial de l'environnement sur le site et ses abords constituent le préalable indispensable à l'évaluation des impacts générés par le projet. La démarche de raisonnement consistant à estimer les impacts attendus est caractérisée par :

- Une démarche inductive qui part des faits, observations et mesures, critique ses résultats et tient compte de l'expérience ;
- Un souci d'objectivité pour les prévisions, tout en laissant une part de subjectivité aux appréciations évaluées non mesurables ;

L'étude des impacts repose sur :

- Une étude qualitative et quantitative des thèmes ;
- Des prévisions de l'évolution de l'environnement.

Les méthodes descriptives actuelles sont complètes et permettent une analyse des différents thèmes abordés. L'approche qualitative peut être complétée par une approche quantitative notamment dans les domaines physiques et socio-économiques. Les thèmes tels que l'environnement paysager sont plus subjectifs et sont difficilement quantifiables.

L'analyse des effets est réalisée :

- En phase chantier : Cette phase est importante à analyser car elle concentre l'essentiel des effets temporaires et peut être à l'origine d'effets spécifiques, n'apparaissant pas en phase d'exploitation ;
- En phase exploitation.

12.2 Description des difficultés éventuelles

Les principales difficultés rencontrées lors de l'élaboration de cette étude d'impact sont les suivantes :

- Quantifier chaque impact thématique ;
- Pondérer l'importance relative des thèmes les uns par rapport aux autres ;
- Faire des hypothèses sur l'évolution de l'environnement ;

Les impacts sont traités avec la connaissance actuelle du projet.

13 AUTEURS DE L'ETUDE

L'étude a été réalisée par le Bureau d'études SAFEGE Ingénieurs Conseils SAS au sein du pôle Environnement de l'Agence Ile-de-France basée sur les sites de Nanterre et Melun. Il s'agit d'une équipe spécialisée dans le domaine des dossiers réglementaires environnementaux.

Les intervenants sur la missions ont été les suivants :

- BOUDENS Hélène, Chef de projet ;
- BLOCH Camille, Ingénieur de projet ;
- LERAY Jeanne, Ingénieur de projet ;
- DANOS Sébastien, Géomaticien.

Concernant les études complémentaires :

- L'étude faune/flore a été réalisée par le bureau d'étude BKM ;
- L'état initial écologique du projet urbain Brazza par le bureau d'étude SIMETHIS ;
- L'étude acoustique a été réalisée par le bureau d'étude ACOUPLUS ;
- La modélisation hydrogéologique a été réalisée par le Centre d'Expertise de Storengy.

14 BIBLIOGRAPHIE

Les sites internet suivants ont été consultés :

- <http://aquitaine.culture.gouv.fr/>
- <http://www.georisques.gouv.fr/>
- <http://macommune.observatoire-environnement.org/>
- <https://www.insee.fr/fr/accueil>
- <http://basol.developpement-durable.gouv.fr/>
- <https://www.geoportail.gouv.fr/>
- <http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/>
- <http://adour-garonne.eaufrance.fr/>
- <http://www.ades.eaufrance.fr/>
- <http://www.brgm.fr/>
- <https://www.legifrance.gouv.fr/>
- <http://www.meteofrance.com/accueil>
- <http://atlas-paysages.gironde.fr/>
- <http://fr-fr.topographic-map.com/>
- <http://sigesaqi.brgm.fr/>
- <http://infoterre.brgm.fr/>
- <http://www.bordeaux-metropole.fr/>
- <http://cartographie.observatoire-environnement.org/>
- <http://www.smeag.fr/>
- <https://www.gironde.fr/>
- <https://www.airqualitynow.eu/fr/>
- <http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/>

Les documents et rapports suivants ont également été consultés :

- ITAG Tiefbohr GmbH, Schalltechnische Erfassung während des Betriebes des Rig 110 in Ohrensen – Anpassung der Isophonkarten, Bericht Nr. M126847/02, 2016
- Rapport d'essais de cartographie sonore N°A7534413/0901, SMP, 2009
- Acoustical report NO.216304-01.03, Kötter Consulting engineers, 2016
- Etude d'impact acoustique de l'opération de work-over prévue sur le site de Thiais, rapport d'étude RA-16204-01-A, Soldata acoustic, 2016
- Rapport de repérage des points de mesure, GAMBA, 2017
- Rapport d'évaluation environnementale du projet urbain de Brazza, Ingérop Simethis, 2015
- Projet de requalification urbaine de Brazza, Inventaire complémentaire chiroptères, Ingérop Simethis, 2016
- Rapport de présentation au conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques sur l'ancien site SOFERTI à Bordeaux – Institution de servitudes d'utilité publique, DREAL Nouvelle-Aquitaine, 2017
- Arrêté préfectoral instituant des servitudes d'utilité publique sur les parcelles cadastrées 24,25,30 et 31 section AD et 07 section AC de la Commune de Bordeaux, DDTM Gironde, 2017

Etude d'impact du projet de réseau de chaleur géothermique Plaine de Garonne Energies – Volet géothermique associé aux procédures d'AR et DAOT

- Rapport de l'inspection des installations classées, procès-verbal de récolement n°052.0598, DREAL Nouvelle-Aquitaine, 2016
- Rapport de diagnostic de la qualité des sols et des eaux souterraines de l'usine SOFERTI, Burgeap, 2008
- Rapport d'évaluation de la qualité environnementale des sols rue du commandant Cousteau Bordeaux (33), ArcaGée, 2015
- Rapport d'investigations environnementales complémentaires sur les milieux – Divers projets d'aménagement sur le site de l'ancienne usine SOFERTI à Bordeaux, ArcaGée, 2017
- Rapport d'évaluation de la qualité environnementale des sols – projet d'aménagement d'un équipement public îlot E7-2 – ancien site SOFERTI, quai de Bazza à Bordeaux, ArcaGée, 2017
- Dossier de demande d'instauration de servitudes d'utilité publique (SUP) sur l'ancien site SOFERTI, quai de Brazza à Bordeaux, Retia/Burgeap, 2015
- Etude de la qualité environnementale des sols – analyses de sol, parcelle AF 146 Extension Digital concept Bordeaux Bastide, IEEB, 2008
- Etude de la qualité environnementale des sols – lixiviation, parcelle AF 146 Extension Digital concept Bordeaux Bastide, IEEB, 2008
- Etude sur les possibilités de valorisation et de réinjection des eaux de rejet des forages géothermiques de Mériadeck et de La Benaugue, commune de Bordeaux, BRGM/RP-56120-FR, BRGM, 2008
- Rapport de caractérisation des ressources géothermales profondes au droit de la Métropole Bordelaise, NRGM/RP-64247-FR, BRGM, 2014
- Plan Local d'Urbanisme de Bordeaux Métropole
- Schéma de Cohérence Territoriale de l'aire Métropolitaine Bordelaise
- Schéma Régional Climat Air Energie de Nouvelle Aquitaine
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Adous-Garonne
- Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux des Nappes profondes de Gironde
- Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Estuaire de Gironde
- Plan de Prévention des Risques Inondation de l'agglomération bordelaise
- Avis de l'Autorité administrative de l'Etat sur l'évaluation environnementale, projet d'aménagement pour la réalisation des Cascades de Garonne à Lormont, DREAL Aquitaine, 2011
- Avis de l'Autorité administrative de l'Etat sur l'évaluation environnementale, projet de desserte du parc de l'Ermitage et du pôle aqualudique « cascades de Garonne » à Lormont, DREAL Aquitaine, 2012
- Etude d'impact relative au confortement de la digue en rive droite de Bordeaux, Bordeaux Métropole, 2016
- Etude d'impact environnemental de la ZAC Bastide Niel à Bordeaux, Somival, 2013
- Etude d'impact de la ZAC des quais à Floirac, Global Ingénierie, 2014
- Etude d'impact de la ZAC Garonne-Eiffel à Bordeaux et Floirac, Global Ingénierie, 2016
- Etude d'impact du projet urbain de Brazza, Ingérop/ Simethis, 2015
- Etat initial des milieux naturels, Impacts et mesures, évaluation préliminaire des incidences Natura 2000, BKM, 2017
- Impact Acoustique de la plateforme de forage géothermie Plaine Garonne Energie à Bordeaux (33) Simulation du projet, ACOUPLUS, 2017