



IDEX

Projet « Boucle d'eau » sur la commune
d'Annecy (74)

Annexes au dossier de Demande d'examen au cas par cas

Rapport

Réf : CEAUCE181587 / REAUCE03292-01

CAM / DN

31/07/18









IDEX

Projet « Boucle d'eau » sur la commune d'Annecy (74)

Annexes au dossier de Demande d'examen au cas par cas

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	30/07/18	v1	C. ALEM		D. NEUBAUER		D. NEUBAUER	
Rapport	31/07/18	v2	C. ALEM		D. NEUBAUER		D. NEUBAUER	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CEAUCE181587 / REAUCE03292-01
Numéro d'affaire :	A46789
Domaine technique :	DR01
Mots clé du thésaurus	DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE PROJET

Agence Centre-Est • 19, rue de la Villette – 69425 Lyon CEDEX 03
Tél. 33 (0) 4.37.91.20.50 • Fax 33 (0) 4.37.91.20.69 • agence.de.lyon@burgeap.fr

SOMMAIRE

1.	Objet du document	5
1.1	Contexte et localisation	5
1.2	Textes réglementaires	6
1.3	Méthode de travail.....	9
1.4	Historique des instructions.....	10
2.	Annexes obligatoires.....	10
2.1	Plan de situation (Annexe obligatoire n°2)	10
2.2	Reportage photographique du site (Annexe obligatoire n°3).....	12
2.3	Présentation du projet (Annexe obligatoire n°4).....	28
2.3.1	Principe de production de chaud et de froid par la boucle d'eau en projet.....	28
2.3.2	Description technique des installations de la boucle d'eau énergétique	29
2.4	Abords du projet et contexte (Annexe obligatoire n°5).....	43
2.5	Localisation du site Natura 2000 le plus proche du projet (Annexe obligatoire n°6).....	45
3.	Annexes volontaires.....	47
3.1	Annexe volontaire n° 1 : Etude de faisabilité du projet (SGI, 2016)	48
3.2	Annexe volontaire n°2 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2016)	49
3.3	Annexe volontaire n°3 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2017)	50
3.4	Annexe volontaire n°4 : Modèle de charte chantier propre (IDEX-SGI, 2017) 51	

TABLEAUX

Tableau 1 : Catégorie de projet soumis à examen au cas par cas potentiellement concerné par le projet immobilier SACVL – Extrait de l'ANNEXE à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement.....	7
Tableau 2 : Extrait de la liste des annexes obligatoires à la demande de « cas par cas » (Source : CERFA n°14731*03).....	9

FIGURES

Figure 1 : Plan de localisation des infrastructures principales du projet « boucle d'eau- Annecy » (Source : IDEX-SGI)	6
Figure 2 : Plan de situation des prises de vue	12
Figure 3 : Principe de fonctionnement de la boucle d'eau énergétique (Source : IDEX-SGI).....	29
Figure 4 : Exemple de crépine (Source : IDEX-SGI).....	31
Figure 5 : Plan du réseau lacustre du projet de boucle d'eau (Source : IDEX-SGI)	33
Figure 6 : Profil en long du réseau lacustre (Source : IDEX-SGI)	33
Figure 7 : Exemple d'une conduite de rejet (source : SGI)	34
Figure 8 : Plan et coupe de l'ouvrage de franchissement du quai (Source : IDEX-SGI)	35
Figure 9 : Plan du réseau depuis le quai jusqu'à la station de pompage (Source : IDEX-SGI)	36
Figure 10 : Plan et coupe de la station de pompage (Source : IDEX-SGI)	39
Figure 11 : Plan d'implantation de la station de pompage et du poste de livraison HTA (Source : IDEX-SGI).....	40
Figure 12 : Plan du réseau de distribution (Source : IDEX-SGI)	41

Figure 13 : Plan des abords du projet (échelle : 1/4000)	44
--	----

PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Avenue du Trésum vue vers le sud-ouest	13
Photographie 2 : Premiers bâtiments récemment construits du quartier « Avant-scène Trésum » (1/2).....	13
Photographie 3 : Vue vers le Mont Veyrier depuis le quartier « Avant-scène Trésum »	14
Photographie 4 : Chantier en cours du quartier « Avant-scène Trésum », vue vers le nord-est	14
Photographie 5 : Vue vers Veyrier-du-lac depuis le chantier du quartier « Avant-scène Trésum »	15
Photographie 6 : Vue de la Maison de la Galerie et second Monastère de la Visitation depuis le chantier du quartier « Avant-scène Trésum »	15
Photographie 7 : Vue de la basilique de la Visitation depuis le chantier du quartier « Avant-scène Trésum »	16
Photographie 8 : Premiers bâtiments récemment construits du quartier « Avant-scène Trésum » (2/2).....	16
Photographie 9 : Chantier en cours du quartier « Avant-scène Trésum », vue vers l'est.....	17
Photographie 10 : Boulevard de la Corniche, vue vers le sud-est	17
Photographie 11 : Avenue du Trésum, vue vers le sud	18
Photographie 12 : Avenue du Trésum vue vers le nord-est	18
Photographie 13 : Bâtisse vestige de l'ancien Hôpital d'Annecy sur l'emprise du chantier « Avant- scène Trésum »	19
Photographie 14 : Entrée de la Piscine des Marquisats (rue des Marquisats)	20
Photographie 15 : Rue des Marquisats, vue vers le sud-est.....	20
Photographie 16 : Port de plaisance d'Annecy.....	21
Photographie 17 : Lac d'Annecy vu depuis le port de plaisance d'Annecy.....	21
Photographie 18 : Vue vers l'aire de détente de la piscine des Marquisats.....	22
Photographie 19 : Parvis piétonnier et cyclable du port de plaisance d'Annecy.....	22
Photographie 20 : Pointe du port de plaisance d'Annecy.....	23
Photographie 21 : Berge du quai de la Tournette (1/2).....	23
Photographie 22 : Berge du quai de la Tournette (2/2)	24
Photographie 23 : Piste cyclable sur les berges du lac d'Annecy	24
Photographie 24 : Vue de l'espace de détente de la piscine des Marquisats depuis le quai de la Tournette	25
Photographie 25 : Quai de la Tournette	25
Photographie 26 : Parking « stade nautique » d'Annecy	26
Photographie 27 : Rue des Marquisats, vue vers le centre-ville	26
Photographie 28 : Pointe nord du quartier « Avant-scène Trésum » en cours de construction.....	27
Photographie 29 : Parking « Providence » (premier plan) et chantier « Avant-scène Trésum »	27

1. Objet du document

1.1 Contexte et localisation

La présente demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation d'une évaluation environnementale a pour objectif de présenter et d'étudier le contexte environnemental du projet dénommé « boucle d'eau-Annecy », soit un réseau énergétique à partir de l'eau du lac sur la commune d'Annecy (74). La société IDEX est le maître d'ouvrage du projet. Elle est accompagnée par la société SGI Ingénierie pour la conception du projet.

Le principe général développé par le projet de boucle d'eau est d'utiliser l'eau superficielle disponible localement (lac d'Annecy) comme vecteur d'énergie pour chauffer et refroidir des bâtiments à proximité de la source, par l'utilisation des pompes à chaleur et d'échangeurs thermiques.

A ce jour, seuls les raccordements aux projets de construction du quartier « Avant-scène Trésum » (chantier en cours) et de développement de la piscine des Marquisats (travaux envisagés pour 2019-2020) sont confirmés. Néanmoins les développements futurs (Balleydier notamment) ont été considérés dans le dimensionnement des infrastructures principales, et une réserve est disponible sur la station pour l'implantation de futurs équipements.

Le projet est dimensionné pour subvenir aux besoins de chaleur et de froid. La première exploitation du réseau est envisagée sur les 30 prochaines années.

En termes d'infrastructures, les composants principaux du système sont les suivants :

- Le système d'adduction (lacustre et terrestre enterré) ;
- La station de pompage / échange enterrée, avec pompes des circuits hydrauliques et pompe à chaleur (PAC) ;
- Le système de distribution enterré.

Les systèmes d'adduction et de distribution comprennent un linéaire d'environ 4 420 mètres de canalisation lacustre ou enterrée de diamètre DN 65 à DN 600. La surface globale correspondant au produit du diamètre extérieur avant revêtement par la longueur du réseau de transport (aller et retour) est de l'ordre de 1 300 m².

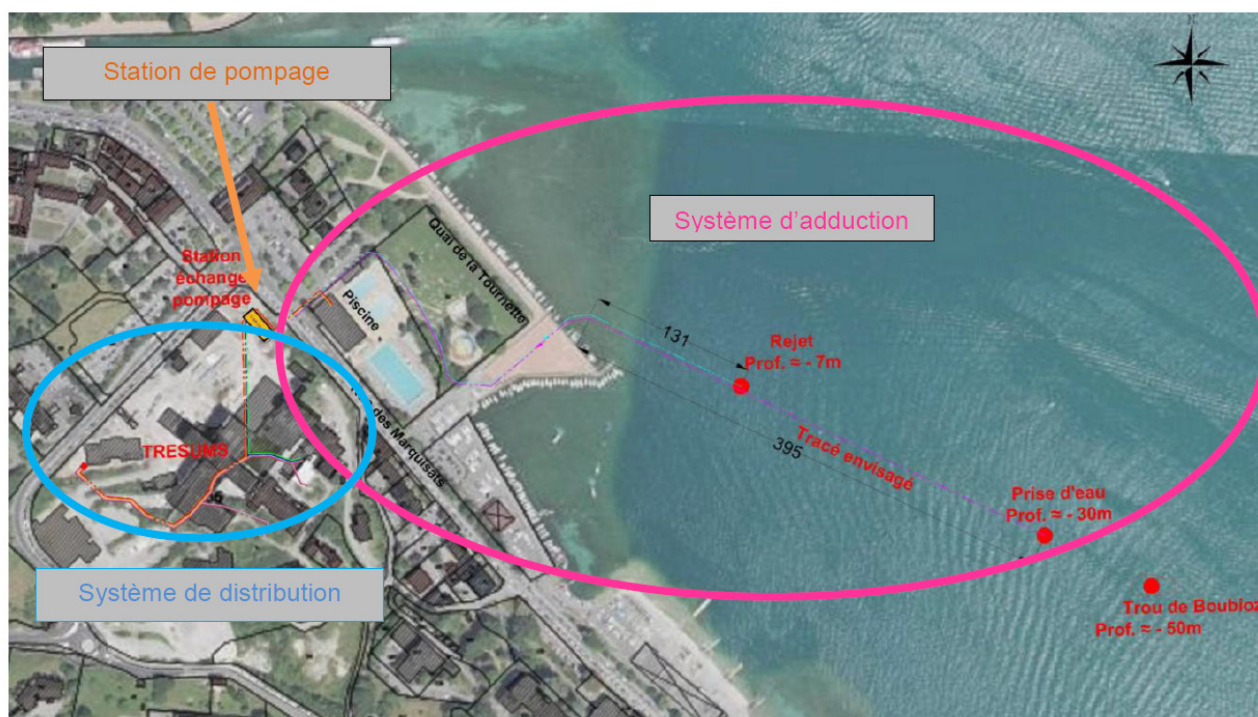


Figure 1 : Plan de localisation des infrastructures principales du projet « boucle d'eau- Annecy »
(Source : IDEX-SGI)

1.2 Textes réglementaires

La procédure de demande d'examen au cas par cas a été introduite par la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 et le décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact. Dernièrement, cette loi a été modifiée par l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 et par le décret n°2016-1110 du 11 août 2016, applicables au 1er janvier 2017 à la procédure de demande d'examen au cas par cas. Celle-ci est désormais concernée par les articles L.122-1 à L.122-3-4 et R.122-1 à R.122-14 du Code de l'environnement.

La présente étude se base sur les critères d'évaluation environnementale définis dans le tableau Annexe à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement. Ce dernier permet d'identifier les projets visés par la 3^{ème} colonne du tableau qui relèvent de l'examen au cas par cas.

Les projets donnant lieu à un permis d'aménager ou à un permis de construire peuvent être soumis à étude d'impact systématique ou à un examen préalable au cas par cas selon les critères définis dans le Tableau 1 :

Tableau 1 : Catégorie de projet soumis à examen au cas par cas potentiellement concerné par le projet de boucle d'eau énergétique– Extrait de l'ANNEXE à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement

CATEGORIES de projets	PROJETS soumis à évaluation environnementale	PROJETS soumis à examen au cas par cas	Positionnement du projet
10° Canalisation et régulation des cours d'eau		[...] Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet pour la destruction de plus de 200m ² de frayère	Selon les échanges avec la DDT lors de la présentation du projet, il en ressort que le lac d'Annecy est à considérer comme un cours d'eau. Le projet comprend l'installation de canalisation lacustre sur un linéaire d'environ 620 mètres. Le projet est concerné par cette rubrique
14° Travaux, ouvrages et aménagements dans les espaces remarquables du littoral et mentionnés au 2 et au 4 du R. 121-5 du code de l'urbanisme		Tous travaux, ouvrages ou aménagements	Le lac d'Annecy, dans lequel s'implante une partie du projet, est un lac de montagne de plus de 1 000 hectares (environ 2 800 ha). Ce dernier rentre dans le champ d'application de la loi littoral. Le projet est concerné par cette rubrique
35° Canalisations de transport d'eau chaude de température inférieure à 120 °C ou d'eau de refroidissement		Canalisations dont le produit du diamètre extérieur avant revêtement par la longueur du réseau de transport aller et retour est supérieur ou égal à 10 000 m ²	Les systèmes d'adduction et de distribution comprennent un linéaire d'environ 4 276 mètres de canalisation de diamètre DN 65 à DN 600. La surface globale correspondant au produit du diamètre extérieur avant revêtement par la longueur du réseau de transport (aller et retour) est de l'ordre de 1 300 m ² . Le projet n'est pas concerné par cette rubrique

CATEGORIES de projets	PROJETS soumis à évaluation environnementale	PROJETS soumis à examen au cas par cas	Positionnement du projet
39° Travaux, constructions et opérations d'aménagement y compris ceux donnant lieu à un permis de construire, ou à une procédure de zone d'aménagement concerté	<p>a) Travaux et constructions qui créent une surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du code de l'urbanisme ou une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m².</p> <p>b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est supérieur ou égal à 10 ha, ou dont la surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du code de l'urbanisme ou l'emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du code de l'urbanisme est supérieure ou égale à 40 000 m².</p>	<p>a) Travaux et constructions qui créent une surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du code de l'urbanisme ou une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du code de l'urbanisme comprise entre 10 000 et 40 000 m².</p> <p>b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du code de l'urbanisme ou l'emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du code de l'urbanisme est comprise entre 10 000 et 40 000 m².</p>	<p>La majorité des ouvrages développés par le projet sont enterrés. Les ouvrages techniques en émergences représentent une surface totale d'environ 55 m² (trappes d'accès à la station de pompage, poste de distribution et cellule de franchissement). Le projet n'est pas concerné par cette rubrique</p>

Compte tenu de la nature du projet d'aménagement étudié et de son implantation en partie sur le lac d'Annecy, celui-ci est **soumis à une procédure de demande d'examen au cas par cas** conformément au tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement.

La procédure de demande d'examen au cas par cas, analysée par les services de l'Autorité Environnementale statuant sur la nécessité ou non pour le pétitionnaire de réaliser une étude d'impact, consiste à **renseigner le formulaire CERFA n°14734*03 de demande d'examen au « cas par cas » préalable à la réalisation d'une étude d'impact**.

Ce formulaire permet de présenter les rubriques administratives, les caractéristiques du projet, l'historique des procédures administratives, les sensibilités environnementales et les caractéristiques de l'impact potentiel du projet.

Ce formulaire CERFA n°14734*03 requiert également six annexes obligatoires :

Tableau 2 : Extrait de la liste des annexes obligatoires à la demande de « cas par cas » (Source : CERFA n°14731*03)

8. Annexes		
8.1 Annexes obligatoires		
	Objet	
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input checked="" type="checkbox"/>

Le formulaire CERFA n°14734*03 donne également la possibilité de joindre d'autres annexes pour une meilleure compréhension du projet. Elles sont insérées au §. 3 Annexes volontaires.

Le présent document fournit les annexes obligatoires et annexes volontaires jointes à la demande d'examen au cas par cas du projet de boucle énergétique sur l'eau du lac à Annecy.

1.3 Méthode de travail

Le présent document met à disposition des services de la DREAL Auvergne Rhône-Alpes les annexes obligatoires mentionnées ci-dessus ainsi que les éléments complémentaires permettant une meilleure appréhension des enjeux associés au projet. L'ensemble de ces pièces annexes constitue le présent document.

L'annexe n°1 « Informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » correspond au formulaire CERFA n°14734*03 qui est joint à part.

Ainsi, le présent document se compose :

- D'un historique des précédentes procédures administratives auxquelles le projet a pu être soumis,
- D'un plan de situation du projet (annexe obligatoire n°2),
- D'un reportage photographique du site (annexe obligatoire n°3),
- D'une présentation du projet (annexe obligatoire n°4),
- D'une présentation des abords du site (annexe obligatoire n°5),
- D'une localisation du site vis-à-vis des sites NATURA 2000 (annexe obligatoire n°6),

- Des études techniques déjà menées et éléments utiles à la compréhension des enjeux et des sensibilités du territoire :
 - Annexe volontaire n°1 : Etude de faisabilité du projet (SGI, 2016)
 - Annexe volontaire n°2 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2016)
 - Annexe volontaire n°3 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2017)
 - Annexe volontaire n°4 : Modèle de charte chantier propre.

Au-delà du document réglementaire, et dans une démarche de responsabilité environnementale, le présent dossier expose ainsi la démarche de la société IDEX visant à intégrer l'environnement dans l'élaboration de son projet dès les phases amont de conception.

1.4 Historique des instructions

A ce jour, le projet n'a fait l'objet d'aucune instruction par l'autorité environnementale.

2. Annexes obligatoires

2.1 Plan de situation (Annexe obligatoire n°2)

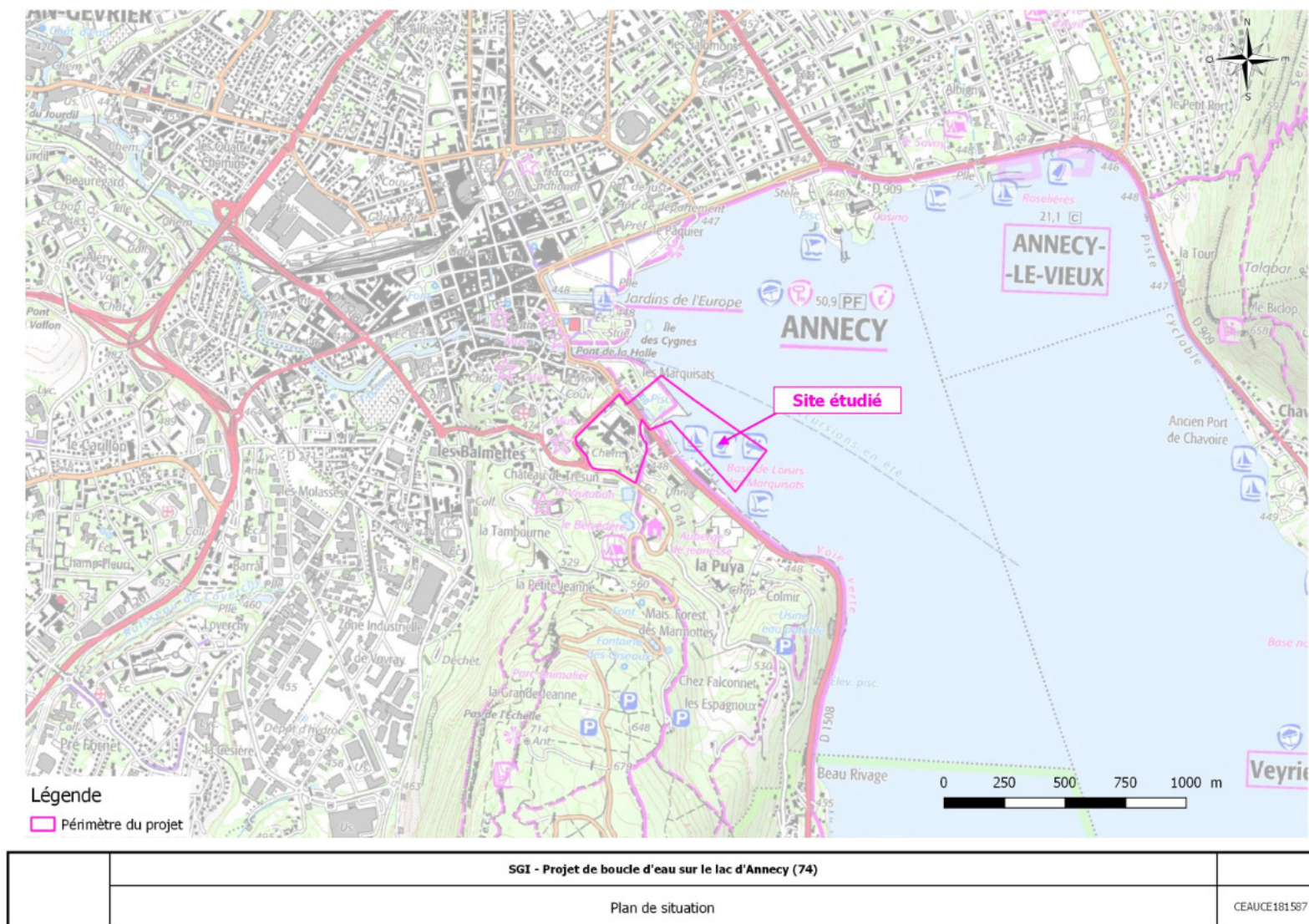
Le projet de boucle énergétique sur le lac d'Annecy est localisé à proximité du centre-ville de la commune d'Annecy.

Le terrain d'emprise du projet comprend principalement :

- Les systèmes de prise et de rejet d'eau, à savoir :
 - Des canalisations lacustres d'environ 620 mètres linéaires, de diamètre DN 400 (rejet) et DN 600 (prise d'eau)
 - Des canalisations enterrées d'environ 576 mètres linéaires, de diamètre DN 400 (rejet) et DN 600 (prise d'eau)
 - Un ouvrage de franchissement du quai d'une surface d'environ 15 m².
- La station de pompage / échange enterrée, avec pompes des circuits hydrauliques et pompe à chaleur (PAC) ;
- Un système de distribution comprenant :
 - Des canalisations enterrées d'environ 3 080 mètres linéaires, de diamètre variant de DN 65 à DN 250 ;
 - Des ouvrages techniques en émergences d'une surface d'environ 40 m².

Le plan de situation du projet est fourni au 1/25 000^{ème} en Carte 1.

Remarque importante : La Carte 1 propose un périmètre volontairement élargi du projet (enveloppe de tracé) pour une meilleure visibilité. Le périmètre exact du projet est présenté par les différents plans d'implantation des ouvrages du projet insérés dans le chapitre Annexe obligatoire n°4 du présent rapport.



Carte 1 : Situation du projet (échelle 1/25 000ème)

2.2 Reportage photographique du site (Annexe obligatoire n°3)

Les photographies proposées ci-dessous ont été prises aux abords du site, le 19 Juin 2018.

La Figure 2, ci-après, permet de localiser les différentes prises de vue.

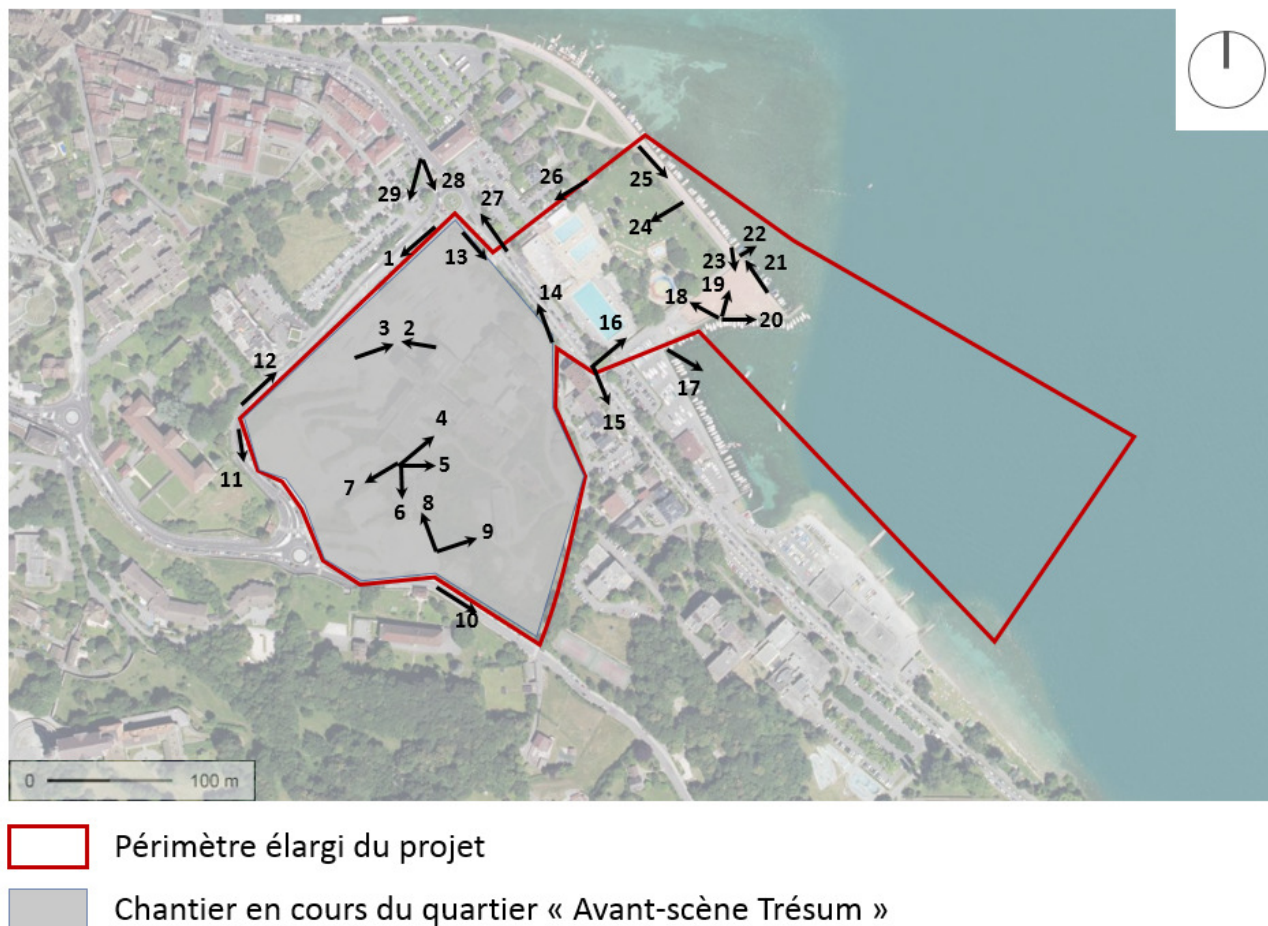


Figure 2 : Plan de situation des prises de vue



Photographie 1 : Avenue du Trésum vue vers le sud-ouest



Photographie 2 : Premiers bâtiments récemment construits du quartier « Avant-scène Trésum » (1/2)



Photographie 3 : Vue vers le Mont Veyrier depuis le quartier « Avant-scène Trésum »



Photographie 4 : Chantier en cours du quartier « Avant-scène Trésum », vue vers le nord-est



Photographie 5 : Vue vers Veyrier-du-lac depuis le chantier du quartier « Avant-scène Trésum »



Photographie 6 : Vue de la Maison de la Galerie et second Monastère de la Visitation depuis le chantier du quartier « Avant-scène Trésum »



Photographie 7 : Vue de la basilique de la Visitation depuis le chantier du quartier « Avant-scène Trésum »



Photographie 8 : Premiers bâtiments récemment construits du quartier « Avant-scène Trésum » (2/2)



Photographie 9 : Chantier en cours du quartier « Avant-scène Trésum », vue vers l'est



Photographie 10 : Boulevard de la Corniche, vue vers le sud-est



Photographie 11 : Avenue du Trésum, vue vers le sud



Photographie 12 : Avenue du Trésum vue vers le nord-est



Photographie 13 : Bâtisse vestige de l'ancien Hôpital d'Annecy sur l'emprise du chantier « Avant-scène Trésun »



Photographie 14 : Entrée de la Piscine des Marquisats (rue des Marquisats)



Photographie 15 : Rue des Marquisats, vue vers le sud-est



Photographie 16 : Port de plaisance d'Annecy



Photographie 17 : Lac d'Annecy vu depuis le port de plaisance d'Annecy



Photographie 18 : Vue vers l'aire de détente de la piscine des Marquissats



Photographie 19 : Parvis piétonnier et cyclable du port de plaisance d'Annecy



Photographie 20 : Pointe du port de plaisance d'Annecy



Photographie 21 : Berge du quai de la Tournette (1/2)



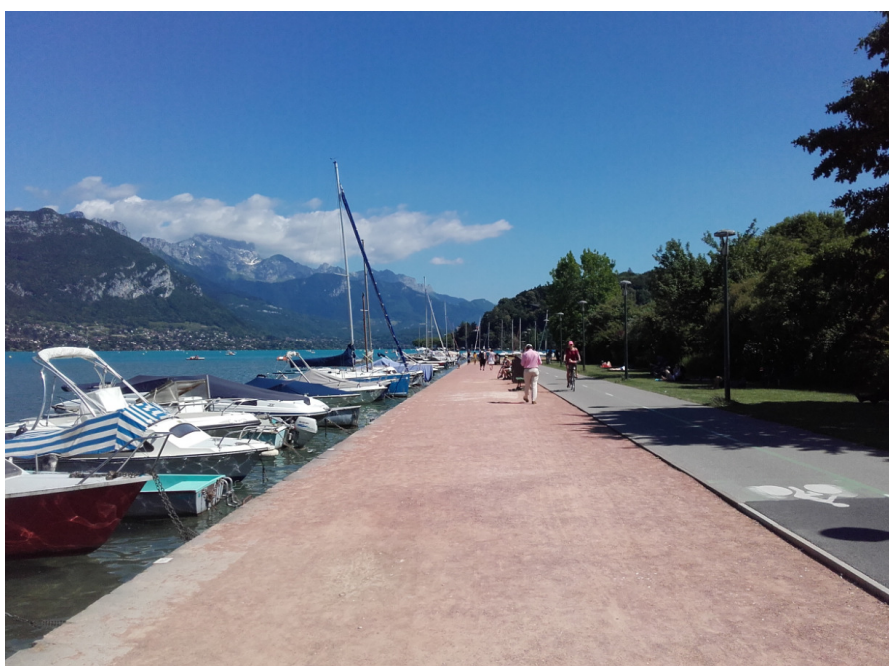
Photographie 22 : Berge du quai de la Tournette (2/2)



Photographie 23 : Piste cyclable sur les berges du lac d'Annecy



Photographie 24 : Vue de l'espace de détente de la piscine des Marquissats depuis le quai de la Tournette



Photographie 25 : Quai de la Tournette



Photographie 26 : Parking « stade nautique » d'Annecy



Photographie 27 : Rue des Marquisats, vue vers le centre-ville



Photographie 28 : Pointe nord du quartier « Avant-scène Trésum » en cours de construction



Photographie 29 : Parking « Providence » (premier plan) et chantier « Avant-scène Trésum »

2.3 Présentation du projet (Annexe obligatoire n°4)

2.3.1 Principe de production de chaud et de froid par la boucle d'eau en projet

La société IDEX porte le projet d'aménagement de la boucle d'eau énergétique sur le lac d'Annecy.

Ce réseau énergétique assurera une distribution globalisée de chaleur et de froid et couvrira les besoins des aménagements suivants :

- Le nouveau quartier « Avant-scène Trésum », en cours de construction. Ce quartier, sous maîtrise d'ouvrage du Crédit Agricole Immobilier, s'implante sur l'ancien terrain de l'Hôpital d'Annecy (Avenue du Trésum / rue des Marquisats). La déconstruction de l'Hôpital courant 2017 a permis de libérer une parcelle située en bordure du lac d'Annecy. Le programme mené par le Crédit Agricole Immobilier comprend la construction de logements, d'un hôtel et d'un EHPAD. Les différentes assemblées générales de propriétés adoptent progressivement la solution « boucle d'eau » pour leur approvisionnement énergétique. Cette solution viendra compléter les infrastructures existantes (chaudière).
- La piscine des Marquisats implantée entre la rue des Marquisats et le quai de la Tournette ;

A ce jour, seuls les raccordements aux projets de construction du quartier « Avant-scène Trésum » (chantier en cours) et de développement de la piscine des Marquisats (horizon proche) sont confirmés. Néanmoins les développements futurs (Balleydier notamment) ont été considérés dans le dimensionnement des infrastructures principales, et une réserve est disponible à la station pour l'implantation de futurs équipements.

Le projet est dimensionné pour subvenir au besoin de chaleur et de froid. La première exploitation du réseau est envisagée sur les 30 prochaines années.

Le système de boucle d'eau à Annecy est conçu de manière à optimiser l'utilisation de l'eau du lac durant toutes les saisons de l'année en fonction des besoins des différents preneurs.

L'hiver, l'eau du lac est utilisée pour la production de chaleur. L'eau est pompée à environ 6°C-7°C à la station. De là, elle est transférée dans des échangeurs puisant les calories pour la PAC, puis est renvoyée et retourne au lac à 3°C. C'est l'utilisation principale du système de boucle d'eau.

L'été, l'eau du lac est utilisée pour la production de froid. L'eau disponible à 6-8°C en été à la station est restituée au lac à 12-15°C. La possibilité de produire du froid, dans des quantités nettement moins importantes que le chaud, se fait par substitution des machines frigorifiques qui ne deviennent, de fait, plus nécessaires.

Le système est composé de plusieurs boucles d'eau mise en contact les unes avec les autres, selon le principe suivant :

- La boucle « eau du lac » est composée de la conduite de prise d'eau, qui amène l'eau profonde à la station de pompage, et de la conduite de rejet. Cette boucle est dite ouverte, et contient de l'eau froide (environ 6-8°C pour la conduite de prise, de 3 à 12-15°C pour la conduite de rejet).
- La boucle « chaud » principale relie la station de pompage, où sont installées les pompes à chaleur, avec la chaufferie décentralisée, où se situent les chaudières gaz qui servent d'appoint et de relève. Cette boucle est une boucle fermée d'eau traitée, et contient de l'eau chaude (55°C à l'aller, 40°C au retour). Cette boucle est mise en contact à la fois avec la boucle « eau du lac » via les PAC à la station et avec les 2 boucles « de distribution » au niveau de la chaufferie décentralisée.
- Les boucles « chaud de distribution » permettent d'alimenter les 2 groupes de bâtiments du secteur Trésum (bâtiment de A à D puis de E à H) depuis la boucle « chaud » principale. Ces boucles fermées contiennent de l'eau chaude (55°C à l'aller, 40°C au retour). Elles permettent par l'intermédiaire des sous-stations l'alimentation directe des systèmes de chauffage propres au bâtiment.

- La boucle « froid » permet d'alimenter en source froide l'Hôtel et l'EHPAD depuis la station de pompage. Cette boucle fermée contient de l'eau entre 7 et 12-13 °C.

La Figure ci-dessous illustre les principaux éléments décrits pour la boucle d'eau Annecy.

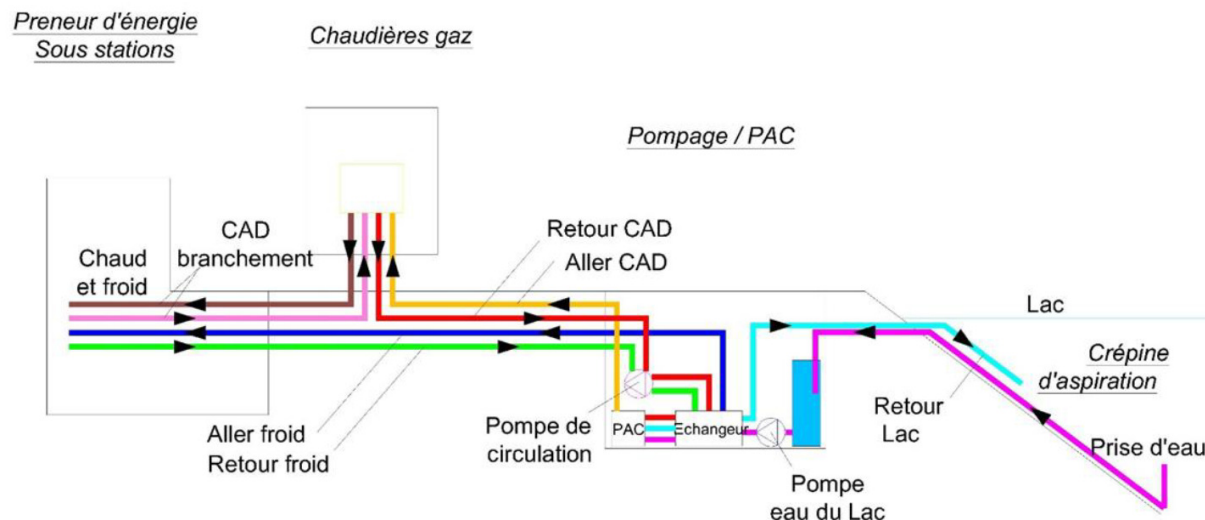


Figure 3 : Principe de fonctionnement de la boucle d'eau énergétique (Source : IDEX-SGI)

2.3.2 Description technique des installations de la boucle d'eau énergétique

En termes d'infrastructures, les composants principaux du système sont les suivants :

- Un système de prise d'eau et de rejet :
 - Une conduite d'aspiration avec la crépine et une conduite de rejet ;
 - Une partie lacustre et une partie terrestre.
- Une station de pompage / échange, avec pompes des circuits hydrauliques et pompe à chaleur (PAC) ;
- Un système de distribution :
 - Réseau de distribution à l'intérieur du secteur Trésum et Piscine des Marquisats
 - Les chaudières décentralisées
 - Les sous-stations d'échange client

Les équipements de la boucle d'eau énergétique sont détaillés ci-après depuis la prise d'eau jusqu'au réseau de distribution.

2.3.2.1 Prise et rejet d'eau

► Caractéristiques techniques générales

Le système de prise et de rejet d'eau de la boucle d'eau énergétique du lac d'Annecy est composé des éléments suivants :

- Une crépine située à environ 30 m de profondeur par rapport à la ligne d'eau du lac d'Annecy (prise d'eau) ;
- Une conduite de prise d'eau en acier DN600, d'une longueur de 480 mètres sous le niveau d'eau du lac (lacustre) et 288 mètres enterrés (terrestre), qui fera le lien entre la crépine et la station de pompage ;
- Une conduite de rejet d'eau en acier DN400, depuis la station de pompage vers le lac d'Annecy, d'une longueur de 288 mètres (terrestre) et de 140 mètres (lacustre) jusqu'à une profondeur de l'ordre de 6 à 7 mètres.

► Le tracé lacustre

L'implantation exacte de la crépine dépendra des mesures de température enregistrées sur toute l'année aux profondeurs de -25m et -30m. A ce stade, une profondeur de -30 m est considérée.

Les caractéristiques de la crépine sont les suivantes :

- Le diamètre de la crépine sera compris entre 1000 et 1500 mm ;
- La crépine sera orientée à 90 °C ;
- Les mailles de passage seront de 8x8 mm ;
- La distance entre le niveau du sol et le haut de la crépine sera comprise entre 1500 et 3500 mm.

La Figure 4 présente un exemple de crépine qui pourrait être mise en place pour le projet boucle d'eau d'Annecy. Celle-ci sera précisée lors des phases d'étude détaillées et d'exécution.

SCHEMA DE PRINCIPE – CREPINE D'ASPIRATION ET CONDUITE DE REJET

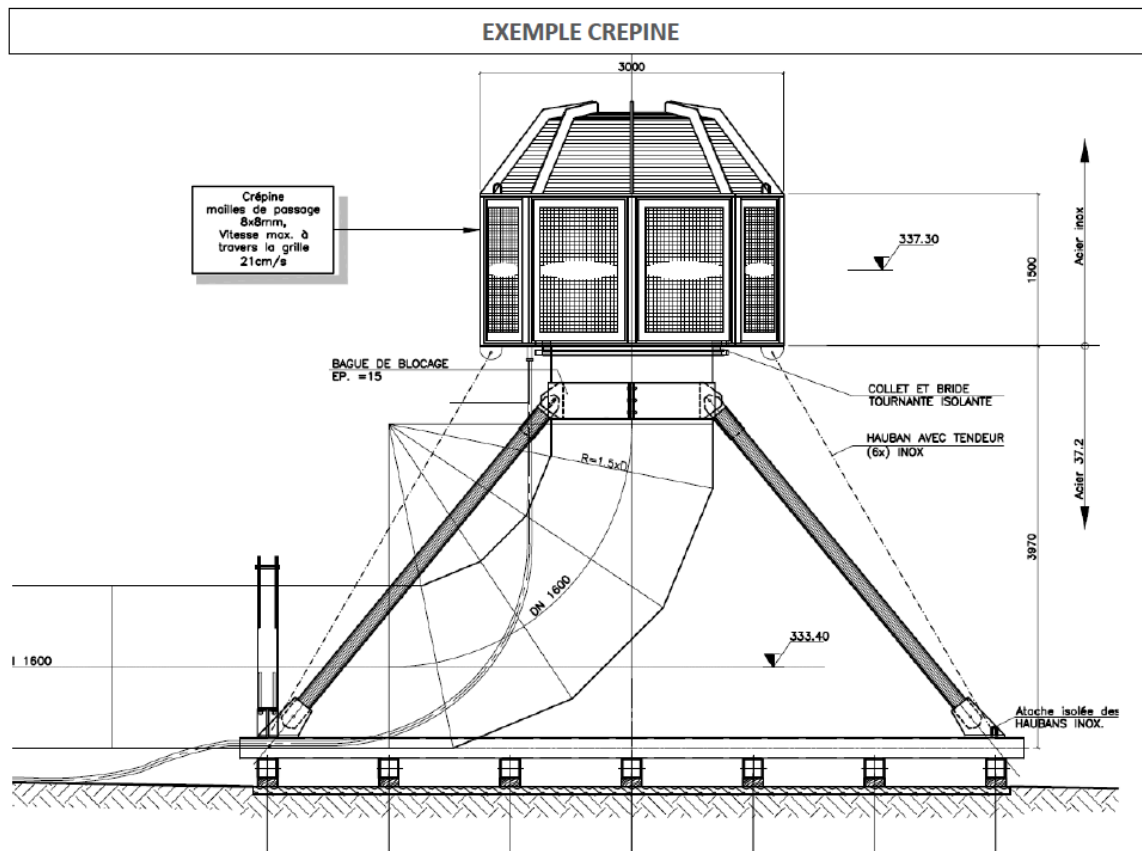


Figure 4 : Exemple de crépine (Source : IDEX-SGI)

Selon la , le tracé lacustre de la prise d'eau se déploie depuis l'implantation de cette crépine vers le quai de la Tournette sur un axe Est Sud-Est – Ouest Nord-Ouest. Le profil en long du tracé lacustre est présenté en Figure 6. Sur la première partie du tracé lacustre, un tirant d'eau de deux mètres sera conservé pour permettre la circulation des bateaux de plaisance.

Les autres caractéristiques de la section lacustre de la conduite de prise d'eau sont les suivantes :

- Vitesse moyenne de l'ordre de 0,85 m/s (pour limiter les pertes de charge et donc l'approfondissement des pompes) ;
- Débit maximum de pompage de l'ordre de 239 l/s ;
- vitesse minimum de 0,3 m/s (afin d'éviter les temps de séjour trop longs).

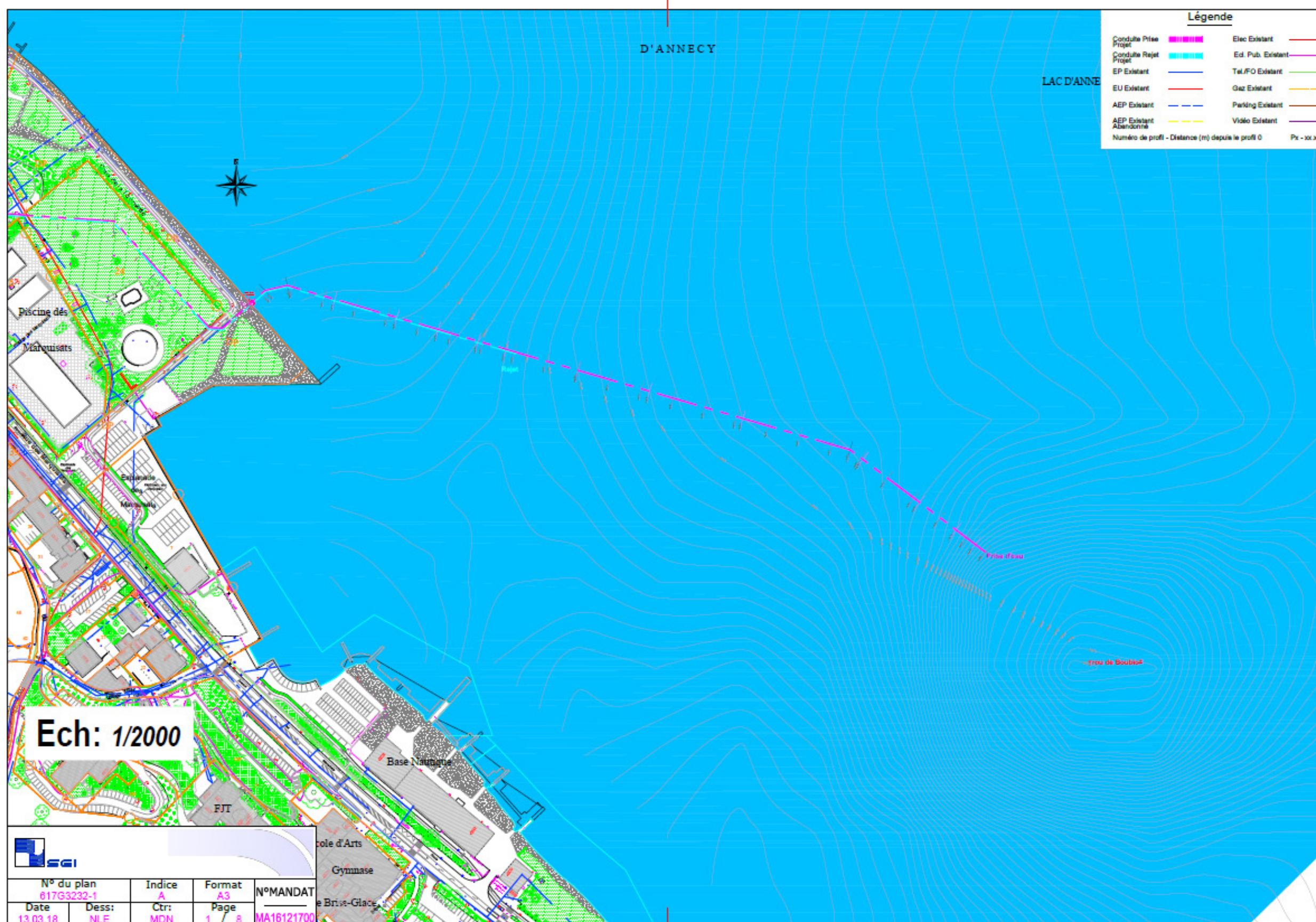


Figure 5 : Plan du réseau lacustre du projet de boucle d'eau (Source : IDEX-SGI)

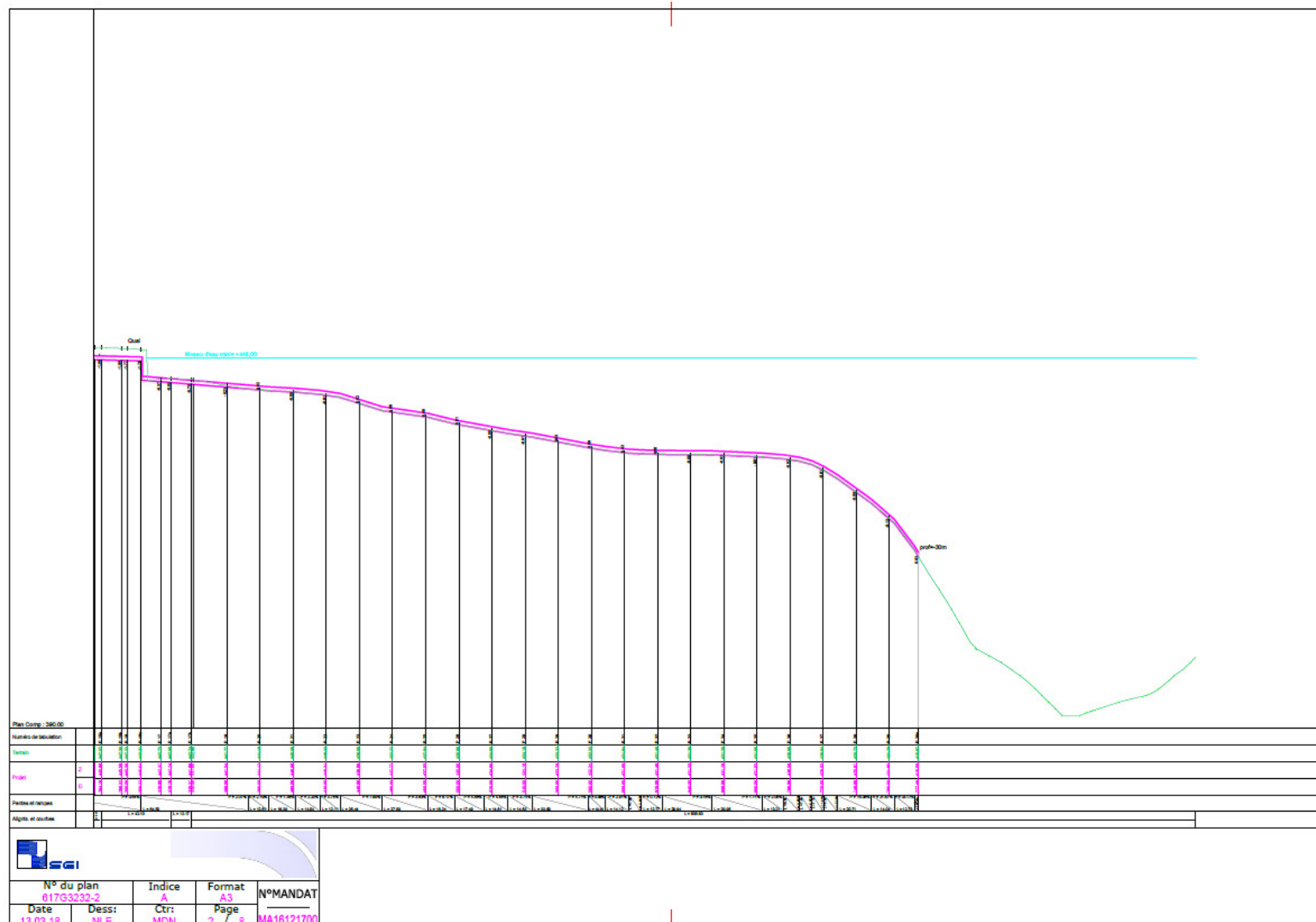


Figure 6 : Profil en long du réseau lacustre (Source : IDEX-SGI)

Les caractéristiques de la conduite de rejet sont les suivantes :

- Rejet à - 7 m (soit alt. 436 m) dans le lac, afin de ne pas perturber les écosystèmes lacustres,
- La conduite de rejet sera de type « clarinette » (cf. Figure 23), avec des orifices orientés en direction du Thiou,
- Le nombre et la taille des orifices dans la conduite seront adaptés en conséquence pour une bonne diffusion dans le milieu récepteur,
- Un divergent sera positionné en extrémité de la conduite de rejet,
- Vitesse moyenne de l'ordre de 1,9 m/s
- Débit maximum de rejet de l'ordre de 239 l/s ;
- Vitesse minimum de 0,3 m/s (afin d'éviter les temps de séjour trop longs).



Figure 7 : Exemple d'une conduite de rejet (source : SGI)

► Le tracé terrestre

La liaison entre le tracé lacustre et terrestre de la boucle d'eau énergétique se fera par l'intermédiaire d'une cellule sèche implantée sur le quai et d'une surface de 15 m². Le plan et la coupe de l'ouvrage de franchissement sont présentés en Figure 8.

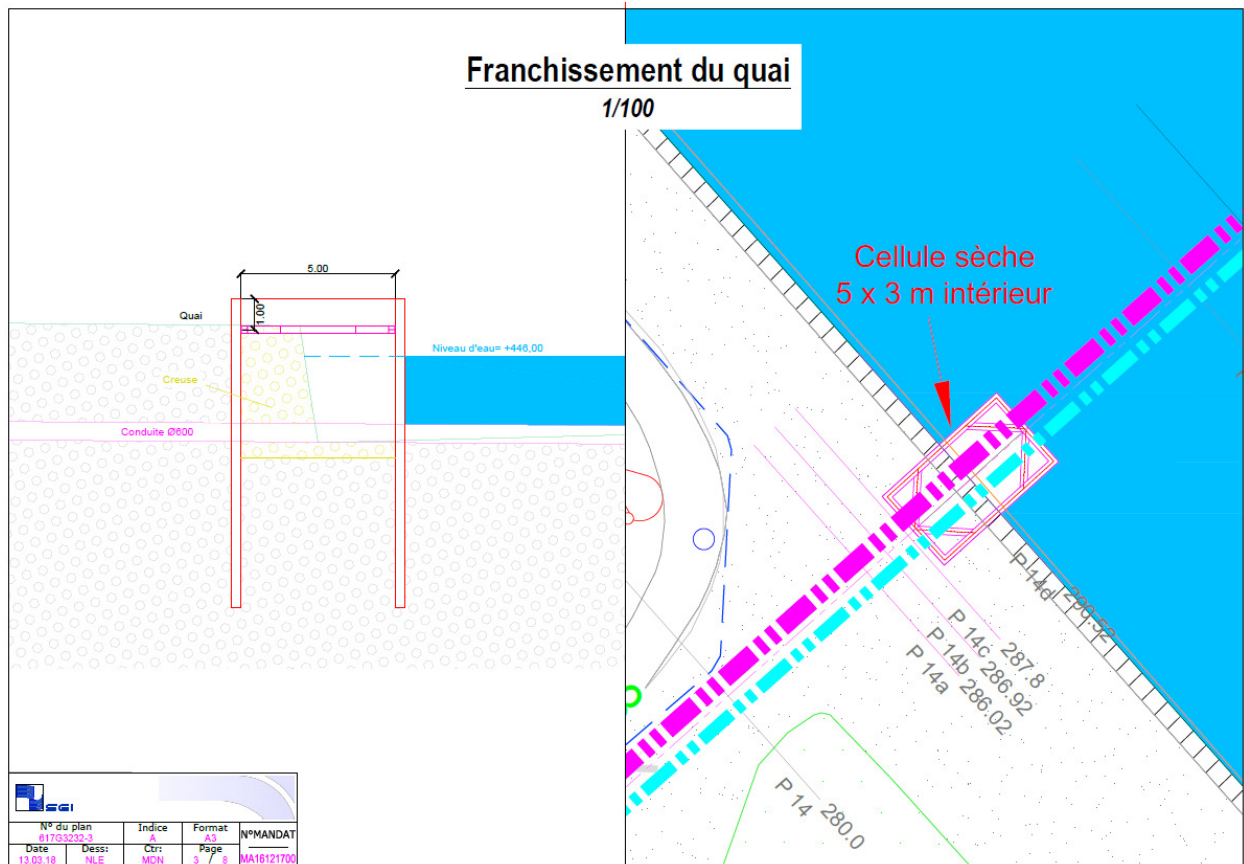


Figure 8 : Plan et coupe de l'ouvrage de franchissement du quai (Source : IDEX-SGI)

A partir de la cellule sèche, le tracé du réseau boucle d'eau est terrestre. Conformément à la Figure 9, il comprend :

- La remontée du quai de la Tournette depuis la parcelle de la piscine ;
- Un tracé entre le parking de la piscine et le bâtiment de la piscine au nord ;
- La traversée de la rue des Marquisats pour raccordement à la station de pompage.

Sur cette section, les profondeurs des canalisations terrestres sont approximativement :

- De 3 mètres pour la prise d'eau ;
- De 2 mètres pour le rejet d'eau.

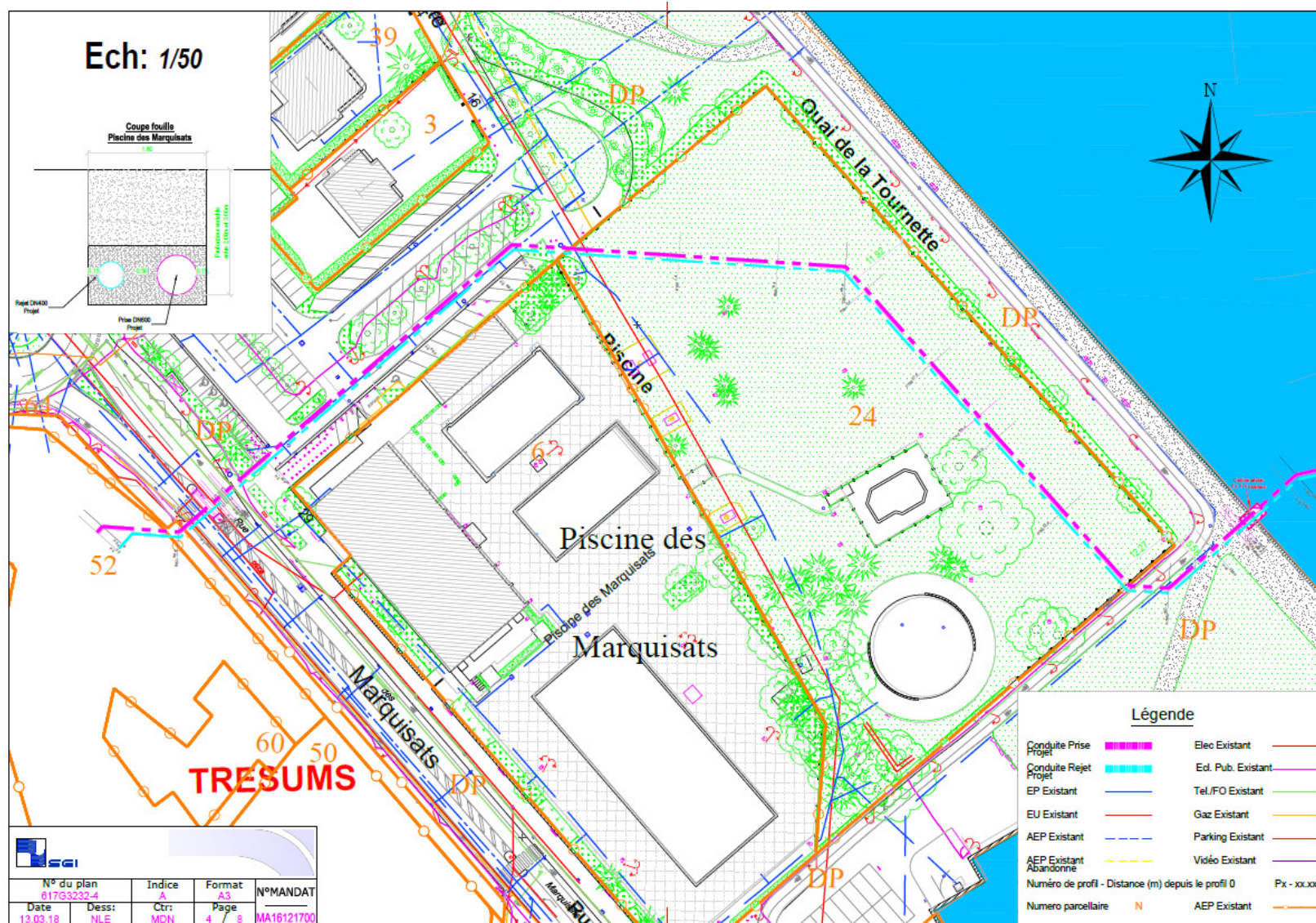


Figure 9 : Plan du réseau depuis le quai jusqu'à la station de pompage (Source : IDEX-SGI)

► Considérations environnementales

► Qualité des eaux au point de prise d'eau

D'après l'étude de faisabilité du projet, lors des investigations menées courant 2016-2017, aucun organisme n'était visible à la profondeur d'implantation de la crépine (entre -25m et -30m).

En revanche, les mesures de qualité d'eau à proximité du trou de Boubioz (cf.) montrent que l'existence d'une charge organique en profondeur, susceptible de causer le développement de plancton.

Concernant la filtration des éléments grossiers, en plus de la filtration par la crépine, des filtres à paniers (300 microns) seront installés à la station de pompage avant passage dans les échangeurs.

► Perturbation des écosystèmes lacustres au point de rejet

L'eau pompée à la station est exploitée puis rejetée dans le lac au-delà du quai de la Tournette.

A ce stade d'étude, et par analogie avec d'autres projets, il a été considéré qu'une profondeur de -7m est suffisante pour le rejet, de manière à ne pas perturber le fonctionnement des écosystèmes lacustres. Selon la bathymétrie le long de la prise d'eau, cela implique une longueur de conduite d'environ 140 m, en acier DN400.

La société IDEX a missionné le groupement Burgeap – STE Environnement pour caractériser l'état initial hydro-biologique du site et évaluer les éventuels impacts du projet sur le milieu. Les caractéristiques du système d'adduction seront adaptées courant 2018 sur la base des résultats de l'étude d'impact hydro biologique actuellement en cours.

2.3.2.2 Station de pompage et centrale d'énergie

Le bâtiment qui accueillera la station de pompage de l'eau du lac et la centrale d'énergie thermique sera implanté sur la parcelle CE0052, à la pointe nord du quartier « Avant-scène Trésum », cédée au domaine public.

La station de pompage contiendra la pompe à chaleur (PAC) qui permet d'extraire l'énergie comprise dans l'eau du lac et la restituer à une température plus élevée.

La boucle « eau du lac » fonctionne de la manière suivante :

- Alimentation gravitaire du puisard d'entrée de la station de pompage par la conduite de prise d'eau,
- Installation de pompes en cale-sèche, avec conduite de prise directement dans le puisard,
- L'eau pompée circule dans les échangeurs thermiques produisant de la chaleur via une PAC et du froid directement, puis est renvoyée au lac par la conduite de rejet.

Le puisard permet d'éviter les problèmes de dépression dans la conduite d'aspiration, qui pourraient être créés par des phénomènes transitoires. Ces phénomènes peuvent se produire dans le cas où des pompes en aspiration directe sont mises en marche de manière trop rapide.

Le bâtiment sera entièrement enterré et il présentera une surface de 342 m². Ces dimensions précises sont les suivantes :

- Longueur : 31,7 mètres ;
- Largeur : 10,8 mètres ;
- Profondeurs :
 - 5,9 mètres au niveau bas du radier pour le bâtiment,
 - 7,5 mètres au niveau bas du radier pour le puisard.

La station de pompage possède les caractéristiques suivantes :

- Puisard d'environ 96 m³,
- Quatre pompes eau du lac en cales sèches pour les eaux du lac et trois pompes de circulation réseau en cale-sèche,
- Deux PAC de 750 kW pour les Tresums, une PAC de 600 kW pour la piscine des Marquisats et une PAC pour Balleydier de 250 kW,
- Des équipements hydrauliques : échangeurs, tuyauterie et vannes ;
- Des équipements électriques : armoire électrique générale basse tension (TGBT), armoires de puissance, compteurs électriques et éclairages ;
- Des équipements d'automatisme : armoires de commande, automates programmables et poste de supervision.

La structure du bâtiment est prévue en béton armé (à adapter selon les sondages géotechniques prévus).

Six grilles de ventilation équipées d'un dispositif pare-pluie et disposées en surface au droit des espaces verts assureront l'aération de l'ouvrage.

Par ailleurs, les équipements de la station de pompage seront accessibles en surface, depuis l'esplanade piétonne, à savoir :

- Deux trappes d'accès depuis le domaine public de 9 m² chacune ;
- Un regard de visite au droit du puisard, d'un diamètre de 1 mètre.

Ces ouvrages d'accès représentent une surface d'environ 20 m².

Les réfections définitives (espace vert et réfection du trottoir) seront réalisées en continuité et en cohérence avec les réfections prévues au programme d'aménagement de l'Avant-scène.

Un accès par borne escamotable est prévu pour les véhicules d'intervention et de secours.

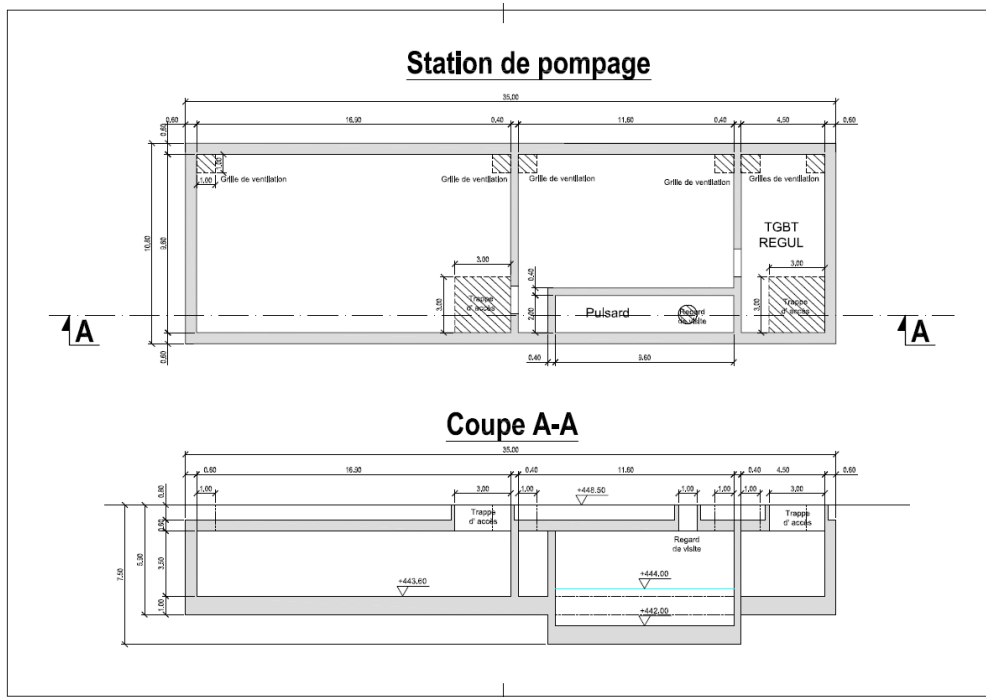


Figure 10 : Plan et coupe de la station de pompage (Source : IDEX-SGI)

La station de pompage sera alimentée par un poste HTA implanté dans un local ventilé hors-sol, d'une hauteur sous-plafond de 2m50. Ce local implanté à la pointe nord-ouest de la piscine des Marquisats représentera une surface de 20 m².

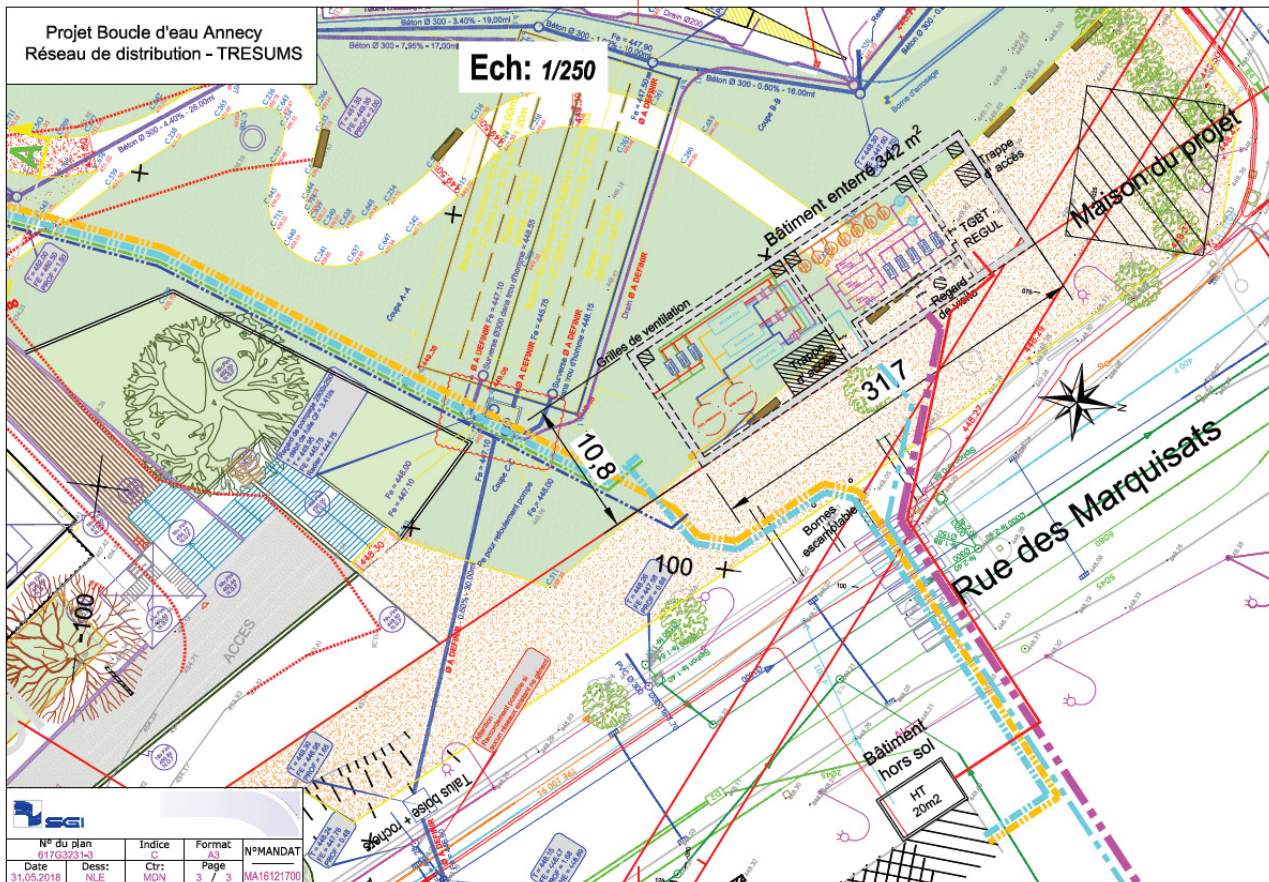


Figure 11 : Plan d'implantation de la station de pompage et du poste de livraison HTA (Source : IDEX-SGI)

2.3.2.3 Le réseau de distribution

Le réseau de distribution présente les caractéristiques techniques suivantes :

- Conduites « chaud » - boucle principale : longueur de 317 mètres, DN300 acier pré-isolé (épaisseur env. 50mm)
- Conduites « chaud » - boucle principale : longueur de 316 mètres, DN150 à DN300 acier pré-isolé (épaisseur env. 50mm)
- Conduite « froid » : longueur de 150 mètres, PEHD classique DN80 à DN150
- Sept sous-stations d'échange implantées dans les différents bâtiments du quartier « avant-scène Trésum ». Le chauffage à distance alimente un échangeur placé à l'entrée des bâtiments. Cet échangeur transfère la chaleur du chauffage à distance vers le circuit de distribution du bâtiment. La température de la conduite aller du chauffage à distance est fixée à 55°C et la température retour à 40°C. Deux fois par jour, la température est augmentée à 60°C (respectivement 40°C) pour satisfaire les besoins d'eau chaude sanitaire (ECS).

Sur cette section, les canalisations seront implantées sur une profondeur d'environ un mètre.



Figure 12 : Plan du réseau de distribution (Source : IDEX-SGI)

2.3.2.4 Techniques de mise en œuvre et planning projet

► Techniques mises en œuvre

► Conduites lacustres

La méthodologie des travaux de pose des conduites lacustres peut être décomposée en plusieurs étapes de travaux :

- Phase 1 : mise en place de l'installation de chantier – localisation à définir (à proximité du port ou après la plage des Marquisats)
- Phase 2 : assemblage et transport
 - Transport et stockage des conduites sur l'installation de chantier ;
 - Assemblage et soudures sur site ;
 - Transport des tronçons de conduite par flottaison.
- Phase 3 : préparation de la souille et stabilisation
 - Mise en place de la barge ;
 - Terrassement et préparation de la souille ;
 - Mise en place des pieux de stabilisation et pose des moises.
- Phase 4 : mise en place et raccordement
 - Mise en place du tronçon transporté par flottaison avec le tronçon précédemment posé ;
 - Selon tronçon, raccordement de la prise privée ;
 - Calage du tronçon ou de la conduite ;
 - Remblayage de la souille (pour les tronçons ensouillés).

► Conduites terrestres

La technique de mise en place des canalisations terrestres est dépendante de la section considérée :

- Liaison entre le quai et la piscine des Marquisats : les conduites seront construites en fouille ouverte pour l'ensemble du tracé terrestre. Le mandataire préconise un blindage de type palplanche, pour les zones en eau et un blindage traditionnel (bois / métal) pour les zones hors d'eau. Des sondages géotechniques complémentaires seront effectués pour déterminer la profondeur de la nappe et la nature des sols pour l'étiage.
- Traversée de la rue des Marquisats : Afin de garantir la rentabilité du projet et compte tenu du fait que des travaux similaires ont pu être effectués récemment sur le secteur, la technique en fouille ouverte sera privilégiée.
- Au droit du quartier « Avant-scène Trésum », la technique proposée est en fouille ouverte pour l'ensemble du tracé terrestre de distribution. Les canalisations seront installées sous les réseaux structurants existants. Au vu des faibles profondeurs, un blindage traditionnel (bois / métal) est pressenti. Aucune présence d'eau n'a été constatée pour la profondeur de fouille à exécuter.

► Planning

La société IDEX envisage de déposer une demande de permis de construire pour le projet de boucle d'eau énergétique à Annecy en Septembre 2018.

Le démarrage des travaux est envisagé courant septembre 2019 pour une durée d'environ un an.

2.4 Abords du projet et contexte (Annexe obligatoire n°5)

La cartographie ci-dessous est tirée des données collectées à partir d'une visite sur site et d'une analyse aérienne de l'occupation du sol.

Les fonds cartographiques sont dépôt de l'IGN®. Ils sont récents et accessibles sur le site www.geoportail.gouv.fr.

Remarque importante : La Figure 13 propose un périmètre volontairement élargi du projet pour une meilleure visibilité. Le périmètre exact du projet est présenté par les différents plans d'implantation des ouvrages du projet insérés dans le chapitre Annexe obligatoire n°4 du présent rapport.

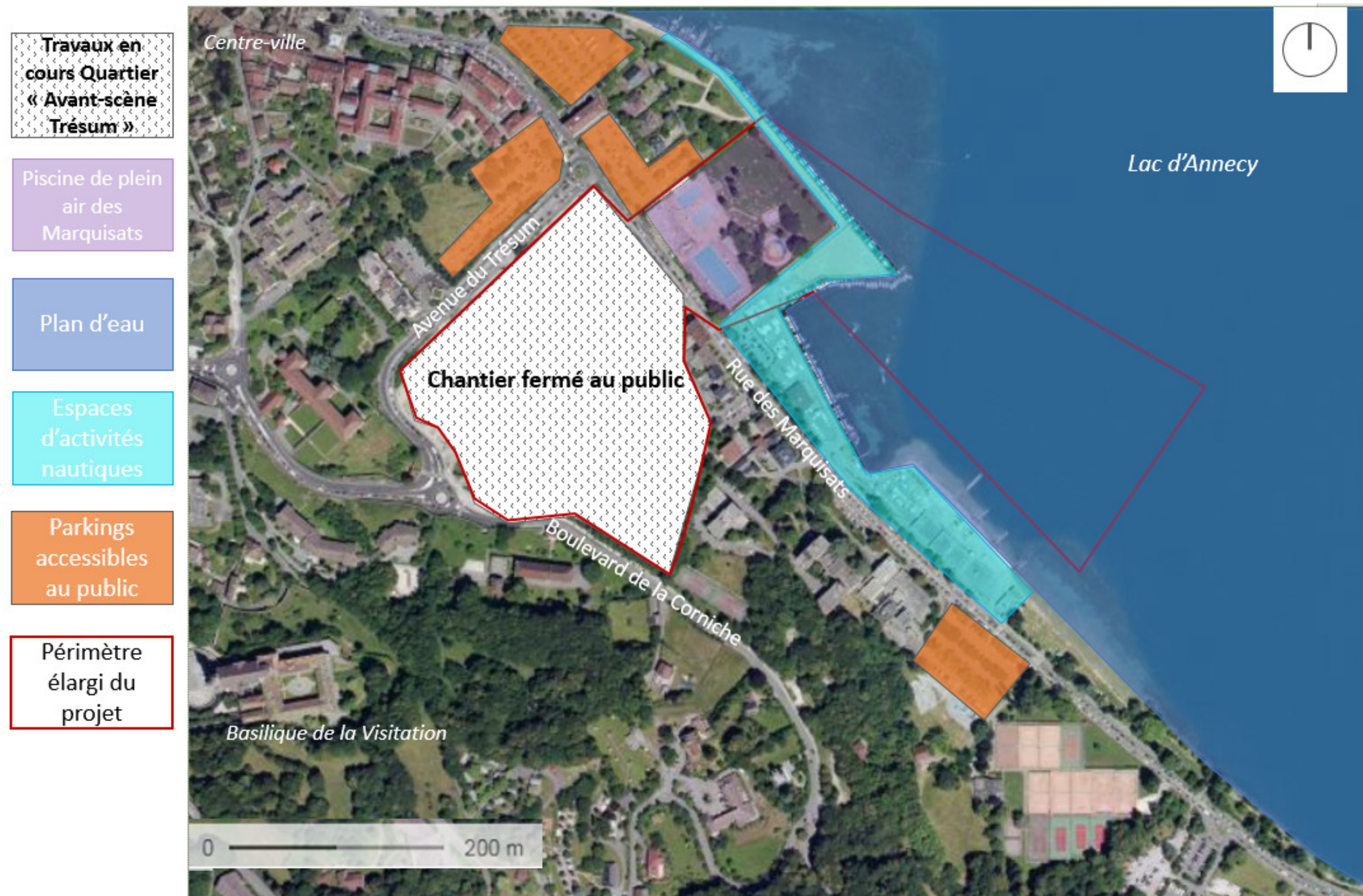


Figure 13 : Plan des abords du projet (échelle : 1/4000)

2.5 Localisation du site Natura 2000 le plus proche du projet (Annexe obligatoire n°6)

Le réseau NATURA 2000 s'inscrit au cœur de la politique de conservation de la nature de l'Union européenne et il est un élément clé de l'objectif visant à enrayer l'érosion de la biodiversité. Ce réseau mis en place en application de la Directive « Oiseaux » datant de 1979 et de la Directive « Habitats » datant de 1992 vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. Il est constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent.

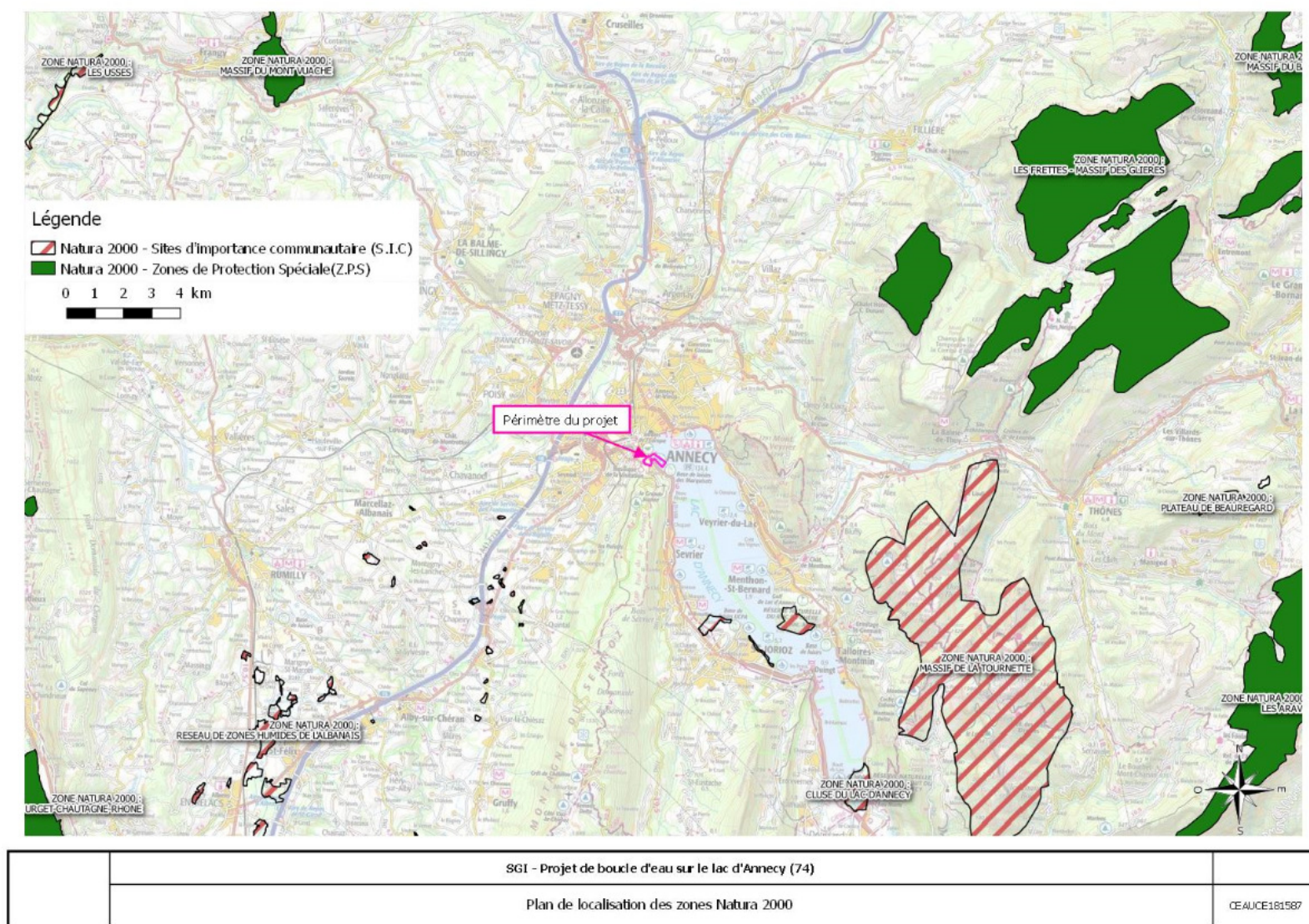
La structuration de ce réseau comprend :

- Des Zones de Protection Spéciale (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs ;
- Des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive "Habitats".

Il n'existe aucun site Natura 2000 sur la commune d'Annecy. Le site Natura 2000 le plus proche du projet est la ZSC Cluse du Lac d'Annecy qui comprend le lac d'Annecy dans sa partie nord et une plaine alluviale au sud, qui résulte du comblement d'un vaste lac post-glaciaire.

Selon la Carte 2, il est éloigné d'au moins 5,5 km au sud du projet.

Remarque importante : La Carte 2 propose un périmètre volontairement élargi du projet pour une meilleure visibilité. Le périmètre exact du projet est présenté par les différents plans d'implantation des ouvrages du projet insérés dans le chapitre Annexe obligatoire n°4 du présent rapport.



Carte 2 : Localisation des sites NATURA 2000

3. Annexes volontaires

Afin de permettre une meilleure compréhension du projet, les annexes suivantes sont ajoutées au formulaire CERFA 14734*03 complété, comme indiqué au § 8.2 « Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire » de celui-ci :

- Annexe volontaire n°1 : étude de faisabilité du projet (IDEX-SGI, 2016) ;
- Annexe volontaire n°2 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2016) ;
- Annexe volontaire n°3 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2017) ;
- Annexe volontaire n°4 : Modèle de charte chantier propre (IDEX-SGI, 2017)

3.1 Annexe volontaire n° 1 : Etude de faisabilité du projet (SGI, 2016)

Cette annexe contient 49 pages

Projet « avant-scène » - Annecy

Etude d'une boucle d'eau énergétique



Etude de faisabilité

SOMMAIRE

0. GLOSSAIRE	4
1. INTRODUCTION / CONTEXTE	1
1.1 PRESENTATION DES INTERVENANTS.....	1
1.1.1 <i>Le groupe SGI</i>	1
1.1.2 <i>Le groupe Idex</i>	2
1.2 CONTEXTE DE L'ETUDE	2
1.3 CONTEXTE DU PROJET	3
1.4 OBJECTIFS.....	3
2. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES.....	4
2.1 SEANCES / PRESENTATION	4
2.2 DONNEES COLLECTEES.....	4
2.2.1 <i>Données de base</i>	4
2.2.2 <i>Réseaux</i>	4
2.2.3 <i>Trésums</i>	4
2.2.4 <i>Piscine</i>	5
2.2.5 <i>Balleydier</i>	5
3. CONCEPTION DU SYSTEME.....	6
3.1 CONCEPTION GENERALE	6
3.2 CONCEPT THERMIQUE	7
3.2.1 <i>Etude des besoins thermiques</i>	7
3.2.1.1 Trésums – Avant-Scène	7
3.2.1.2 Piscine des Marquisats	10
3.2.1.3 Balleydier.....	10
3.2.1.4 Bilan énergétique global	11
3.2.2 <i>Architecture du réseau</i>	11
3.2.2.1 Emplacement des technologies.....	11
3.2.2.2 Type de technologies	12
3.3 CONCEPTION HYDRAULIQUE	13
3.3.1 <i>Fonctionnement hydraulique</i>	13
3.3.2 <i>Niveau du lac</i>	13
3.3.3 <i>Calculs de débits</i>	13
3.3.4 <i>Critères de dimensionnement</i>	14
4. FAISABILITE DU SYSTEME D'ADDUCTION	15
4.1 CONDUITES LACUSTRES ET CREPINES.....	15
4.1.1 <i>Identification des contraintes</i>	15
4.1.2 <i>Investigations / Températures</i>	15

4.1.3	Localisation / tracé proposée	15
4.1.4	Technique de construction	17
4.1.5	Qualité des eaux	17
4.2	REJET	17
5.	FAISABILITE DE LA STATION DE POMPAGE / ECHANGE.....	18
5.1.1	Variantes de localisation.....	18
5.1.2	Variantes de configuration.....	19
5.1.3	Schéma de principe.....	19
5.1.4	Génie civil / Bâtiment.....	19
5.1.4.1	Contraintes géotechniques.....	19
5.1.4.2	Caractéristiques de construction	19
5.1.5	Équipements hydrauliques	20
5.1.6	Electricité.....	21
5.1.7	Automatisme.....	22
5.1.8	Équipements thermiques.....	22
5.1.8.1	Pompes à chaleur	22
5.1.8.2	Chaudières à gaz	23
5.1.8.3	Accumulateurs.....	23
5.1.8.4	Vase d'expansion.....	24
5.1.8.5	Récapitulatif des équipements thermiques	24
6.	FAISABILITE DU SYSTEME DE DISTRIBUTION.....	25
6.1	CONDUITES TERRESTRES PRINCIPALES – LIAISON QUAI - PARKING PISCINE.....	25
6.1.1	Contraintes et opportunités	25
6.1.2	Tracé proposé	25
6.1.3	Technique de construction	27
6.2	TRAVERSEE RN.....	27
6.2.1	Contraintes.....	27
6.2.2	Technique de construction	27
6.3	DEPLOIEMENT AVANT-SCENE	28
6.3.1	Concept et contraintes	28
6.3.2	Tracé retenu	28
6.3.3	Contrainte géotechnique.....	28
6.3.4	Technique proposée.....	29
6.4	SOUS-STATIONS	29
6.4.1	Principe.....	29
6.4.2	Equipements.....	29
7.	BILAN THERMIQUE.....	30
8.	BILAN ENVIRONNEMENTAL.....	34
8.1	ENVIRONNEMENT LACUSTRE.....	34

8.2	IMPACT SUR LES REJETS DE CO2 ET LES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE.....	34
9.	BILAN ECONOMIQUE	35
9.1	ESTIMATION BUDGETAIRE	35
9.1.1	CAPEX	35
9.1.1.1	Système d'adduction	35
9.1.1.2	Station de pompage / Echange.....	35
9.1.1.3	Système de distribution.....	36
9.1.1.4	Récapitulatif CAPEX.....	37
9.1.1.5	Comparaison avec la solution de référence.....	38
9.1.2	OPEX.....	38
9.2	COMPARAISON DES OPEX AVEC UNE SOLUTION DE REFERENCE	39
9.3	PLAN D'AFFAIRE.....	40
9.4	PRIX DE L'ENERGIE	41
9.5	BILAN ECONOMIQUE	42
10.	FAISABILITE ORGANISATIONNELLE ET JURIDIQUE	43
11.	PLANIFICATION ET RECOMMANDATIONS.....	44
11.1	PROCHAINES ECHEANCES.....	44

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Rapport d'investigations lacustres n°1 – décembre 2016

Annexe 2 : Rapport d'investigations lacustres n°2 – février 2017

LISTE DES PLANS

- Plan général des infrastructures
- Plan des infrastructures lacustres
- Plan des infrastructures terrestres (parcelle piscine + quai)
- Variantes d'implantation de la station de pompage
- Plan de détail des équipements de la station – variante A semi-enterrée
- Plan de détail des équipements de la station – variante B enterrée
- Plan de détail du franchissement de la RN en pousse-tube
- Plan de détail du franchissement de la RN en fouille ouverte

0. GLOSSAIRE

ADEME	<i>Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie</i>
APD	<i>Avant-projet détaillé</i>
CAD	<i>Chauffage à distance</i>
CAPEX	<i>Dépenses d'investissement</i>
COP	<i>Coefficient de performance</i>
DAO	<i>Dossier d'appel d'offres</i>
DN	<i>Diamètre nominal</i>
EHPAD	<i>Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes</i>
ECS	<i>Eau chaude sanitaire</i>
HMT	<i>Hauteur Manométrique Totale</i>
kW	<i>Kilowatt</i>
kWh	<i>Kilowatt heure</i>
MW	<i>Mégawatt</i>
MWh	<i>Mégawatt heure</i>
OPEX	<i>Dépenses d'exploitation</i>
PE	<i>Polyéthylène</i>
PEHD	<i>Polyéthylène haute densité</i>
PAC	<i>Pompe à chaleur</i>
RT	<i>Règlementation thermique</i>
SRE	<i>Surface de Référence Energétique</i>
SILA	<i>Syndicat intercommunal du lac d'Annecy</i>
STAP	<i>Station de Pompage</i>
STEP	<i>Station d'épuration</i>

1. INTRODUCTION / CONTEXTE

1.1 Présentation des intervenants

Dans le but de promouvoir l'utilisation d'énergie renouvelable à partir du Lac d'Annecy, le Crédit agricole immobilier a mandaté le bureau SGI ingénierie SA pour étudier une boucle d'eau énergétique, en vue d'alimenter plusieurs bâtiments de ce projet.

Le bureau SGI Ingénierie a signé un accord de partenariat avec le Groupe Idex.

Ces deux intervenants sont décrits ci-après.

1.1.1 Le groupe SGI

SGI est un groupe européen d'ingénieurs possédant des filiales en France, au Luxembourg, en Belgique, en Suisse, au Luxembourg, et plusieurs filiales en Afrique.

Ses activités couvrent tout le cycle d'ingénierie et de conseils des grands projets d'infrastructures, de la conception à la mise en service et à l'assistance à l'exploitation.

L'objectif de SGI, indépendant de tout entrepreneur, fabricant ou fournisseur consiste à développer des activités d'ingénierie de haut niveau dans les domaines suivants :

- Génie civil : ponts, tunnels, barrages, travaux spéciaux
- Bâtiments : résidentiel, commercial, hôtel, scolaire, hôpital, parking, aéroports
- Eau et environnement : alimentation en eau potable, eaux usées et eaux pluviales, hydraulique fluviatile, irrigation et drainage, traitement et valorisation des déchets solides
- Transport : routes, autoroutes, chemins de fer, aéroports, ports
- Energie : Systèmes de production d'énergie (hydrothermie, chauffages à distance, hydroélectricité, centrale thermique, centrale à gaz), systèmes de transport de l'énergie (boucles thermiques, réseaux haute et basse enthalpie)
- Urbanisme et aménagement du territoire : Plans de développement urbains ou régionaux, aménagement paysagers, systèmes d'Informations géographiques

Le groupe SGI est issu de la Société Franco-Suisse pour l'Industrie Hydroélectrique fondée en 1898 à Genève. Renommée Société Générale pour l'Industrie (SGI) en 1948, le groupe doit sa remarquable durabilité à la qualité de ses prestations et sa capacité de trouver, quelle que soit l'époque, des solutions innovantes, adaptées aux besoins de ses clients en s'appuyant sur son expérience acquise sur des projets de grande envergure tels que le centre hospitalier de Chambéry, la STEP de Chamonix ou l'aéroport de Bâle Mulhouse en France, ou encore les barrages du Seujet et de la grande Dixence en Suisse.

SGI s'est depuis plusieurs années spécialisé dans la conception et la réalisation de projet énergétique de type boucles d'eau, basés sur l'utilisation d'énergies renouvelables :

- Projet Genève Lac Nations (Suisse) d'une puissance de 18MW alimentant en chaleur et en rafraîchissement le quartier des organisations internationales à partir de l'eau du Lac Léman – en exploitation depuis 2009.
- Projet Genilac (Suisse), d'une puissance totale de 200MW à terme, visant à alimenter en chaleur et en rafraîchissement le centre-ville de Genève et le quartier de l'aéroport à partir de l'eau du Lac Léman.
- Projet de réutilisation des eaux de la STEP de Morges (Suisse) – puissance 3MW
- Projet DOWA (Ile Maurice), d'une puissance de 23MW, visant le rafraîchissement du centre-ville de Port-Louis à partir de l'eau de mer.

1.1.2 Le groupe Idex

Efficiences énergétique

Spécialisé dans les services à l'énergie et à l'environnement, Idex apporte des réponses innovantes et durables aux problématiques de changement climatique et de raréfaction des ressources énergétiques.

Excellence technologique et capacité d'innovation

Idex met sa maîtrise technologique et sa capacité d'innovation au service de ses clients pour optimiser leur modèle énergétique, de la production d'énergie à la maîtrise de leur consommation.

Indépendance et engagement

Indépendant des grands producteurs d'énergie, Idex construit avec ses clients une véritable relation de partenariat fondée sur l'indépendance et l'engagement.

Assise financière, dynamisme et proximité

Dotée d'une importante assise financière, Idex est une entreprise dynamique à forte croissance et s'appuie sur un réseau national de proximité.

Idex est l'acteur majeur de l'efficacité énergétique et déploie son activité autour de deux axes stratégiques :

- valorisation des énergies du territoire ;
- optimisation de l'efficacité énergétique des bâtiments et des process.

Alternative aux grands producteurs d'énergie et leurs filiales, Idex se positionne ainsi comme le leader indépendant de la transition énergétique.

Énergies du territoire

La réponse à la raréfaction des ressources et au réchauffement climatique se situe au niveau des territoires. Autonomie énergétique, réduction des émissions de gaz à effet de serre, suppression des coûts d'acheminement, création d'emplois locaux : la valorisation des énergies du territoire s'inscrit pleinement dans une logique de développement durable et d'économie circulaire. Expert des énergies locales, renouvelables (géothermie, biomasse, solaire, éolien) et/ou de récupération (valorisation des déchets, data-center, eaux usées, cogénération), Idex aide les collectivités et entreprises à optimiser leur mix énergétique.

Efficacité énergétique des bâtiments

“L'énergie la moins chère est celle que nous ne consommons pas”. Une meilleure efficacité énergétique des bâtiments et des process permet de réduire les besoins en énergies et d'optimiser le confort de l'utilisateur. L'efficacité énergétique est ainsi un levier fondamental de lutte contre les émissions de CO2 et le réchauffement climatique. Contrat de performance énergétique, conception, construction et gestion des installations, services d'efficacité énergétique, maintenance multitechnique et Facility Management, ... L'indépendance énergétique d'Idex lui permet de promouvoir et d'apporter à ses clients (bailleurs, bâtiments tertiaires, établissements de santé, sites industriels) les solutions les mieux adaptées à leurs besoins pour réduire leur impact environnemental et leur coût énergétique.

1.2 Contexte de l'étude

La COP 21 n'est plus un secret pour personne : les générations contemporaines doivent relever le défi de l'énergie tout en garantissant le respect de l'environnement. Ce défi implique une mutation du système énergétique mondial par la mise en place de projets locaux, fonction des ressources naturelles présentes. Suite à une réflexion locale, une distribution globale doit s'effectuer à l'échelle des agglomérations.

Annecy, située au bord du lac du même nom, possède une situation privilégiée pour des projets de rafraîchissement ou de chauffage de bâtiments par l'eau du lac.

La Ville d'Annecy s'est astreint un objectif ambitieux dans le domaine énergétique et vise à moyen terme une stabilisation de la consommation des énergies et une réduction des émissions de CO2 conséquente.

Le projet de « Boucle d'eau Annecy » répond à cet objectif et permettra à terme d'assurer une plus grande indépendance énergétique des entités qui décideront de se raccorder, leurs permettant ainsi d'exploiter leurs ouvrages dans un confort tout à fait comparable avec celui des énergies fossiles.

1.3 Contexte du projet

Le projet d'aménagement « Avant-scène – Trésums » représente l'opportunité majeure de développement d'un réseau énergétique à partir de l'eau du lac.

Il se situe sur l'ancien terrain de l'Hôpital d'Annecy (Avenue du Tresum / rue des Marquisats). La déconstruction de l'Hôpital a permis de libérer une parcelle située en bordure du lac d'Annecy. Le programme mené par le Crédit Agricole Immobilier est composé de 44 373 m² de logement, 4 372 m² d'hôtel et 5 653 m² EHPAD.

En déployant un premier réseau dans ce futur nouveau quartier, et permettant, à terme de raccorder le tènement Balleydier et la piscine des Marquisats, une distribution globalisée de chaleur et de froid est rendue possible.

L'objectif est de dimensionner ce projet d'envergure en organisant une première exploitation du réseau sur les 30 prochaines années. Le projet est dimensionné pour subvenir au besoin de chaleur et de froid. La distribution de ces énergies renouvelables sera alors exploitée, clients par clients, via des pompes à chaleur.

Les principaux défis stratégiques du projet « Boucle d'eau Annecy » sont les suivants :

- Réduire pour le chauffage les émissions des gaz à effet de serre conformément au protocole de la COP 21.
- Mettre en œuvre une politique énergétique compatible avec les objectifs de développement durable, notamment par l'utilisation plus rationnelle de l'énergie et le développement des sources renouvelables.
- Assurer la sécurité d'approvisionnement énergétique par l'exploitation d'une source renouvelable.
- Promouvoir la recherche et le développement technologique.

1.4 Objectifs

Les objectifs et résultats attendus par l'étude de faisabilité sont d'apporter des éléments techniques, économiques, réglementaires et environnementaux nous permettant de déterminer la faisabilité d'intégration du projet dans le contexte local.

Le présent rapport est établi dans ce cadre et a pour objectif de :

- Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation d'une chaufferie qui permettra par l'installation de pompe à chaleur eau/eau de produire de la chaleur et par l'implantation d'échangeurs de produire le froid à partir des eaux du lac d'Annecy
- Proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site
- Comparer la solution sur les eaux du lac d'Annecy aux autres possibilités en termes d'investissement, d'exploitation et d'impacts environnementaux
- Etudier une solution pérenne en matière de montage financier et juridique

2. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

2.1 Séances / Présentation

Ce projet énergétique novateur, qui est essentiellement basé sur l'utilisation d'énergies renouvelables puisées dans le lac d'Annecy, a fait l'objet d'une présentation détaillée fixant les principaux objectifs à atteindre et les modalités de développement auprès du Maître d'Ouvrages, des Usagers du lac, de l'Administration et des Elus du bassin annécien.

C'est ainsi qu'en résumé nous avons présenté et discuté de ce projet d'une boucle d'eau thermique avec les Administrations suivantes :

Mardi 01 mars 2016	Maître d'Ouvrage ; Crédit Agricole	Présentation et discussion
Lundi 7 mars 2016	Ville d'Annecy	2 ^{ème} présentation et discussion
Lundi 14 mars 2016	Ville d'Annecy	3 ^{ème} présentation et discussion
Mercredi 20 juillet 2016	Maître d'Ouvrage ; Crédit Agricole	Discussion
Lundi 10 octobre 2016	Ville d'Annecy	Discussion
Mercredi 16 novembre 2016	Agglo Annecy Directeur des piscines	Présentation
Lundi 28 novembre 2016	Crédit Agricole & Halpades	Présentation et discussion
Vendredi 9 décembre 2016	Ville d'Annecy	Discussion
Mercredi 4 janvier 2017	Agglo Annecy Direction	Présentation
Jeudi 12 janvier 2017	Opérateurs GDF, EDF et Orange	Présentation
Jeudi 12 janvier 2017	DDT 74	Présentation et discussion
Jeudi 19 janvier 2017	ADEME Lyon	Présentation et discussion
Mercredi 22 février 2017	Agglo Annecy Grand Annecy	2 ^{ème} Présentation et discussion
Lundi 13 mars 2017	Ville d'Annecy	Réunion administrative
Jeudi 27 avril 2017	SILA avec les Usagers du Lac	Présentation et discussion

2.2 Données collectées

2.2.1 Données de base

Un plan général a été établi pour représenter les différentes infrastructures du projet. Une image satellite a été calée en fond de plan pour permettre une visualisation plus simple et plus rapide des éléments du projet.

2.2.2 Réseaux

Afin d'avoir une connaissance du sous-sol, notamment sur l'emprise des différents services, une déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT), auprès de PROTYS, a été effectuée. Le numéro de la demande est le DT2016120200736TYJ.

Les services concernés sont les suivants : Ville d'Annecy, Enedis, Orange, SILA, GrDF, Numericable, Agglo d'Annecy.

L'ensemble des réseaux existants ont été répertoriés puis pris en compte dans le cadre de notre étude pour limiter au maximum les conflits avec ces derniers. A noter que la représentation est indicative à ce stade. Si cette précision est suffisante pour les besoins de l'étude de faisabilité, il est clair qu'une implantation plus précise sera nécessaire lors des phases ultérieures du projet.

2.2.3 Trésums

Les données de base du projet de construction du nouveau complexe immobilier Avant-Scène / Trésums ont été obtenues de la part du Crédit Agricole Immobilier :

- Plan de masse général
- Plans de masse et plans de repérage des bâtiments A, B2, B3, C1, C2, D2 et D3
- Plans des espaces verts et coupes

- Plans de nivellement
- Plans de VRD (Voirie Réseaux Divers)
- Rapport d'étude géotechnique - G2AVP

Les données ont été analysées et intégrés aux réflexions pour l'établissement de l'étude de faisabilité.

2.2.4 Piscine

Actuellement l'agglomération Grand Annecy gère deux ensembles piscines ; l'une couverte et l'autre saisonnière de mai à septembre implantée au bord du lac à proximité du projet de boucle d'eau. La Ville d'Annecy souhaite que la piscine des Marquisats, judicieusement à proximité de notre projet, soit également alimentée par l'eau puisée dans le lac.

Cette demande de la Ville a été intégrée dans notre étude.

Il est à noter qu'un projet de réaménagement complet du site de la piscine des Marquisats est à l'étude. Les détails des futurs aménagements ne sont pas connus à ce jour, néanmoins notre projet a été conçu en garantissant la compatibilité avec les futures adaptations.

2.2.5 Balleydier

Le tènement Balleydier se situe entre la Rue des Marquisats, l'avenue du Trésums et la côte Perrière, et il est traversé au nord par la Rue de la Providence.

Ce secteur fait l'objet d'un réaménagement complet, dont les détails ne sont pas connus précisément à ce jour. Il représente néanmoins une opportunité très importante pour le projet, tant en terme de potentiels de consommation en chaud et froid qu'en possibilité d'implantation d'ouvrages de pompage / reprise (voir implantation - variante 2).

3. CONCEPTION DU SYSTEME

3.1 Conception générale

Le principe général d'un projet de boucle d'eau est d'utiliser l'eau superficielle disponible localement (rivière, lac, nappe superficielle) comme vecteur d'énergie pour chauffer et refroidir des bâtiments à proximité de la source, par l'utilisation des pompes à chaleur et d'échangeurs thermiques.

Le système de boucle d'eau à Annecy est conçu de manière à optimiser l'utilisation de l'eau du lac durant toutes les saisons de l'année en fonction des besoins des différents preneurs.

L'hiver, l'eau du lac est utilisée pour la production de chaleur. L'eau est pompée à env. 6°C à la station, de là elle est transférée dans des échangeurs puisant les calories pour la PAC, puis est renvoyée et retourne au lac à 3°C. C'est l'utilisation principale du système de boucle d'eau.

L'été, l'eau du lac est utilisée pour la production de froid. L'eau disponible à 6-8°C en été à la station est restituée au lac à 12-15°C. La possibilité de produire du froid, dans des quantités nettement moins importantes que le chaud, se fait par substitution des machines frigorifiques qui ne deviennent, de fait, plus nécessaires.

Le système est composé de plusieurs boucles d'eau mise en contact les unes avec les autres, selon le principe suivant :

- La boucle « eau du lac » est composée de la conduite de prise d'eau, qui amène l'eau profonde à la station de pompage, et de la conduite de rejet. Cette boucle est dite ouverte, et contient de l'eau froide (environ 6-8°C pour la conduite de prise, de 3 à 12-15°C pour la conduite de rejet).
- La boucle « chaud » principale relie la station de pompage, où sont installées les pompes à chaleur, avec la chaufferie décentralisée, où se situent les chaudières gaz qui servent d'appoint et de relèvement. Cette boucle est une boucle fermée d'eau traitée, et contient de l'eau chaude (55°C à l'aller, 40°C au retour). Cette boucle est mise en contact à la fois avec la boucle « eau du lac » via les PAC à la station et avec les 2 boucles « de distribution » au niveau de la chaufferie décentralisée.
- Les boucles « chaud de distribution » permettent d'alimenter les 2 groupes de bâtiment du secteur Trésums (bâtiment de A à D puis de E à H) depuis la boucle chaude principale. Ces boucles fermées contiennent de l'eau chaude (55°C à l'aller, 40°C au retour). Elles permettent par l'intermédiaire des sous-stations l'alimentation directe des systèmes de chauffage propres au bâtiment.
- La boucle « froid » permet d'alimenter en source froide l'Hôtel et l'EHPAD depuis la station de pompage. Cette boucle fermée contient de l'eau variée entre 7 et 12-13°C.

La Figure 1 illustre les principaux éléments décrits pour la boucle d'eau Annecy.

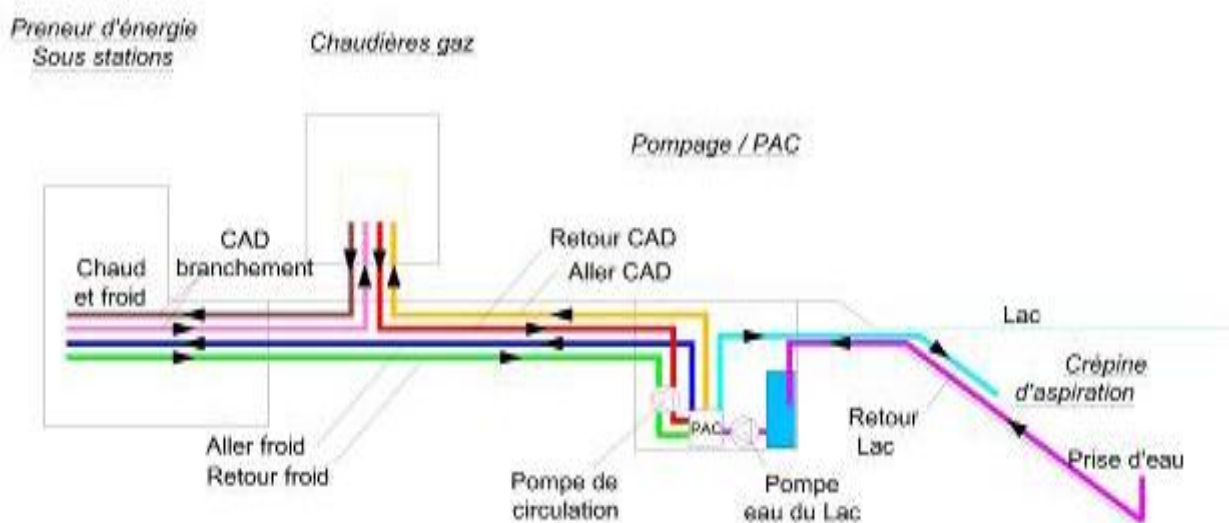


Figure 1. Schéma de fonctionnement d'une boucle d'eau énergétique à partir du lac

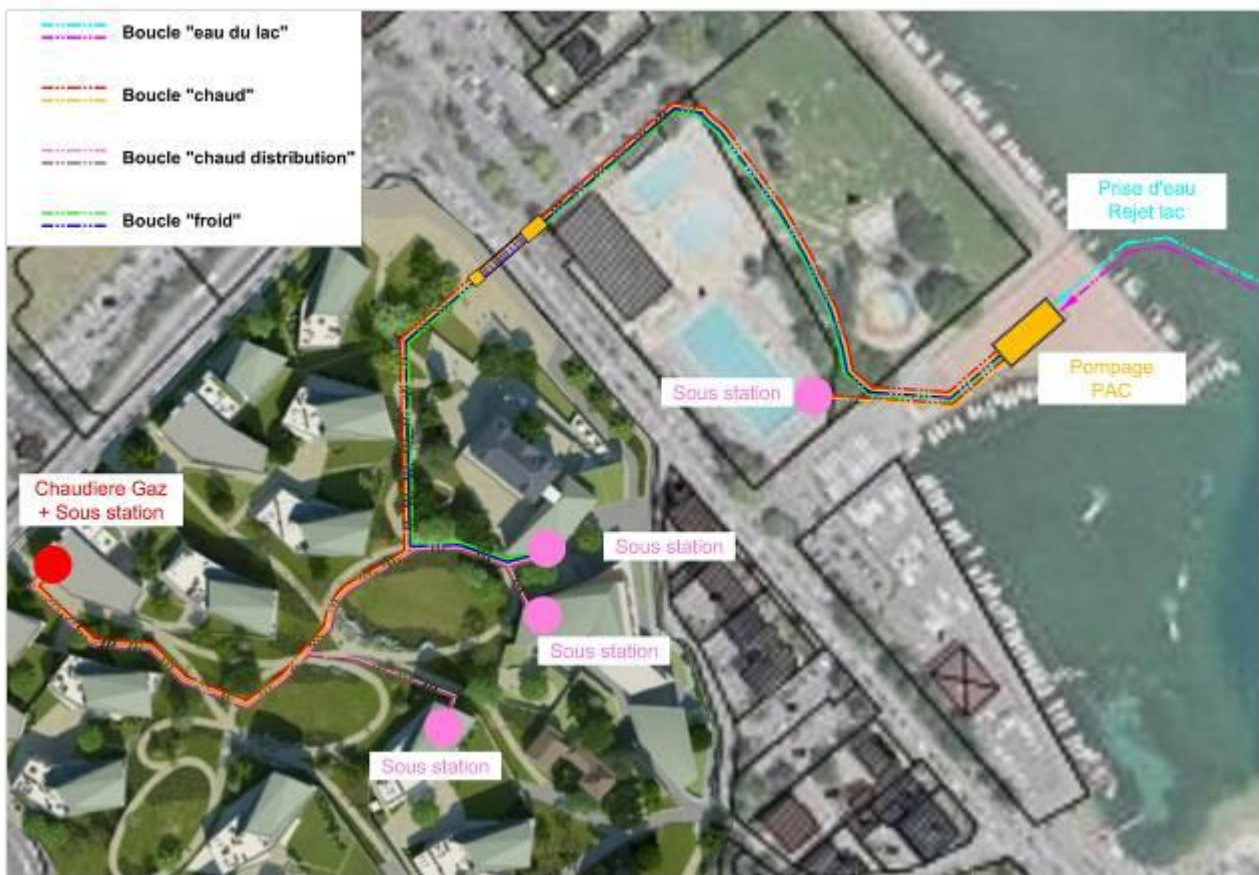


Figure 2. Schéma de fonctionnement d'une boucle d'eau énergétique à partir du lac – variante « STAP Quai »

En termes d'infrastructures, les composants principaux du système sont les suivants :

- Le système d'adduction :
 - Une conduite d'aspiration avec la crépine,
 - Une conduite de rejet,
- La station de pompage / échange, vers pompes et PAC
- Le réseau de distribution terrestre, comprenant des franchissements particuliers (route nationale,...)
- Les chaudières décentralisées
- Les sous stations d'échange client

3.2 Concept thermique

3.2.1 Etude des besoins thermiques

Cette section est consacrée à l'estimation des besoins thermiques en chaud et en froid, pour les trois secteurs suivants : Trésums, piscine et Balleydier.

3.2.1.1 Trésums – Avant-Scène

Le secteur Trésums, qui est le secteur déclencheur de l'étude de réseau thermique, est le secteur pour lequel l'estimation des besoins a été faite de la manière la plus détaillée possible. Précisons en outre qu'un certain nombre de documents comprenant des valeurs de consommations, étaient disponibles pour ce secteur. Ceci étant, l'estimation des besoins thermiques a néanmoins nécessité un certain nombre d'hypothèses, étant donné que les informations mentionnées dans les différents documents à disposition n'étaient pas toujours complètes.

En effet :

- Comme on peut le voir dans la première ligne du Tableau 1 ci-dessous, les écarts peuvent être conséquents en ce qui concerne les besoins de chauffage calculés selon le « Récapitulatif standardisé d'étude thermique RT2012, pour différents bâtiments (22 à 29 kWh/m²/an) ; et ce, alors même que ni l'orientation des bâtiments, ni leur position dans le quartier, ne pourrait expliquer ces écarts.

Référence	Besoins de chaleur pour le chauffage	Besoins de chaleur pour l'ECS
Récapitulatif standardisé d'étude thermique selon la RT2012 (pour différents bâtiments)	22 à 29 kWh/m ² /an	18 à 23 kWh/m ²
Ratio des besoins selon la RT2012	30 kWh/m ² /an	35 kWh/m ² /an

Tableau 1 : Consommations de chaleur selon les références

- L'ordre de grandeur entre les besoins de chauffage estimés selon le « Récapitulatif standardisé d'étude thermique RT2012 » et le ratio des besoins selon la RT2012, est rigoureusement le même (22 à 29 kWh/m²/an pour la RT2012, et 30 kWh/m²/an pour les ratios de la RT2012).
- En ce qui concerne les besoins d'ECS, les écarts sont conséquents entre la valeur minimale et maximale selon le « Récapitulatif standardisé d'étude thermique RT2012 (18 à 23 kWh/m²/an) », alors même qu'il s'agit de bâtiments qui ont tous la même affectation (logements ou équivalent).

Au vu de ce qui précède, les hypothèses suivantes ont été faites pour estimer les besoins de chaud et de froid en kWh/an :

- Pour le chauffage, on prend en compte la valeur maximale entre, d'une part, les consommations spécifiques (en kWh/m²/an) indiquées dans les Récapitulatif standardisé d'étude thermique selon la RT2012 disponibles pour les bâtiments C1, C2 et D2 (cf. Tableau 1) et, d'autre part, les ratios des besoins selon la RT2012, et on majore cette valeur de 50%. En effet, par rapport aux retours sur expérience, même la valeur maximale semble trop conservatrice. De plus, ces mêmes retours sur expérience semblent indiquer que les valeurs modélisées dans les certificats thermiques tendent à sous-estimer les consommations réelles, car il est extrêmement difficile de tenir compte de manière totalement réaliste du comportement des utilisateurs. On obtient ainsi : $30 \times 1,5 = 45 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$.
- Pour l'ECS, on prend en compte la valeur maximale entre, d'une part, les consommations spécifiques (en kWh/m²/an) indiquées dans les Récapitulatif standardisé d'étude thermique selon la RT2012 disponibles pour les bâtiments C1, C2 et D2 (cf. Tableau 1) et, d'autre part, les ratios des besoins selon la RT2012, mais cette fois-ci sans majoration. On considère donc 35 kWh/m²/an pour les logements et les bâtiments sociaux. Pour l'hôtel en revanche, en accord avec le mandant, une valeur de 50 kWh/m²/an est prise.
- Les consommations spécifiques pour le chauffage et l'ECS sont les mêmes, quelle que soit l'affectation (logement, social ou hôtel hormis pour l'ECS de l'hôtel. En pratique, il n'est pas impossible que les besoins des bâtiments sociaux soient un peu plus élevés, mais à ce stade de l'étude les informations ne sont pas suffisantes pour pouvoir affiner davantage les consommations des bâtiments sociaux.
- Le froid n'est pas distribué aux logements en copropriété et les bâtiments aux logements sociaux. L'hôtel quant à lui bénéficie de rafraîchissement. Etant donné qu'il n'existe pas de normes relatives au dimensionnement du rafraîchissement pour les hôtels, les besoins spécifiques en kWh/m²/an doivent être estimés. Pour ce faire, on se base ici sur une valeur moyenne de 50 kWh/m²/an, découlant de différentes études réalisées sur des hôtels existant de catégorie 3 à 5 étoiles. Cette valeur ayant cependant été obtenue pour des hôtels existants, il convient d'adapter cette valeur pour un bâtiment (hôtel) neuf. A cette fin, on fait l'hypothèse que la baisse des besoins de froid entre des hôtels existants et neufs, est la même pour le froid que pour le chaud. Sachant qu'en moyenne les besoins de chaud ont baissés de 30% environ entre les années 1980 et maintenant, les besoins de froid résultant seraient de 35 kWh/m²/an. N.B. : Cette dernière hypothèse possède un certain degré d'arbitraire, étant donné que plusieurs exemples montrent des consommations de froid qui ont plutôt

tendance à augmenter qu'à baisser. Ceci dépend cependant considérablement du degré de vitrage de l'hôtel, de l'orientation, de la catégorie,... . Or ces éléments ne sont pas connus à ce stade de l'étude. Enfin, en ce qui concerne l'EHPAD, on considère que 50% de la surface est rafraîchie.

Les hypothèses suivantes sont faites pour estimer les puissances de chaud et de froid en kWh/an :

- L'estimation de la puissance de chauffage se fait à partir des besoins de chaleur pour le chauffage ($30 \times 1,5 = 45 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$), et en considérant une durée d'utilisation à pleine charge d'environ 1'250 heures par an
- La production d'ECS se fait durant 4 heures par jour (2 heures le matin et 2 heures le soir). Il n'existe pas de normes ou de retours d'expérience sur lesquels baser la durée journalière (en nombre d'heures) pour la production d'ECS. Dans le cadre de la présente étude, il est décidé de produire l'ECS deux fois par jour (matin et soir), on se situe entre les deux modes de production mentionnés. Selon les sources d'information disponibles puissance supplémentaire pour la production d'ECS se situe entre 5 et 8 W/m^2 pour les logements. On choisit ici la limite supérieure, soit 8 W/m^2 , eu égard aux incertitudes qui règnent sur les besoins des établissements sociaux. En ce qui concerne l'hôtel, les mêmes références indiquent une valeur de 25 W/m^2 .
- L'estimation de la puissance de froid pour l'hôtel et l'EHPAD (50% de la surface de l'EHPAD est rafraîchie) se fait à partir des besoins de froid, et en considérant une durée d'utilisation à pleine charge d'environ 700 heures par an. Tout comme pour les besoins de froid, il n'existe pas de normes ou de statistiques permettant de définir une durée d'utilisation à pleine charge pour le froid dans les hôtels. Le cahier technique de l'INRIS recommande aucune heure pour les chambres et entre 340 et 570 heures pour la réception. Dans la présente étude on considèrera 700 heures, qui correspondent à une moyenne entre les valeurs de l'INRIS et ce qui a pu être observé dans la pratique sur d'autres projets.

Le tableau ci-dessous résume les besoins et puissances spécifiques considérés :

Type de bâtiment	Chauffage	ECS	Froid
Logements	$30 \times 1,5 = 45 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 36 W/m^2	$35 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 8 W/m^2	Sans objet
Bâtiments sociaux	$30 \times 1,5 = 45 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 36 W/m^2	$35 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 8 W/m^2	Sans objet
EHPAD	$30 \times 1,5 = 45 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 36 W/m^2	$35 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 8 W/m^2	$35 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 50 W/m^2
Hôtel	$30 \times 1,5 = 45 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 36 W/m^2	$50 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 25 W/m^2	$35 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ 50 W/m^2

Tableau 2 : Consommations et puissances spécifiques considérées

Avec les valeurs spécifiques du tableau ci-dessus on obtient les besoins et puissances ci-dessous pour le développement Trésums.

A noter que des pertes de réseau de de 5% ont été comptées.

Bâtiment	Affectation	SHON RT	Besoins chauffage	Besoins ECS	Total chaleur	Puissance chaud (chauffage + ECS)	Besoins de froid	Puissance froid
		[m ²]	[MWh/an]	[MWh/an]	[MWh/an]	[kW]	[MWh/an]	[kW]
A	Logement	1 700	77	60	136	75	0	0
B1	Social	4 406	198	154	352	194	0	0
B2	Logement	2 197	99	77	176	97	0	0
B3	Logement	2 354	106	82	188	104	0	0
C1	Logement	4 817	217	169	385	212	0	0
C2	Logement	2 041	92	71	163	90	0	0
D1	Social	4 909	221	172	393	216	0	0
D2	Logement	2 361	106	83	189	104	0	0
D3	Logement	2 549	115	89	204	112	0	0
E1	Logement	2 040	92	71	163	90	0	0
E2	Logement	2 184	98	76	175	96	0	0
F1	Logement	2 270	102	79	182	100	0	0
F2	Logement	2 572	116	90	206	113	0	0
F3	Logement	1 484	67	52	119	65	0	0
G1	Logement	1 971	89	69	158	87	0	0
G2	Logement	1 851	83	65	148	81	0	0
G3	Logement	2 208	99	77	177	97	0	0
H	Social	1 527	69	53	122	67	0	0
Hôtel	Hôtel	4 372	197	219	415	267	153	219
EHPAD	Social 2	5 616	253	197	449	247	98	140
SOUS-TOTAL		55 429	2 494	2 006	4 500	2 513	251	359
Pertes réseau					225			
TOTAL		55 429	2 494	2 006	4 725	2 513	251	359

Tableau 3 : Consommations et puissances du secteur Trésums

3.2.1.2 Piscine des Marquissats

Cette piscine, en service depuis plus de 50 ans, fonctionne avec des bassins chauffés au gaz et remplis avec de l'eau potable. Elle est en exploitation chaque année de mai à septembre.

Les chiffres clés actuels sont les suivants :

- Déperditions : ~1'350 MWh/an
- Consommation d'eau potable : ~ 25'000 m³/an

La Ville d'Annecy a projeté de moderniser cette piscine et de lancer un concours architectural en vue de moderniser les installations et le bâtiment avec l'objectif d'ouvrir cet établissement, dès 2020, à l'année. En outre, les Autorités souhaitent qu'elle soit alimentée avec l'eau du lac. Après avoir rencontré les responsables du Grand Annecy, les hypothèses suivantes ont pu être articulées pour le projet futur :

- Déperditions : ~4'100 MWh/an
- Consommation d'eau du lac : ~ 100'000 m³/an

Avec ces hypothèses, les valeurs suivantes ont été retenues :

- Besoins de chaleur : 4'081 MWh/an
- Puissance chaleur : 1'019 kW.

3.2.1.3 Balleydier

Les consommations et puissances de Balleydier sont estimées avec les valeurs indiquées dans le Tableau 2 ci-dessus, et en admettant une SHON-RT de 10'300m².

On obtient ainsi :

- Besoins de chaleur : 685 MWh/an
- Puissance chaleur : 455 kW.

3.2.1.4 Bilan énergétique global

Le tableau ci-dessous récapitule le total des besoins et puissances du projet:

Section	Chaleur	Froid
Tresum	4'500 MWh/an 2'513 kW	251 MWh/an 359 kW
Piscine	4'081 MWh/an 1'020 kW	Sans objet
Balleydier	685 MWh/an 455 kW	Sans objet

Tableau 4 : Consommations et puissances spécifiques considérées

3.2.2 Architecture du réseau

La définition de l'architecture du réseau comprend principalement deux éléments :

- Un premier élément concerne l'emplacement des technologies de conversion d'énergie (pompes à chaleur, chaudière,...) : emplacement centralisé ou décentralisé.
- Un deuxième élément concerne les types de technologies utilisées.

Ces deux éléments sont explicités ci-dessous.

3.2.2.1 Emplacement des technologies

Le réseau peut essentiellement être conçu de deux manières différentes dans le cas du lotissement d'Annecy :

- soit il est centralisé, c'est-à-dire que l'eau est chauffée dans une centrale de chauffe centralisée avant d'être distribuée dans les différents bâtiments,
- soit il est décentralisé, c'est-à-dire que les bâtiments reçoivent l'eau à la température du Lac d'Annecy (où l'eau du réseau est pompée), et ce sont des pompes à chaleur placées individuellement dans chacun des bâtiments qui chauffent l'eau à la température souhaitée.

Le tableau ci-dessous récapitule un certain nombre de critères techniques, et indique, pour chacun des critères, quelle est l'option (centralisée ou décentralisée) la plus favorable.

Ce tableau n'a pas vocation d'énumérer l'intégralité des critères de façon exhaustive. De plus, selon le poids que le maître d'ouvrage souhaite donner à chacun des critères, l'option finalement retenue pourra varier d'un complexe/lotissement à l'autre. Ceci étant, le tableau a le mérite de donner une image du type de critères qui interviennent dans le choix de l'option (centralisée ou décentralisée).

Critère	Centralisé	Décentralisé	Commentaire
Nécessité d'isoler les conduites	-	+	Un réseau avec une chaufferie centralisée requiert une isolation des conduites, ce qui, d'une part, renchérit quelque peu le réseau et, d'autre part, demande plus de place pour la pose des conduites.
Rendement global	+	-	Dans le cas d'une chaufferie centralisée, les équipements sont plus grands et présentent des meilleurs rendements que dans le cas de chaufferies décentralisées.
Construction par étapes	-	+	Lors de constructions de lotissements/complexes en plusieurs étapes, avec certaines étapes qui sont conditionnelles, il est plus difficile de prévoir les réservations dans le cas d'une chaufferie centralisée.
Source d'énergie	+	-	Lors de la présence d'une ressource énergétique importante d'un point de vue du contenu énergétique, et située de façon ponctuelle et non déplaçable (comme un lac ou une usine d'incinération p.ex.), la chaufferie centralisée présente un avantage logistique.
Entretien, maintenance	+	-	L'entretien et la maintenance d'une chaufferie centralisée se faisant en un seul lieu, et généralement par des professionnels, ils sont plus économiques et faciles à réaliser que dans le cas de chaufferies décentralisées.
Homogénéité de la qualité de construction des bâtiments à desservir	+	-	Une chaufferie centralisée est particulièrement intéressante techniquement lorsque les bâtiments à desservir présentent une certaine homogénéité en terme de qualité de la construction. En effet la qualité de la chaleur requise (ou niveau de température requis) sera identique pour tous les bâtiments et ne devra pas être réglée individuellement.

Tableau 5 : Comparaison variante centralisée et décentralisée

Au vu des critères et commentaires indiqués dans le tableau ci-dessus, il est logique de choisir **l'option centralisée** dans le cas présent.

3.2.2.2 Type de technologies

Dans le cadre de la présente étude, la principale source de chaleur étant l'eau du Lac d'Annecy, la technologie retenue est la pompe à chaleur fonctionnant avec l'eau du lac avec un appoint au gaz naturel.

En effet, la pompe à chaleur permet d'extraire l'énergie comprise dans l'eau d'un lac, pour la restituer à une température plus élevée. Elle permet ainsi de valoriser une ressource locale, renouvelable et abondamment disponible sur le site des projets.

Le schéma ci-dessous permet de comprendre comment est organisée une centrale de chauffe centralisée, basée sur le principe d'une pompe à chaleur sur l'eau du lac avec une chaudière à gaz en appoint.

- L'eau pompée dans le lac est acheminée, grâce à des pompes (non représentée ici), vers l'évaporateur de la pompe à chaleur.
- La pompe à chaleur permet d'extraire l'énergie comprise dans l'eau du lac, pour la restituer, via un compresseur, au condenseur de la pompe à chaleur. La température dans le condenseur correspond à la température requise pour le chauffage à distance.
- Etant donné qu'avec une pompe à chaleur dont la puissance équivaut à 50% de la puissance totale requise, on peut fournir en tous cas 80% de la chaleur requise (en énergie), il est moins intéressant pour le projet de dimensionner la pompe à chaleur en fonction du maximum de puissance requise. Il est plus économique de dimensionner la pompe à chaleur à 50-60% de la puissance totale requise, et d'installer une chaudière à gaz pour l'appoint lors des quelques jours les plus froids. La chaudière à gaz sera également nécessaire pour le secours, la redondance, et lors de l'entretien ou de la maintenance de la pompe à chaleur.

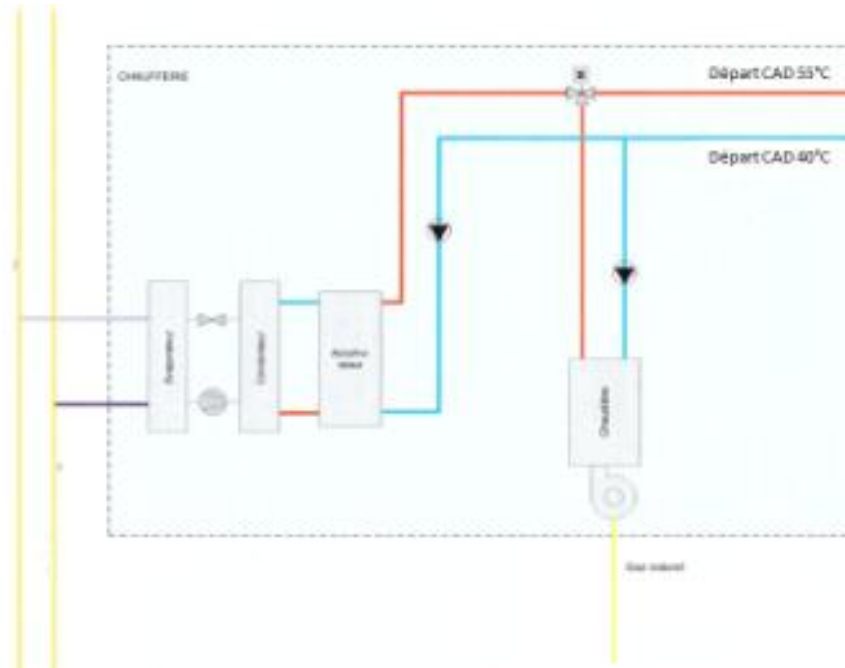


Figure 2. Schéma de fonctionnement thermique de la station de pompage

3.3 Conception hydraulique

3.3.1 Fonctionnement hydraulique

La boucle « eau du lac » fonctionne de la manière suivante :

- Alimentation gravitaire du puisard d'entrée de la station de pompage par la conduite de prise d'eau.
- Installation de pompes en cale-sèche, avec conduite de prise directement dans le puisard.
- L'eau pompée circule dans les échangeurs thermiques produisant de la chaleur via une PAC et du froid directement, puis est renvoyée au lac par la conduite de rejet.

Cette solution dite « avec puisard » et pompage au sec est préconisée par rapport aux autres solutions pour les raisons suivantes :

Le puisard permet d'éviter les problèmes de dépression dans la conduite d'aspiration, qui pourraient être créés par des phénomènes transitoires. Ces phénomènes peuvent se produire dans le cas où des pompes en aspiration directe sont mises en marche de manière trop rapide.

3.3.2 Niveau du lac

Les niveaux suivants sont considérés pour le lac d'Annecy :

- Niveau moyen : 446.40 m
- Niveau minimum : 446.00 m

Le niveau minimum peut être atteint lors d'épisodes de sécheresse importants, comme observé à l'été 2003 par exemple.

Le niveau du puisard a été calé de manière à ce que le débit maximal nécessaire aux projets identifiés ainsi qu'une réserve supplémentaire de sécurité puissent être acheminés vers la STAP même avec le lac au niveau minimum.

3.3.3 Calculs de débits

Le calcul des débits de projet est effectué sur la base de l'estimation des potentiels de distribution pour les différents secteurs.

La formule de correspondance est la suivante :

$$P=Q \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Avec :

- P : potentiel client en W
- Q : débit d'eau en m³/s
- C_p la capacité calorifique de l'eau égale à 4186 J.kg⁻¹.K⁻¹
- ΔT : Echange de température en °C

Pour le dimensionnement des ouvrages, la différence de température a été estimée à **ΔT=3°C** pour le chaud et **ΔT=5°C** pour le froid.

3.3.4 Critères de dimensionnement

Vitesses dans les conduites

Selon l'expérience du mandataire, et compte tenu des contraintes de pertes de charge à respecter, les vitesses maximales suivantes ont été considérées :

- Conduite d'aspiration : vitesse maximale de l'ordre de 1 m/s (pour limiter les pertes de charge et donc l'approfondissement des pompes)
- Réseau sous-pression : vitesse maximale ~ 1,5 à 2 m/s

De même, afin d'éviter des temps de séjour trop importants dans le réseau, la vitesse minimum considérée pour tous les réseaux est de 0.3 m/s.

Matériau des conduites

Le matériau des conduites diffère selon les boucles d'eau.

- Boucle eau du lac : à ce stade de l'étude, il est proposé de mettre en place des conduites en acier avec protection standard en PE de 3mm. L'avantage de ce matériau est sa longévité, sa capacité à épouser le fond de lac, sa bonne résistance aux chocs, ainsi qu'aux différences de température. D'autres variantes de matériaux pourront être comparées à celle-ci lors des phases ultérieures du projet (PEHD, Fibre de verre)
- Boucles chaud : compte tenu des températures dans les boucles « chaud » (40-55°C), il est préconisé de mettre en place des conduites en acier pré-isolé avec isolation type mousse polyuréthane et PE. Une isolation de 50mm a été considérée à ce stade, cette valeur sera affinée lors des phases ultérieures du projet.
- Boucle froid : à ce stade de l'étude, des conduites en PEHD classiques sont proposées, l'épaisseur est suffisante pour garantir l'isolation nécessaire. Il sera défini lors des phases ultérieures la nécessité ou non d'une isolation supplémentaire pour des raisons de condensation.

Les coefficients de perte de charge correspondant à chaque matériau ont été intégrés aux calculs.

4. FAISABILITE DU SYSTEME D'ADDUCTION

4.1 Conduites lacustres et crépines

4.1.1 Identification des contraintes

Les principales contraintes liées à l'exécution de travaux en milieu lacustre sont les suivantes :

- Contraintes en surface
 - Vent et houle : Avec une orientation des vents, majoritairement exposée en sud-ouest et nord nord-est, l'emprise des travaux pour la pose de la conduite « prise d'eau » est exposée à de forts vents.
 - Navigation : au-delà de la position enclenchant aux allers-retours des bateaux, l'emprise du projet se situe dans une zone de transit pour les usagers du lac (pêcheur, plaisancier..etc.)
- Contraintes en sous-lacustre
 - Réseaux ensouillés au fond du lac
 - Stabilisation des conduites en fonction des courants, de la nature du sol et de la pente.

4.1.2 Investigations / Températures

Une première intervention a été effectuée en décembre 2016 avec pour but de :

- Suivre le tracé pressenti des conduites et fournir une première analyse visuelle du fond marin (nature du sol, estimation des pentes, réseaux éventuels, obstacles divers, faune, flore...etc), tout élément déterminant pour la faisabilité du projet.
- Pose de deux sondes de température à -30 et -40m, pour analyser la stabilité de la température et envisager des premières hypothèses quant à la position de la future crépine.

Une seconde intervention a été effectuée en février 2017, avec pour but de récupérer les premiers résultats de température pour les sondes installées. Les sondes ont été remises en place et mesureront les températures.

Les rapports de ces deux inspections sont fournis en annexe xxx.

Des informations précieuses ont été obtenues pour la faisabilité du projet:

- Fond du lac : aucun obstacle majeur n'a été identifié sur le tracé pressenti. Une faible végétation est présente seulement sur première partie du tracé, pas de faune notable, une pente douce et régulière jusqu'au début du trou de Boubioz.
- Températures : les températures enregistrées sont très stables, ce qui est favorable au projet

A la suite ces inspections, d'autres investigations seront à mener afin de caractériser plus en détail les caractéristiques du tracé :

- Bathymétrie : relevé du relief subaquatique, pour définir le profil en long de la conduite
- Géotechnique : Analyse du sol / sondage, notamment sur les questions de soutènement / stabilisation de la conduite et de la crépine

4.1.3 Localisation / tracé proposée

Le tracé proposé est présenté ci-après – détail au sein du plan joint au dossier :

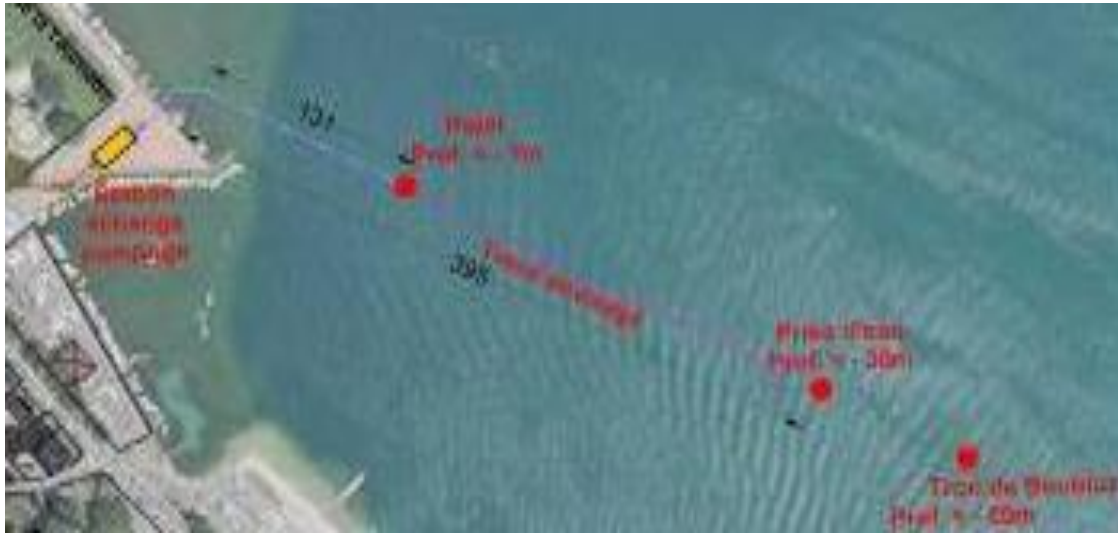


Figure 3. Localisation des tracés lacustres

Le trou de Boubioz représente une cavité sous-marine assez conséquente au large de la plage des Marquisats.

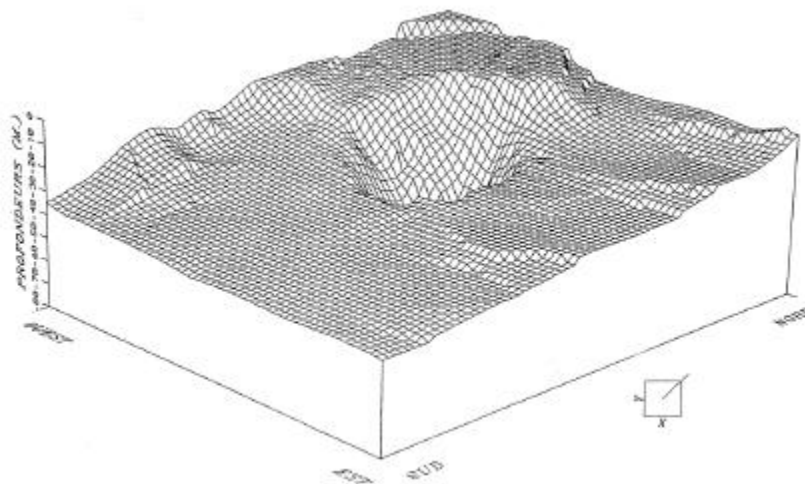


Figure 4. Bathymétrie du Trou de Boubioz

Il représente une opportunité très intéressante pour le projet, dans la mesure où la profondeur du lac diminue fortement pour des linéaires assez faibles. Il n'est toutefois pas recommandé de descendre de manière trop importante à l'intérieur de cette activité, pour les raisons suivantes :

- Difficultés de construction des conduites de prise avec des pentes très conséquentes (supérieures à 20%)
- Qualité de l'eau assez variable, avec un risque important de turbidité
- Risque de températures trop basses à des profondeurs plus importantes pour la production de chaud
- Variations de température au centre du trou pouvant être importante en raison courants assez irréguliers

La position de la crépine est donc pressentie en périphérie de ce trou, à l'extrémité sud-ouest de la fosse.

L'implantation de la crépine dépendra des mesures de température enregistrées sur toute l'année aux profondeurs de -25m et -30m. A ce stade, une profondeur de -30m a été considérée.

Le tracé lacustre de la prise d'eau se déploie depuis l'implantation de cette crépine vers l'angle du quai de la Tournette, coté port d'Annecy, sur un axe Est sud-est – Ouest nord-ouest. La conduite est en acier DN600.

4.1.4 Technique de construction

La méthodologie des travaux de pose des conduites lacustres peut être décomposée en plusieurs étapes de travaux:

- Phase 1 : mise en place de l'installation de chantier – localisation à définir (à proximité du port ou après la plage des Marquisats)
- Phase 2 : assemblage et transport
 - transport et stockage des conduites sur l'installation de chantier,
 - assemblage et soudures sur site,
 - transport des tronçons de conduite par flottaison.
- Phase 3 : préparation de la souille et stabilisation
 - mise en place de la barge
 - terrassement et préparation de la souille,
 - mise en place des pieux de stabilisation et pose des moises.
- Phase 4 : mise en place et raccordement
 - mise en place du tronçon transporté par flottaison avec le tronçon précédemment posé,
 - selon tronçon, raccordement de la prise privée,
 - calage du tronçon ou de la conduite,
 - remblayage de la souille (pour les tronçons ensouillés)

A noter qu'il sera nécessaire d'ensouiller les conduites sur la première partie du tracé de manière à laisser un tirant d'eau suffisant pour la navigation (considéré à 2m)

4.1.5 Qualité des eaux

Lors des investigations menées, aucun organisme n'était visible à la profondeur d'implantation de la crépine (entre -25m et -30m).

En revanche, selon les informations obtenues lors des séances techniques, les mesures de qualité d'eau à proximité du tour de Boubioz montre que l'existence d'une charge organique en profondeur, susceptible de causer le développement de plancton.

Par conséquent, il sera possible de mettre en place en système d'injection aléatoire de javel à la crépine, par un tube de faible diamètre posée en parallèle de la conduite de prise d'eau.

Concernant la filtration des éléments grossiers, en plus de la filtration par la crépine, des filtres à paniers seront installés à la station de pompage avant passage dans les échangeurs.

4.2 Rejet

L'eau pompée à la station est exploitée puis rejetée dans le lac au-delà du quai.

A ce stade l'étude, et par analogie avec d'autres projets, il a été considéré qu'une profondeur de -7m est suffisante pour le rejet, de manière à ne pas perturber le fonctionnement des écosystèmes lacustres. Selon la bathymétrie le long de la prise d'eau, cela implique une longueur de conduite de 142m, en acier DN400.

Cette longueur pourra être réduite ultérieurement, une étude d'impact environnementale définira les contraintes à respecter.

La conduite de rejet longe la conduite d'alimentation depuis le quai de la Tournette en direction du trou de Boubioz et se déploie sur 15-20 m dans le lac.

5. FAISABILITE DE LA STATION DE POMPAGE / ECHANGE

5.1.1 Variantes de localisation

Le positionnement de la station de pompage doit se faire en tenant compte de plusieurs paramètres :

- Technique : volonté de rester à proximité du lac pour ne pas approfondir la station de manière critique et pour minimiser le linéaire de conduites à construire
- Foncier : volonté de rester sur le domaine public pour s'affranchir des risques d'expropriation futurs
- Urbanistique : d'après les discussions menées avec le service de l'urbanisme de la ville d'Annecy, plusieurs projet de développement sont à considérer pour le secteur du projet :
 - Réaménagement de l'Esplanade Quai de la Tournette Nord – la mise en place d'une station représenterait une contrainte pour les aménagements futurs
 - Projet de réaménagement de la piscine des Marquisats – le projet n'est pas défini précisément à ce jour.

Tenant compte des informations obtenues auprès de différents acteurs du projet, 3 variantes ont été établies:



Figure 5. Variantes d'implantation de la station de pompage

- Variante 1 - Quai : la variante 1 se situe sur le port en partie Nord, à proximité immédiate du lac. Ce site présente des avantages tant au niveau technique (faible profondeur nécessaire), urbanistique (pas de projets de développement identifié) que foncier (domaine publique).
- Variante 2 : Trésums : il s'agit de placer la STAP au bas de la parcelle Avant-Scène, sur une partie de la parcelle qui sera cédée au domaine public. Cette variante a l'avantage de placer la STAP sur le site des Trésums où des travaux sont actuellement en cours. Contrairement à la variante 1, elle nécessitera des démarches plus simples pour ce qui concerne l'occupation du public. En revanche, les contraintes techniques sont importantes : profondeur supplémentaires de la STAP pour passage sous les obstacles de la RN, profondeur importante des conduites de prise et de rejet.
- Variante 3 - Balleydier : cette variante consiste à placer la station de pompage et les PAC dans les futures constructions sur le Tènement Balleydier. Cette variante présente l'inconvénient de devoir franchir la Route Nationale avec les conduites de prise d'eau et de rejet, à une profondeur relativement importante. De plus, la construction de la station est dépendante des futurs aménagements sur le Tènement, dont la nature et le délai de réalisation ne sont pas connus à ce jour.
- Variante 4 : une variante consistant à implanter la station de pompage sur le parking de la piscine a été étudiée, l'emplacement étant favorable. Cette variante a été abandonnée car en conflit avec les aménagements prévus sur le secteur.

Compte tenu de ces éléments, **les variantes 1 et 2 ont été retenues** à ce stade.

5.1.2 Variantes de configuration

Selon la conception hydraulique proposée, la station de pompage comporte obligatoirement une partie enterrée pour y implanter les pompes eau du lac. Deux configurations sont alors possibles :

- Variante semi enterrée, avec seulement la partie eau du lac en sous-sol et la partie échangeurs hors sol. Outre les couts de réalisation, cette variante présente l'avantage de pouvoir loger les équipements électriques, qui doivent être au-dessus du niveau du lac, dans la station.
- Variante enterrée, avec tous les équipements hydrauliques et thermiques en sous-sol, et un accès par trappe depuis le quai. Cette variante présente un intérêt d'intégration, dans le sens où aucune émergence n'est visible depuis le quai. En revanche, les constructions sont nettement plus coûteuses et il est nécessaire de construire, sur la parcelle de la piscine, un local pour implanter le transformateur électrique.

Bien que la variante semi-enterrée soit à privilégier pour garantir la rentabilité du projet, la variante enterrée pourra être considérée compte tenu des contraintes urbaines du secteur.

5.1.3 Schéma de principe

Le plan de détail joint au dossier présente le fonctionnement de la station de pompage.

Un extrait est présenté ci-après :

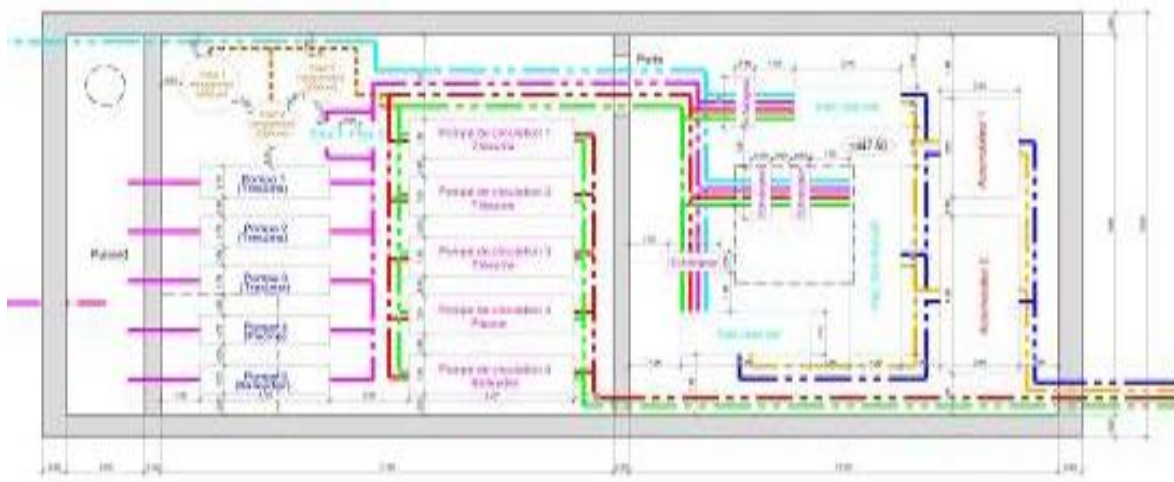


Figure 6. Fonctionnement de la station de pompage / échange

La station a pour objet la mise en contact de la boucle « eau du lac » (pompes depuis le puisard) avec les boucles « chaud » et « froid » (contenant pompes de circulation, PAC, accumulateurs et vases d'expansion pour le chaud).

5.1.4 Génie civil / Bâtiment

5.1.4.1 Contraintes géotechniques

Des données géotechniques ont été obtenues de la part des représentants de la Piscine des Marquisats.

L'analyse de ces rapports met en évidence les éléments suivants sur la zone du quai :

- Présence d'un remblai de surface avec une épaisseur comprise entre 2m et 2m50
- Présence d'alluvions lacustres très compressibles à une profondeur supérieure à 2m50

L'horizon étanche pourra être trouvé à une profondeur très importante. De ce fait, une technique de soutènement en peux forés sécants paraît plus favorable.

5.1.4.2 Caractéristiques de construction

- Soutènement

Le technique de soutènement est soumise à questionnement, faute d'information géotechniques précises sur la zone. Une campagne de mesure est à planifier pour confirmer les hypothèses considérées ici.

A ce stade, la méthodologie proposée pour la construction de la station de pompage (avec une partie souterraine) est la technique des pieux sécants.

Cette technique consiste à réaliser des parois par juxtaposition de pieux forés avec intersection entre ceux-ci. La technique des pieux sécants est applicable quelle que soit la nature des remblais et la compacité de la roche.



Figure 7. Exemple de construction par pieux sécants

Compte tenu de la proximité du site avec le Lac et de la présence d'eau souterraine, la nécessité d'ancrer la construction devra être définie plus précisément lors des études détaillées.

Ces hypothèses sont à confirmer en fonction des sondages géotechniques à effectuer pour le projet lors des phases ultérieures. La nature réelle du sol est un paramètre essentiel pour définir les techniques de construction et le dimensionnement des fondations.

➤ Terrassement

Le terrassement sera fait à l'intérieur de l'enceinte de pieux.

Compte tenu du niveau de la nappe, il est nécessaire d'installer un puits de pompage pendant les travaux de creuse.

➤ Dalle

L'épaisseur importante de la dalle (0,8 m à 1 m) est due à une importante poussée d'eau.

Pour permettre le renfort et la coulée du tablier «hors de l'eau», une couche de drainage en béton poreux sera placée au fond de l'excavation, profilée avec des pentes vers les puisards et les pompes de vidange.

Ce drainage doit rester en service tant que les sous-pressions ne peuvent pas être compensées par les ancrages et les charges des superstructures.

➤ Murs/toit

Les murs doivent reprendre la pression de la terre et la pression hydrostatique.

Les murs épais (60 cm) ont été retenus plutôt que les murs minces avec des contreforts empiétant sur l'espace disponible pour l'équipement et les conduites.

L'entrée des conduites d'entrée et de sortie nécessitera des carottages dans les parois périphériques.

La toiture de la station pourra être végétalisée. Une importante particulière sera accordée à l'intégration paysagère de l'ouvrage.

5.1.5 Équipements hydrauliques

➤ Pompes Eaux du Lac: les caractéristiques ont été définies selon les hypothèses suivantes:

- Type de pompes : pompes en cale sèche
- Nombre de pompes : en première étape 4 pompes seront installées : 2 pompes pour les Trésums, 1 pompe pour la piscine et 1 pompe de réserve / secours. Un système de basculement sera mis en place de manière à ce que le temps de fonctionnement de chaque pompe soit identique.
- Caractéristiques de chaque pompe : $Q = 55 \text{ l/s}$, $HMT = 20\text{m}$ - le débit doit permettre de rafraîchir la boucle chaude pour la puissance fournie par les PAC, soit 60% de la puissance totale.

- Des variateurs de fréquence seront installés pour chaque pompe, pour tenir compte des variations importantes des débits requis
- Pompes de circulation
 - Type de pompes : pompes en cale sèche
 - Nombre de pompes : en première étape 4 pompes seront installées : 2 pompes pour les Trésums, 1 pompe pour la piscine et 1 pompe de réserve / secours. Un système de basculement sera mise en place de manière à ce que le temps de fonctionnement de chaque pompe soit identique.
 - Caractéristiques de chaque pompe : $Q = 90 \text{ l/s}$, $HMT = 50\text{m}$
- Des variateurs de fréquence seront installés pour chaque pompe, pour tenir compte des variations importantes des débits requis
- Equipements associés aux pompes:
 - vanne papillon motorisée et clapet anti-retour (faible inertie) pour chaque pompe
 - vannes de stabilisation pour les pompes de circulation, afin de réduire la pression à la sortie de la pompe et de la rendre constante dans le réseau d'alimentation indépendamment des fluctuations de débit et / ou de pression en amont.

L'équipement de montage habituel, tel que des coudes, des brides et similaires, doit également être fourni.

Un exemple de système de pompage est présenté ci-après :



Figure 8. Exemple de système de pompage

5.1.6 Electricité

- Puissance : les puissances à considérer pour la station de pompage sont les suivantes, pour l'étape 1 Trésums et piscine.
 - Puissance totale active : 700 kW
 - Puissance théorique pour le transformateur : 850 kVA
 - Puissance retenue pour le transformateur : 1000 kVA

Le type de régime électrique (impédant, TNCS, ...) n'a pas été défini précisément à ce stade.

Une étude électrique précise sera réalisée au cours de l'étape 2 - conception détaillée

- Équipements électriques :
 - Poste haute tension et transformateurs pour la puissance requise de 1'000 kVA
 - Armoires électriques
 - Prisma, disjoncteurs, mesure, éclairage, prises, onduleurs, ...
 - faux plancher, faux-plafond, câbles

➤ Connexion électrique

La connexion a été supposée sur le réseau HT existant Rue des Marquisats. Cette possibilité devra être confirmée dès le début des étapes ultérieures.

Aucune taxe spécifique pour la connexion n'a été prise en compte à cette étape

5.1.7 Automatismes

➤ Généralités

Le système sera contrôlé par un automate programmable. Pour ce faire, toutes les informations provenant des sous-stations seront envoyées par le poste de commande de chaque sous-station au poste de commande de la station de pompage.

Un régulateur commandera la vanne installée du côté du réseau primaire de la PAC, en fonction de la température de l'eau au niveau secondaire, ainsi que des informations externes spécifiques au bâtiment.

Ce contrôleur transmettra en permanence à l'automate de la station de pompage : états, alarmes et mesures (température, pression, débit) du poste.

Le contrôleur de la station de pompage sera capable de connaître en continu les débits, les pressions et les températures de chaque sous-station.

➤ Régulation

Les groupes de pompage seront contrôlés par une vitesse de consigne qui devra garantir la pression au point le plus éloigné du réseau de distribution (disponible dans la sous-station la plus éloignée).

➤ Supervision

Les alarmes, les mesures et l'état des installations seront disponibles au centre de contrôle. Les images de visualisation du processus informeront l'opérateur des installations. Les mesures seront stockées en arrière-plan dans une base de données historiques sur une très longue période, à des fins statistiques et analytiques.

➤ Commande

- Commande manuelle: En mode de fonctionnement manuel, les groupes de pompage seront démarrés manuellement sous la responsabilité de l'opérateur à la station de pompage. Le point de consigne de vitesse sera donné pour chacun des groupes individuellement par l'opérateur.
- Mode automatique: c'est le contrôleur qui décide quel groupe de pompage doit être démarré ou arrêté selon la demande. Une instruction de vitesse sera générée pour chaque groupe de pompage en fonctionnement. Le contrôleur de station de pompage développera une station de débit globale. Cette instruction peut être donnée par la conduite du centre de commandement. La valeur du point de consigne prendra en compte plusieurs paramètres tels que les débits minimum et maximum

5.1.8 Équipements thermiques

Cette section est consacrée au dimensionnement des équipements thermiques. Les dimensionnements des équipements thermiques, indiqués ci-dessous, sont des estimations réalisées dans le cadre de l'étude de faisabilité, avec les informations disponibles à ce stade. Ils devront être confirmés lors des phases ultérieures de planification, avec des calculs plus approfondis.

5.1.8.1 Pompes à chaleur

Les hypothèses relatives au dimensionnement des pompes à chaleur sont énumérées ci-dessous :

- La température aller du réseau primaire (réseau de chauffage à distance) est de 55°C, sauf pour la piscine où la température est de 28°C.
- Les pompes à chaleur fournissent environ 80% de l'énergie totale. Les calculs montrent que pour répondre à cette condition, la puissance de dimensionnement des PAC équivaut à 50% à 60% de la puissance totale requise. On a choisi ici de prendre 60%, avec cependant une particularité pour la piscine. En effet pour la piscine, la température requise est de 28°C et non 55°C comme pour les autres bâtiments. Or en choisissant une PAC à 60% de la puissance totale requise de la piscine, et qui répond aux mêmes exigences de température que les autres PAC (à savoir 55°C), on parvient

en principe à satisfaire 100% des besoins de la piscine en baissant la température au condenseur de 55°C à 28°C.

- D'une manière générale, à la place de mettre une grande PAC, on favorise la mise en place de deux PAC moyennes, afin d'éviter des charges partielles trop basses à la mi-saison.
- La charge partielle minimale admissible pour une PAC est de 60%.
- Le chauffage est arrêté lorsque la température moyenne extérieure est de 16°C. On admet qu'à cette température, la puissance de chauffage équivaut à 20% environ de la puissance maximale de dimensionnement du chauffage. Ainsi, il faut que ces 20% de la puissance maximale requise pour le chauffage équivalent à au moins 60% de la puissance d'une des deux PAC.

Avec les hypothèses ci-dessus, on obtient les puissances et tailles de PAC (PAC 1 et PAC 2) du tableau ci-dessous :

	Puissance totale requise (chauffage+ECS)	Puissance PAC totale (chauffage+ECS)	Puissance de chauffage min, à la coupure du chauffage (16°C)	Puissance PAC_1, pour que $P_{\text{coupure_chauffage}}$ corresponde à une charge partielle de 60%	Puissance PAC_2
	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Tresums	2 513	1 508	503	838	670
Piscine	1 019	612	204	340	272
Balleydier	453	272	91	151	121
<i>Tresums + Piscine</i>	<i>3 532</i>	<i>2 120</i>	<i>706</i>	<i>1177</i>	<i>943</i>
TOTAL	3 985	2 391	797	1328	1 063

Tableau 6 : Puissances des PAC

Pour déterminer les puissances définitives des PAC, il faut en plus tenir compte du phasage des travaux, à savoir :

- Trésums
- Piscine
- Balleydier

Ainsi, tailles finales de PAC ci-dessous sont proposées:

- Tresums : 2 * 750 kW.
- Tresums et piscine : $(2 * 750) + (1 * 600) = 2'100$ kW (selon le tableau ci-dessus, il faut une puissance totale de 2'120 kW).
- Tresums, piscine et Balleydier : $(2 * 750) + (1 * 600) + (1 * 280) = 2'380$ kW (selon le tableau ci-dessus, il faut une puissance totale de 1'391 kW).

5.1.8.2 Chaudières à gaz

Les pompes à chaleur ayant été dimensionnées à 60% de la puissance, les chaudières à gaz sont dimensionnées à 40-45%.

On obtient ainsi les puissances suivantes pour les chaudières à gaz :

- Tresums : 2 * 505 kW ,
- Tresums et piscine : Même puissance totale que pour les Tresums seuls, étant donné qu'au vu de l'hypothèse 2 ci-dessus, l'entier des besoins de la piscine sont satisfaits par la PAC.
- Tresums, piscine et Balleydier : $(2 * 505) + (1 * 180) = 1'190$ kW (selon le tableau ci-dessus, il faut : $(2'513 + 453) * 0.4 = 1'186$ kW, puisqu'on ne tient pas compte de la piscine).

5.1.8.3 Accumulateurs

D'une manière générale, plusieurs stratégies sont possibles pour dimensionner des accumulateurs, selon que ces derniers ne doivent servir qu'à compenser, durant 2-3 heures, une éventuelle panne d'un équipement, ou selon qu'ils ont une fonction de stockage journalier (notamment pour palier à des fluctuations de production de chaleur par exemple, lors de génération de chaleur à partir de panneaux solaires).

Dans le cas de la présente étude, les hypothèses suivantes sont retenues :

- La fonction de stockage est de combler une éventuelle panne (soit 2-3 heures de stockage uniquement), et d'éviter un enclenchement/déclenchement trop fréquent des installations des productions de chaleur.
- On suit une règle empirique, établie sur la base de statistiques d'installations, qui prévoit, en première approximation, un stock de 3-3,5m³ par 100 kW de puissance pour des stocks de froid et, donc par analogie, environ 1,5m³ pour le chaud (les delta T chaud étant plus élevés que les delta T froid).

Avec les hypothèses ci-dessus, on obtient les tailles d'accumulateurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

	Puissance PAC totale kW	Taille accu. pour PAC m ³	Puissance chaudière totale kW	Taille accu. pour chaudière m ³
Tresums	1 508	23	1 010	15
Piscine	612	9	0	0
Balleydier	272	4	180	3
<i>Tresums + Piscine</i>	<i>2 119</i>	<i>32</i>	<i>1 010</i>	<i>15</i>
TOTAL	2391	36	1190	18

Tableau 7 : Taille des accumulateurs

Malgré le phasage des travaux qui prévoit trois étapes, on propose de monter les accumulateurs en deux fois, avec les dimensions de stocks suivantes pour les stocks placés après les PAC :

- Tresums : 25 m³,
- Tresums et piscine : $(1 * 25) + (1 * 10) = 35 \text{ m}^3$ (selon le tableau ci-dessus, il faut un volume total de 32 m³),
- Tresums, piscine et Balleydier : Comme au point 2 (Tresums et piscine), sans ajouter de stock supplémentaire.

De manière similaire, on propose les tailles d'accumulateurs suivants pour les accumulateurs placés après les chaudières à gaz :

- Tresums : 15 m³,
- Tresums et piscine : $(1 * 15) = 15 \text{ m}^3$ (la piscine n'étant pas alimentée par une chaudière à gaz, la tailles de stock ne change pas par rapport au point 1),
- Tresums, piscine et Balleydier : $(1 * 15) + (1 * 5) = 20 \text{ m}^3$.

5.1.8.4 Vase d'expansion

Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour calculer la taille totale requise pour le(s) vase(s) d'expansion :

- Température aller: 55°C, température retour : 40°C, soit une température moyenne de 47,5°C.
- Différence d'altitude entre le point le plus bas et le point le plus haut du chauffage à distance : 40 m.
- Capacité volumique du réseau : 110 m³.
- Pression de tarage : 3 bar.
- Le vase d'expansion est située vers la chaudière, soit à la hauteur du bâtiment C.

Avec les hypothèses ci-dessus, on obtient un volume de 6'900 m³.

5.1.8.5 Récapitulatif des équipements thermiques

Voici le récapitulatif des installations requises :

- Pompes à chaleur : 2 * 750 kW pour Tresum, 1 * 600 kW pour la piscine et 1 * 280 kW pour Balleydier
- Chaudières à gaz : 2 * 505 kW pour Tresum, 1 * 180 kW pour Balleydier
- Accumulateurs : 1 * 25 m³ et 1 * 10 m³ en sortie de PAC, 1 * 15 m³ et 1 * 5 m³ en sortie de chaudière

- Vase d'expansion : 6'900 m³.

6. FAISABILITE DU SYSTEME DE DISTRIBUTION

6.1 Conduites terrestres principales – liaison Quai - Parking Piscine

6.1.1 Contraintes et opportunités

La construction des conduites terrestres principales entre le port et le parking de la Piscine doit se faire selon de contraintes importantes :

- Présence d'eau à une faible profondeur (environ le niveau du lac)
- Mauvaise qualité du terrain – remblai hétérogène avec présence de gros blocs – rendant difficile l'étayage des fouilles en particulier à proximité immédiate du Lac
- Les contraintes en sous-terrain répertoriées ou non (réseau d'eau potable de diamètre important, ouvrages béton ancien....)

En parallèle de cela, plusieurs opportunités ont été identifiées :

- Selon les discussions menées avec le service de l'environnement de du Grand Annecy, une conduite d'eau potable abandonnée, DN700 en fonte grise et en bon état, pourrait être récupérée pour notre projet selon la variante. Après vérifications il pourra être proposé d'utiliser cette conduite en tant que fourreau pour la pose des conduites de distribution d'eau froide en PEHD classique.
- Aménagements de la piscine : la synergie avec le réaménagement futur de la piscine représente une opportunité pour le développement des réseaux dans le secteur, en particulier la possibilité de regrouper les réseaux existants (eau potable) au milieu de la parcelle avec les réseaux projetés pour un axe commun dédié aux réseaux souterrains.

6.1.2 Tracé proposé

Le tracé proposé est présenté ci-après :

- Remontée dans le quai
- Traversée de la parcelle de la Piscine par le centre – le long des conduites eau potable existantes
- Remontée par le parking de la Piscine, le long des bâtiments existants

26

Le tracé des conduites a été effectué de manière à minimiser à la fois les contraintes techniques pour la réalisation des travaux et les contraintes d'occupation du sol en lien avec la réalisation des futurs aménagements sur le secteur.

6.1.3 Technique de construction

Les conduites seront construites en fouille ouverte pour l'ensemble du tracé terrestre, sauf dans le cas de la variante 1 pour les conduites froid qui seront insérées dans le DN700 eau potable qui pourra être utilisé comme fourreau (à confirmer).

Le mandataire préconise un blindage de type palplanche, pour les zones en eau et un blindage traditionnel (bois / métal) pour les zones hors d'eau.

Des sondages géotechniques complémentaires devront être effectués pour déterminer la profondeur de la nappe et la nature des sols pour l'étaillage.

6.2 Traversée RN

6.2.1 Contraintes

La départementale D1508 est le seul axe longeant le lac d'Annecy sur cette Rive, cette chaussée est par conséquent très empruntée.

Les principales contraintes pour le franchissement de cet ouvrage sont :

- la densité du trafic en surface pour les voitures, piétons et cycles.
- La densité de réseaux et services existants sous la chaussée

Les informations géotechniques présentes dans les rapports du secteur Trésums montrent les conditions suivantes :

- Remblai très argileux sur 2m d'épaisseur
- Rocher très altéré / argile molle grise jusqu'à -7m de profondeur
- Roche compacte
- Type de sol : argilo-sableux de 0 à -2.00 m et argile vasarde sous -2.00 m

Selon ces contraintes, la technique de construction pour les travaux profonds type cellule de réception sera l'utilisation de pieux forés sécants.

6.2.2 Technique de construction

Concernant les solutions de franchissement, deux types de franchissement ont été envisagés

- Franchissement en fouille ouverte par étape : cette technique est moins coûteuse. Elle nécessite toutefois des aménagements de circulation importants ainsi que des croisements / déviations de réseaux qui peuvent être très contraignants
- Franchissement sans tranchée : cette technique nous affranchit de toutes les contraintes décrites ci-dessus mais nécessite de devoir construire des cellules ce chaque côté de la Route Nationale. 2 types de franchissement sans tranchée ont été considérés :
 - Forages dirigés : l'avantage de cette technique est la faible emprise des cellules de poussées et de réception des tirs. Cette technique n'est toutefois pas recommandée pour le projet car le nombre de tirs à effectuer serait très important (6 au total) et car le terrain rocheux ne garantit pas la faisabilité des tirs
 - Pousse-tube : cette technique est la plus fiable est celle qui génère le moins de nuisance en termes de circulation et de conflits avec les réseaux existants. Elle est certes plus onéreuse, en lien avec la profondeur des cellules à créer.

Aucun choix définitif n'a été fait à ce stade. Un comparatif précis sera établi lors des études détaillées.

Le chiffrage a été établi à ce stade avec les deux techniques : fouille ouverte et pousse-tube vériné.

Afin de garantir la rentabilité du projet et compte tenu du fait que des travaux similaires ont pu être effectués récemment sur le secteur, la technique **en fouille ouverte** est à privilégier.

6.3 Déploiement Avant-scène

6.3.1 Concept et contraintes

Le mandataire dans sa réflexion pour identifier les tracés envisageables pour raccorder l'ensemble des clients identifiés, a basé son approche sur les éléments suivants :

- l'architecture possible du réseau afin de relier aux mieux les futures connexions,
- les contraintes de terrassement et de remblayage liées aux travaux en cours et à venir

Le périmètre d'étude est divisé en plusieurs secteurs.

Les contraintes de réalisation du réseau de distribution

- Les contraintes du projet de construction actuel (Bâtiments, Réseaux, Fondations, accès...)
- Le toit de la roche calcaire situé entre -1.00 m et -1.70 m

6.3.2 Tracé retenu

Le tracé retenu tient compte des informations suivantes :

- aménagements VRD prévus dans le cadre des constructions actuelles
- difficulté de construire des réseaux sous l'Avenue du Trésum

De ce fait un tracé central a été privilégié, ce qui diminue le linéaire nécessaire et facilite l'intégration des conduites et les connections vers les différents bâtiments.

Il est à noter qu'une conduite d'eau potable pourra être posée en parallèle des conduites chaud et froid sur le tronçon bas du secteur.



Figure 11. Déploiement du réseau secteur Trésums.

6.3.3 Contrainte géotechnique

Deux rapports géotechniques ont été fournis par le crédit agricole. Il s'agit des documents suivants :

- Rapport du 13 avril 2015
- Rapport du 23 mars 2016 (Îlots A et B2 / B3),

Les études géologiques sont concentrées sur la zone du projet avant-scène au niveau des blocs bâtiments A, B, C et D. Les sondages et forages réalisés sur site, démontre la présence d'un toit calcaire, sur l'ensemble de la parcelle. Le massif rocheux est discontinu sur l'ensemble du terrain. Une étude approfondie du tracé et des profondeurs de fouille sera entrepris pour limiter au maximum les démolitions rocheuses.

Pour le reste, les rapports géotechniques font état des points suivants :

- Présence de matériaux de démolition, tels que briques, bouteilles, morceaux de ferrailles, enrobés, bloc de calcaire.
- Roche à profondeur très faible
- Pas de présence d'eau

6.3.4 Technique proposée

La technique proposée est en fouille ouverte pour l'ensemble du tracé terrestre de distribution, sur la parcelle du projet avant-scène.

Au vu des faibles profondeurs, un blindage traditionnel (bois / métal) est pressenti. Pas de présence d'eau constatée pour la profondeur de fouille à exécuter.

Il est à noter que les travaux devront se faire au fur et à mesure du remblayage des secteurs de construction. De ce fait, certains tronçons pourront être faits en anticipé et des réservations pourront être laissées.

Les travaux de démolition et décapage ne sont pas comptés dans le chiffrage du présent rapport. Seul le terrassement, le blindage et le remblayage sont comptabilisés, sans réfection de surface.

La coordination avec les travaux en cours est fondamentale

6.4 Sous-stations

6.4.1 Principe

Le principe des sous-stations est indiqué dans le schéma ci-dessous. Le chauffage à distance alimente un échangeur placé à l'entrée des bâtiments. Cet échangeur transfère la chaleur du chauffage à distance vers le circuit de distribution du bâtiment. La température de la conduite aller du chauffage à distance est fixée à 55°C et la température retour à 40°C. Deux fois par jour, la température est augmentée à 60°C (respectivement 40°C) pour satisfaire les besoins d'eau chaude sanitaire (ECS).

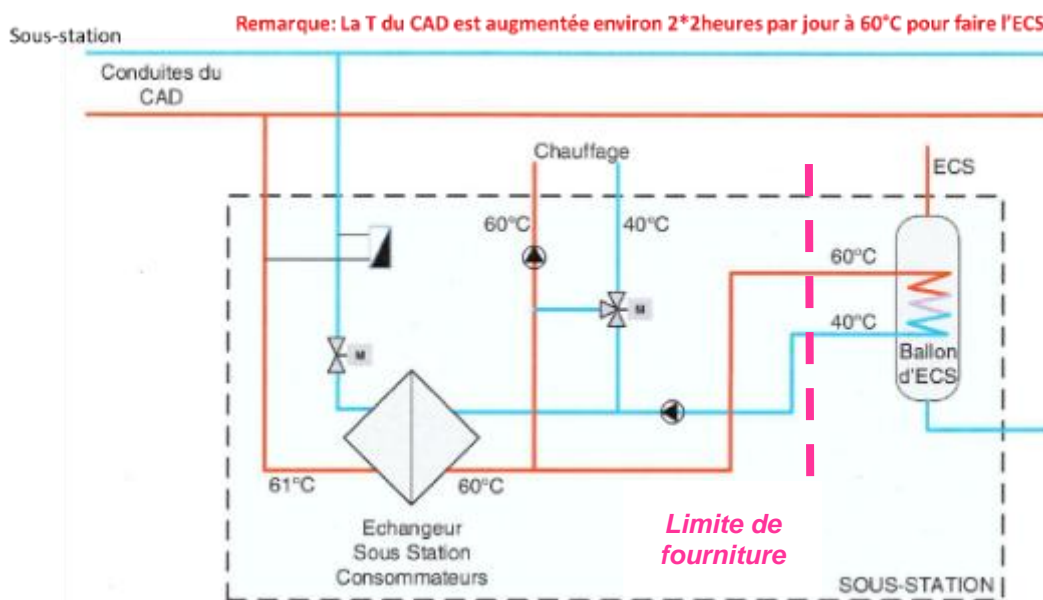


Figure 12. Schéma de fonctionnement d'une sous-station

6.4.2 Equipements

Le tableau ci-dessous indique, pour chaque bâtiment, la taille des principaux équipements requis dans les sous-stations.

Pour estimer la taille du ballon d'ECS, les hypothèses suivantes ont été faites :

- L'eau potable entre dans les bâtiments à 12°C et doit être chauffée à 60°C.
- Le ballon d'ECS doit permettre de stocker l'équivalent de 25% des besoins d'ECS quotidiens (la production se faisant en deux fois deux heures, soit deux heures le matin et deux heures le soir, on peut considérer la production comme étant semi-instantanée).

Bâtiment	Affectation	SHON RT	Puissance échangeur chaud	Puissance échangeur froid	Taille ballon de stockage ECS
		[m ²]	[kW]	[kW]	[litre]
A	Logement	1 700	75	0	710
B1	Social	4 406	194	0	1 820
B2	Logement	2 197	97	0	910
B3	Logement	2 354	104	0	980
C1	Logement	4 817	212	0	1 990
C2	Logement	2 041	90	0	850
D1	Social	4 909	216	0	2 030
D2	Logement	2 361	104	0	980
D3	Logement	2 549	112	0	1 060
E1	Logement	2 040	90	0	850
E2	Logement	2 184	96	0	910
F1	Logement	2 270	100	0	940
F2	Logement	2 572	113	0	1 070
F3	Logement	1 484	65	0	620
G1	Logement	1 971	87	0	820
G2	Logement	1 851	81	0	770
G3	Logement	2 208	97	0	920
H	Social	1 527	67	0	640
Hôtel	Hôtel	4 372	267	219	2 580
EHPAD	Social 2	5 616	247	140	2 320

Tableau 8 : Tailles des équipements requis dans les sous-stations

7. BILAN THERMIQUE

Le bilan thermique permet d'évaluer la part d'énergies renouvelables du système. Pour ce faire, les hypothèses suivantes ont été faites :

- Le COP est de 4.2 à pleine puissance pour les PAC alimentant de réseau de chauffage à distance et 5.9 pour la PAC alimentant la piscine.
- L'électricité de pompage dans les réseaux de chaleur et froid à distance est 1-2% de l'énergie utile délivrée (estimée sur la base de consommation pour des projets similaires).
- Pour la solution de référence, il a été admis des chaudières à gaz individuelles, dans chaque bâtiment, pour le chauffage et l'ECS, et des groupes à compresseur électrique pour le froid (SEER = 3).
- N'est considéré ici que le développement de Trésums et la piscine, les détails du développement de Balleydier n'étant pas encore suffisamment connus.
- Le mandataire se base sur l'expérience qui montre qu'avec une puissance égale à 20 à 50% de la puissance maximale de dimensionnement, on peut couvrir 50 à 80% des besoins en chaleur (cf. figures ci-dessous qui montrent des monotones de charges utilisées dans le cadre du dimensionnement d'installation tout à fait similaires, de micro-cogénération ou de pompes à chaleur de grande taille).

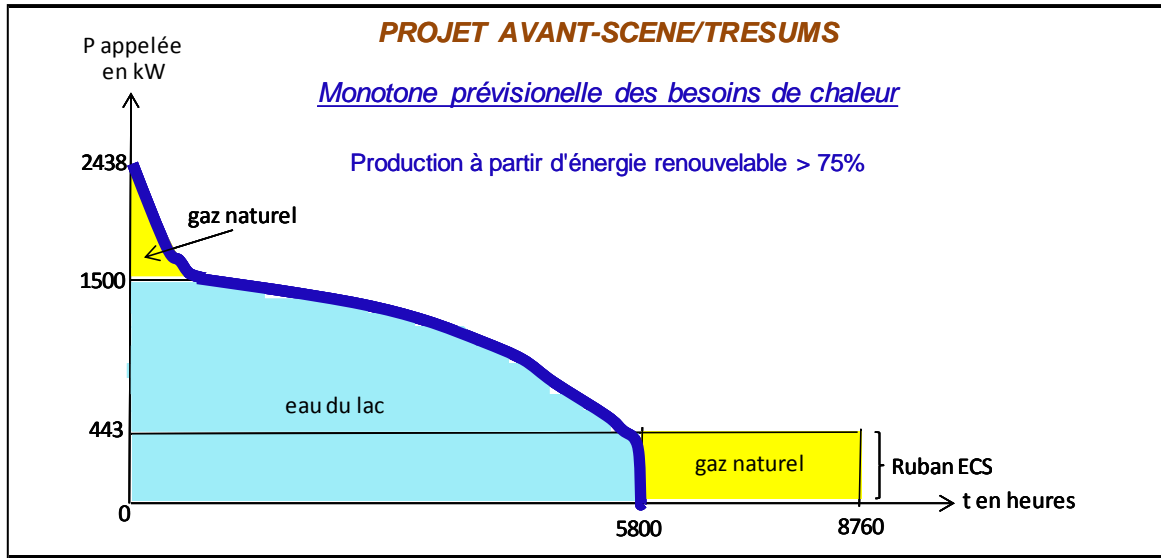


Figure 13 : Courbe de charge proposée pour le secteur Trésums

Le principe de charge et décharge d'une PAC est décrit ci-après :

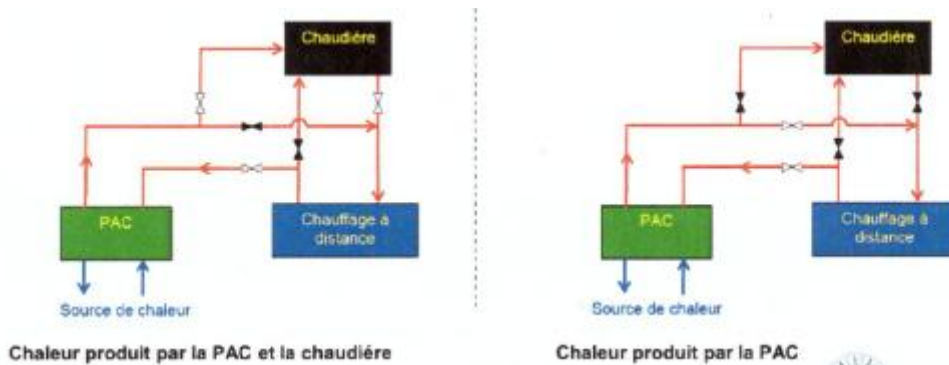


Figure 14 : Principe et dimensionnement d'une PAC (données fournisseur)

Pour mémoire, dans le cadre de la présente étude, les PAC ont été dimensionnées à 60% de la puissance maximale requise, ce qui permet de satisfaire environ 85% des besoins de chaleur.

Le bilan thermique du projet est résumé dans le tableau suivant :

	Besoins utiles [kWh]	Solution sur l'eau du lac (PAC + appoint éventuel)					Solution référence	
		Consommations électricité ou gaz			Production		Consommations	
		PAC (pour la chaleur) ou froid en direct (pour le froid)* [kWhef]	Auxiliaires** [kWhef]	Appoint gaz [kWhef]	PAC (pour la chaleur) ou froid en direct (pour le froid)* [kWhef]	Appoint gaz [kWhef]	Combustible [kWhef]	Electricité [kWhef]
Chauffage	6 700 020	1 221 450	107 200	787 483	5 991 286	708 734	7 305 894	0
ECS	2 105 875	622 553	33 694	0	2 105 875	0	2 228 439	0
Froid***	251 300	0	4 021	0	251 300	0	0	83 767
Total		1 844 003	144 915	787 483			9 534 333	83 767

Tableau 9 : Bilan thermique

* Consommation électrique du compresseur de la PAC

** Consommation électrique des auxiliaires : pompes de circulation (hors pompes côté distribution) ;

***Froid : En cas de rafraîchissement direct, l'indiquer clairement

Avec les hypothèses ci-dessus et les valeurs indiquées dans le tableau, on obtient une fraction d'énergies renouvelables globale pour le système de 68% pour le chauffage, 69% pour l'ECS, et 98% pour le froid.

Synthèse des données techniques et environnementales

		Projet solution NTE
Ressource « géothermale » exploitée		Eau du lac
Type de production		Pompe(s) à chaleur (PAC) eau/eau
Type de stockage (le cas échéant)		eau de nappe ou SGV
Régimes de température de distribution		Chaud : Aller 55 °C / Retour 40 °C Froid : Aller 7-8 °C / Retour 12-15 °C
CHAUD (chauffage et ECS)	Besoins utiles (sans pertes réseaux)	Secteur Trésums : 4 500 MWh/an Secteur Piscine : 4 081 MWh/an Total projet : 8 581 MWh/an
	Puissance utile	TOTAL : Secteur Trésums : 2 513 kW Secteur Piscine : 1 020 kW Total projet : 3 533 kW PAC seules : Secteur Trésums : 1 500 kW Secteur Piscine ¹ : 600 kW Total projet : 2 100 kW
	Chaleur issue de la ressource géothermale (ou chaleur entrée PAC) (avec pertes réseaux)	Secteur Trésums : 2 775 MWh/an (80% des besoins de Trésums sont satisfaits) Secteur piscine : 3 145 MWh/an (100% des besoins de la piscine sont satisfaits) Total projet : 5 920 MWh/an Soient 509 Tep ² /an
	Consommation électrique PAC liée chaud	Secteur Trésums : 1 005 MWh/an Secteur piscine : 1 140 MWh/an Total projet : 2 145 MWh/an Pompes chauffage à distance (1,6% de l'énergie distribuée) : 129 MWh/an Total : 2 274 MWh/an
	COP annuel chaud	4.2
	Production sortie PAC	Secteur Trésums : 3 780 MWh/an Secteur piscine : 4 285 MWh/an Total projet : 8 065 MWh/an
	Production appoint/secours	Secteur Trésums : 945 MWh/an Secteur piscine : 0 MWh/an Total projet : 945 MWh/an

¹ Pour la piscine, la température requise est de 28°C et non 55°C comme pour les autres bâtiments. Or en

² Avec 1 tep = 11 630 kWh

	Puissance appoint/secours	Secteur Trésums : 1 010 kW Secteur Piscine : 0 kW (tout est fait par la PAC¹) Total projet : 1 010 kW
	Type d'énergie utilisée par l'appoint/secours	Gaz (chaudière décentralisée, installée dans bâtiment C Trésums)
	Taux de couverture énergétique par la(les) PAC(s)	89,5%
FROID	Besoins utiles	Secteur Trésums : 251 MWh/an Secteur Piscine : 0 MWh/an
	Quantité froid produit sortie PAC	0 MWh/an Le froid est produit en direct depuis les eaux du Lac en freecooling.
	Puissance utile	Secteur Trésums : 359 kW Secteur Piscine : 0 kW
	Consommation électrique liée au froid	4 MWh/an (pompe de circulation)
	COP froid annuel	62,75
	Production appoint/secours	0 MWh/an
	Puissance appoint/secours	0 kW

8. BILAN ENVIRONNEMENTAL

8.1 Environnement lacustre

L'Etat a produit une réglementation sur la protection des eaux, pour l'usage de l'eau dans le cadre d'un projet hydro-thermique (*loi sur l'eau*). Ces prescriptions imposent, entre autres contraintes, de ne pas élever la température du cours d'eau de plus de 3°C. En présence de crustacés, huitres, poissons type truite, la loi impose une limite d'élévation de 1.5°C. Le lac d'Annecy, comprenant bon nombre de ces espèces animales (truites...), impose de limiter l'élévation de température à 1.5°C.

Dans le cadre du projet les rejets seront limités à 15-16°C au maximum afin de respecter les exigences écologiques. Cela respecte donc les contraintes en vigueur dans la mesure où :

Le lac, de par sa taille, a un volume d'eau qui peut être considéré comme infini. Le rejet sera fait progressivement dans le lac par l'intermédiaire d'une conduite comportant des petites ouvertures latérales à une profondeur correspondant à une température d'environ 16°C sur l'année (archive d'étude réalisée par le syndicat intercommunal du Lac d'Annecy SILA).

Dans ce cadre environnemental, une étude environnementale de la faune et de la flore sur l'impact du projet sera engagée lors des phases ultérieures du projet.

8.2 Impact sur les rejets de CO2 et les consommations d'électricité

Les rejets de CO2 avec la solution boucle d'eau sont nettement plus faibles que pour les autres solutions. De même, les consommations électriques sont beaucoup plus faibles. La comparaison suivante est effectuée pour le projet des Trésums :

Hypothèses Solution de référence:

- Chaudière à gaz : Rendement 90%, coefficient du contenu CO2 du gaz naturel 205 kg/MWh
- PAC : COP 3,76 et Groupe froid : SEER 3
- coefficient du contenu CO2 l'électricité hiver : 180 kg/MWh
- coefficient du contenu CO2 l'électricité été : 40 kg/MWh

Emissions de CO2 solution de référence :

- Chaleur (chaudières individuelles gaz naturel) :
 - 1 954 561 kg CO2 / an
- Froid (groupes froid individuels):
 - 3 346 kg CO2 / an

TOTAL = 1 957 907 kg CO2 / an

Emissions de CO2 avec solution proposée :

- Chaleur :
 - 403 862 kg CO2 / an
- Froid :
 - 70 kg CO2/an (fonctionnement des pompes de distribution)

TOTAL = 403 932kg CO2 / an

CO2 évité par rapport à la solution de référence (en chaud + froid) = 1 553 975 kg CO2 / an

9. BILAN ECONOMIQUE

9.1 Estimation budgétaire

9.1.1 CAPEX

Le chiffrage du CAPEX a été effectué sur la base de devis obtenus auprès de constructeurs et de fournisseurs et sur la base de l'expérience du mandataire pour ce type de travaux et de fournitures. Les tableaux suivants illustrent le chiffrage des investissements à effectuer pour le projet de la boucle d'Annecy.

9.1.1.1 Système d'adduction

Elément	Coût STAP variante 1 (€ HT)	Coût STAP variante 2 (€ HT)
Crépine (fourniture et pose)	7 000	7 000
Conduites lac (prise et rejet)	790 000	790 000
Conduites quai remontée (prise et rejet)	40 000	40 000
Réseau d'adduction Quai + Piscine	-	275 000
Franchissement RN	-	70 000
TOTAL	836 000	836 000

9.1.1.2 Station de pompage / Echange

➤ Bâtiment / Génie-civil

Elément	Coût (€ HT) – solution semi-enterrée variante 1	Coût (€ HT) – solution enterrée variante 1	Coût (€ HT) – solution enterrée variante 2
Terrassements	43 000	48 000	73 000
Soutènement / pieux	104 000	186 000	278 000
Bétons + traitement	152 000	142 000	167 000
Coffrages	34 000	29 000	32 000
Armatures	85 000	76 000	80 000
Serrurerie divers	30 000	70 000	80 000
Réaménagement de surface	3 000	10 000	10 000
Bâtiment pour transformateur	0	60 000	60 000
TOTAL	451 000	622 000	780 000

➤ Equipements hydrauliques

Elément	Coût (€ HT)
Pompes (lac + circulation)	7 000
Vannes et conduites	52 000
Débitmétrie	12 000
Filtres à panier	8 000
TOTAL	193 000

Il est à noter que seuls les équipements correspondant aux besoins des projets Trésums et Piscine ont été intégrés au chiffrage.

➤ Electricité et automatisme

<i>Elément</i>	<i>Coût (€ HT)</i>
Equipements électriques (transformateurs auxiliaire, TGBT, Armoire, éclairage)	194 000
Faux plancher, câbles, circuit terre	68 000
Raccordement électrique	20 000
Automatisme	65 000
TOTAL	237 000

➤ Equipements thermiques

<i>Elément</i>	<i>Coût (€ HT)</i>
PAC	302 000
Echangeurs	33 000
Accumulateurs + vases	30 000
TOTAL	365 000

Il est à noter que seuls les équipements correspondant aux besoins des projets Trésums et Piscine ont été intégrés au chiffrage.

Il a été considéré à ce stade que les chaudières déjà prévues pour les besoins du projet actuel Trésums étaient réutilisées pour le projet « Boucle d'eau ».

9.1.1.3 Système de distribution

➤ Réseau de distribution

<i>Elément</i>	<i>Coût (€ HT)</i> <i>Solution pousse-tube et</i> <i>variante 1</i>	<i>Coût (€ HT)</i> <i>Solution fouille ouverte</i> <i>et variante 1</i>	<i>Coût (€ HT)</i> <i>Solution fouille ouver-</i> <i>te et variante 2</i>
Réseau de distribution principal Quai + Piscine	229 000	229 000	-
Franchissement RN	236 000	92 000	-
Déploiement Trésums	398 000	398 000	398 000
TOTAL	863 000	719 000	398 000

➤ Sous-stations

<i>Elément</i>	<i>Coût (€ HT)</i> <i>Solution pousse-tube</i>
Sous-stations Trésums (chaud + froid)	160 000
Sous-stations piscine	40 000
Ballon ECS	30 000
TOTAL	230 000

9.1.1.4 Récapitulatif CAPEX

Le tableau suivant récapitule les coûts d'investissement pour les différents scénarios étudiés du projet Boucle d'eau :

Composantes du projet	Cout variante A STAP: semi-enterrée (€), sur Quai RN: Pousse tube	Cout variante B STAP: semi-enterrée (€), sur Quai RN: Fouille ouverte	Cout variante C STAP: enterrée (€), sur Quai RN: Pousse tube	Cout variante D STAP: enterrée (€) sur Quai RN Fouille ouverte	Cout Variante E STAP: enterrée (€) sur parcelle tresums RN: Fouille ouverte
1 SYSTÈME D'ADDUCTION	836000	836000	836000	836000	1184000
1-A Adduction	836000	836000	836000	836000	1184000
2 STATION CHAUFFERIE	1362000	1362000	1507000	1507000	1665000
2-A Batiments	451000	451000	622000	622000	780000
2-B Equipements hydrauliques	193000	193000	193000	193000	193000
2-C Électricité et automatisme	353000	353000	327000	327000	327000
2-D Equipements thermiques	365000	365000	365000	365000	365000
3 SYSTÈME DE DISTRIBUTION	1093000	949000	1093000	949000	627000
3-A Réseau de distribution	863000	719000	863000	719000	397000
3-B Sous-stations	230000	230000	230000	230000	230000
Estimations Coûts des travaux (€)	3291000	3147000	3426000	3292000	3476000
Divers et imprévus (10%)	329100	314700	342600	329200	348000
Honoraires d'ingénierie du projet (10%)	329100	314700	342600	329200	348000
Assurance	14035	14035	14035	14035	14 035
Environnement, géotechniques, bathymétrie, investigations lacustres	70000	70000	70000	70000	70000
TOTAL A CONSIDERER - CAPEX (€)	4033235	3860435	4195235	4034435	4256035

Tableau 10 : Bilan des coûts d'investissement - CAPEX

De manière à garantir la faisabilité du projet, il est proposé de mettre en place la variante E tenant compte des hypothèses suivantes :

- Construction d'une station enterrée sur la parcelle des Trésums (afin d'éviter l'implantation de la station sur le domaine public, dont le foncier n'est pas certain)
- Franchissement de la Route Nationale en fouille ouverte par étapes

Le coût total à considérer pour cette variante est de 4 256 035€.

9.1.1.5 Comparaison avec la solution de référence

La solution de référence, c'est-à-dire celle qui aurait été mis en place à la place de la Boucle d'eau, est dans notre cas composée de chaudière gaz collective pour chaque sous-station et de groupe froid pour l'Hôtel et l'EHPAD.

Les coûts liés à la production de chaud dans le cas de la solution de référence

- 8581 MWh
- 3 733kW
- Puissance chaufferie = 5 599kW
- Investissements associés = 915 456€

9.1.2 OPEX

Voici le détail des charges d'exploitations :

Charges annuelles d'exploitation	Solution NTE (€ HTR/an)
P1 chaud	206 000
P'1	32 000
P2 (charges salariales comprises)	47 000
P3	23 000
P4	119 000

P1 : coût de la fourniture du ou des combustibles (électricité pour les PAC)

P'1 : coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour assurer le fonctionnement des installations primaires.

P2 : coût des prestations de conduite, de l'entretien, montant des redevances et frais divers.

P3 : coût de renouvellement des installations

P4 : coût de financement des installations

Coût unitaire des énergies utilisées

Energie	Coût (€/MWh)
Gaz (€/MWh _{pcs})	34.84
Electricité (€/MWh _{elec})	95.00

Le prix est basé sur une consultation faite sur un tarif PEG Sud sur la dernière valeur connue (mai 2017).

9.2 Comparaison des OPEX avec une solution de référence

Voici les coûts d'exploitation pour la solution de référence.

TOTAL BESOINS	Puissance souscrite	SOLUTION DE REFERENCE						
MWh	kW	rendement	Conso gaz en MWh PCS	Part fixe (€/an)	Molécule (€/MWh PCS)	CTA (€/an)	P chaufferie	investisse ment
8 581	3 733	92%	10 363	46 960	509	1 996	5 599	915 456

Charges annuelles d'exploitation	Solution de référence (€ HTR/an)
P1 chaud	300 268
P'1	8 560
P2 (charges salariales comprises)	57 225
P3	32 892
P4	67 393

9.3 Plan d'affaire

SYNTHESE CHAUD + FROID																					
Année	Total	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026		2 038	2 039	2 040	2 041	2 042	2 043	2 044	2 045	2 046	2 047
Année de contrat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MWh CHAUD vendus	243 786	1 334	2 187	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581		8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581
Puissance souscrite CHAUD (	106 612	794	1 301	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733		3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733
R1 CHAUD ven	28.59	6 970	38	63	245	245	245	245	245	245		245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
R2 CHAUD ven	76.00	8 102	60	99	284	284	284	284	284	284		284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
MWh FROID vendus	7 028	0	0	251	251	251	251	251	251	251		251	251	251	251	251	251	251	251	251	251
R1 FROID vendu client	703	0	0	25	25	25	25	25	25	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
CA R1	7 673	38	63	270	270	270	270	270	270	270		270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
CA R2	8 102	60	99	284	284	284	284	284	284	284		284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Droits de raccordement	962	159	101	702	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA total	16 738	257	263	1 256	554	554	554	554	554	554		554	554	554	554	554	554	554	554	554	554
Charges R1	5 837	30	49	206	206	206	206	206	206	206		206	206	206	206	206	206	206	206	206	206
P2 CHAUD ELECTRICITE MOTI	896	0	8	32	32	32	32	32	32	32		32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
P2 CHAUD PERSONNEL COND	717	0	25	25	25	25	25	25	25	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
P2 FOURNITURES , CONSOMM	260	0	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
P2 CHAUD SERVICES EXTERIE	319	0	11	11	11	11	11	11	11	11		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
P2 CHAUD SOUS TRAITANCE (	58	0	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
+ DEPENSES P3 CHAUD	680	0	15	15	15	15	15	15	15	15		20	20	20	20	20	60	20	20	20	20
Charges R2	2 929	0	70	93	93	93	93	93	93	93		98	98	98	98	98	138	98	98	98	98
Impôts et Taxes	469	14	12	36	15	15	15	15	15	15		15	15	15	15	15	14	15	15	15	15
Frais généraux	1 464	49	49	49	49	49	49	49	49	49		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Charges totales	10 699	92	179	384	363	363	363	363	363	363		368	368	368	368	368	407	368	368	368	368
EBE total	6 038	165	84	872	191	191	191	191	191	191		186	186	186	186	186	147	186	186	186	186
Prix de vente MWh																					
Année	Total	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026		2 038	2 039	2 040	2 041	2 042	2 043	2 044	2 045	2 046	2 047
Année de contrat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MWh CHAUD vendus	243 786	1 334	2 187	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581		8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581	8 581
Puissance souscrite CHAUD (	106 612	794	1 301	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733		3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733	3 733
R1 CHAUD ven	28.59	6 970	38	63	245	245	245	245	245	245		245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
R2 CHAUD ven	76.00	8 102	60	99	284	284	284	284	284	284		284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Total R1 + R2 client	15 073	98	161	529	529	529	529	529	529	529		529	529	529	529	529	529	529	529	529	529
Prix de vente unitaire HT / M	62.46	73.81	73.81	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65		61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65	61.65
Prix de vente unitaire HT / M	61.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prix de vente unitaire TTC / M	65.90	77.87	77.87	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04		65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04
Prix de vente unitaire TTC / M	65.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MWh FROID vendus	7 028	0	0	251	251	251	251	251	251	251		251	251	251	251	251	251	251	251	251	251
R1 FROID vendu client	703	0	0	25	25	25	25	25	25	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Prix de vente unitaire HT / M	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Prix de vente unitaire TTC / M	105.50	0.00	0.00	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50		105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50	105.50

9.4 Prix de l'énergie

Les puissances mise en jeu correspondent à la somme de puissances souscrites sur l'ensemble du périmètre des sous-stations soit 3 733kW de puissance souscrite pour 8 581 MWh de chaud

R1+R2	Hors Subvention	Avec Subvention
Coût en € HT du MWh sortie centrale	88.37	61.83
Coût en €TTC du MWh sortie centrale	93.23	65.23

La démarche suivie est celle proposée par l'ADEME : nous avons comparé la solution de référence avec la solution proposée, selon la méthode d'analyse économique des projets de l'ADEME, détaillée comme suit :

- Investissement (I) = Inv. « solution proposée » (IE) – Inv. « solution référence » (IR)
- Coûts (C) = Coûts « solution proposée » (CE) – Coûts « solution référence » (CR)
- Recette (R) = Recette « solution proposée » (RE) – Recette « solution référence » (RR).

Les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- Prix des énergies de référence = prix contractuel (valeur disponible à mai 2017 des indices servant à actualiser le prix de la chaleur) sans évolution du prix des énergies au cours de la période ;
- Taux d'actualisation = 6%.

Les comptes d'exploitation annexés présentent successivement les cas :

- pas de subvention
- 100% de la subvention nécessaire pour atteindre le prix le plus proche de la solution de référence soit un total de 2 128 017€
- 70% du montant précédent soit un total de 1 489 611.9€
- 50% du montant précédent soit un total de 1 064 008.5€

Voici la décomposition des coûts P1 P2 P3 P4 de la solution de référence ainsi que le coût résultant.

SOLUTION DE REFERENCE							
P1 en €HT/an	P2 primaire en €HT/an	P3 primaire en €HT/an	P4 primaire en €HT/an	€HT/an	€HT/MWh	€TTC/an	€TTC/MWh
300 268	65 785	32 892	67 393	466 339	54.35	543 298	63.31

Solution de référence €TTC/MWh	63.31
Solution proposée €TTC/MWh	65.23

Nous avons considéré 2 128k€ qui correspond à 50% des investissements éligibles du projet pour notre demande de subvention.

Nous vous détaillons ci-dessous les éléments principaux de ces simulations :

Durée 30 ans	Sans subvention	50% de la subvention demandée soit 1 064k€	70% de la subvention demandée soit 1 490k€	100% de la subvention demandée soit 2 128k€
R1 €HT/MWh	28.59	28.59	28.59	28.59
R2 €HT/kW	136.70	106.60	94.30	76.00
R1+R2 €HT/MWh	88.37	75.21	69.83	61.83
R1+R2 €TTC/MWh	93.23	79.35	73.67	65.23
TRI après impôts	7.14%	7.16%	7.14%	7.13%
VAN à 6%	453 083€	357 263€	311 236€	246 638€

9.5 Bilan économique

		Solution NTE	Commentaires
Investissements éligibles (€)		4 256 035 €	Selon la variante avec STAP enterrée sur le site des Trésums
Coût du MWh utile		65.23€TTC/MWh	Chaud
		105.5€TTC/MWh	Froid
	Aide solution NTE	2 128 017€	
Efficience des aides	Aide €/tep EnR&R chaud sur 20 ans	10 180 Tep sur 20 ans 209€/Tep EnR&R	
	Aide en €/MWh utile	247.99€/MWh	Chaud
	Aide à la boucle d'eau tempérée en €/ml	1584ml de tranchée 1343€/ml	
	Aide €/tonnes CO2 évitées sur 20 ans	31 080 tonnes de CO2 évitées 68€/TCO2	

10. FAISABILITE ORGANISATIONNELLE ET JURIDIQUE

Montage contractuel, démarches administratives et réglementaires :

- Un contrat d'exploitation sera établi entre l'exploitant et l'ASL du programme d'aménagement
- Les polices d'abonnement seront conclues avec chaque propriétaire
- Aspects lacustres

Le Lac d'Annecy est une propriété de l'Etat et est géré par le Syndicat intercommunal du Lac d'Annecy (SILA). La construction de la prise d'eau dans le Lac d'Annecy nécessite d'effectuer les démarches suivantes :

- Droit d'eau : redevance fixée par la DDT74 en fonction de la capacité des équipements installés à la station de pompage
- Demande d'autorisation d'occupation temporaire du Lac d'Annecy auprès de la DDT74
- Demande d'autorisation temporaire de travaux sur le domaine public fluvial du lac d'Annecy auprès de la DDT74
- Coordination / anticipation des interventions auprès des différents acteurs :
 - SILA
 - Police du Lac / Gendarmerie
 - Usagers du lac : pêcheurs, compagnie de bateaux, clubs de plongée
- Aspects terrestres

La construction des infrastructures terrestres devra faire l'objet de plusieurs démarches auprès de la Ville d'Annecy:

- Bâtiment de la station de pompage : procédure classiques successives : certificat d'urbanisme, déclaration préalable de travaux, permis de construire, droit de servitude
- Réseaux terrestres : autorisation de construire, autorisation de travaux en lien avec les propriétaires de réseaux (Ville d'Annecy, grand Annecy, SILA, Enedis, Orange, GrDf, Numeri-cable,...)

11. PLANIFICATION ET RECOMMANDATIONS

11.1 Prochaines échéances

Le présent rapport de faisabilité définit les bases du projet de boucle d'eau, donnant tous les éléments pour une décision de réalisation.

Si cette décision se fait au printemps 2017, la planification suivante peut être considérée :

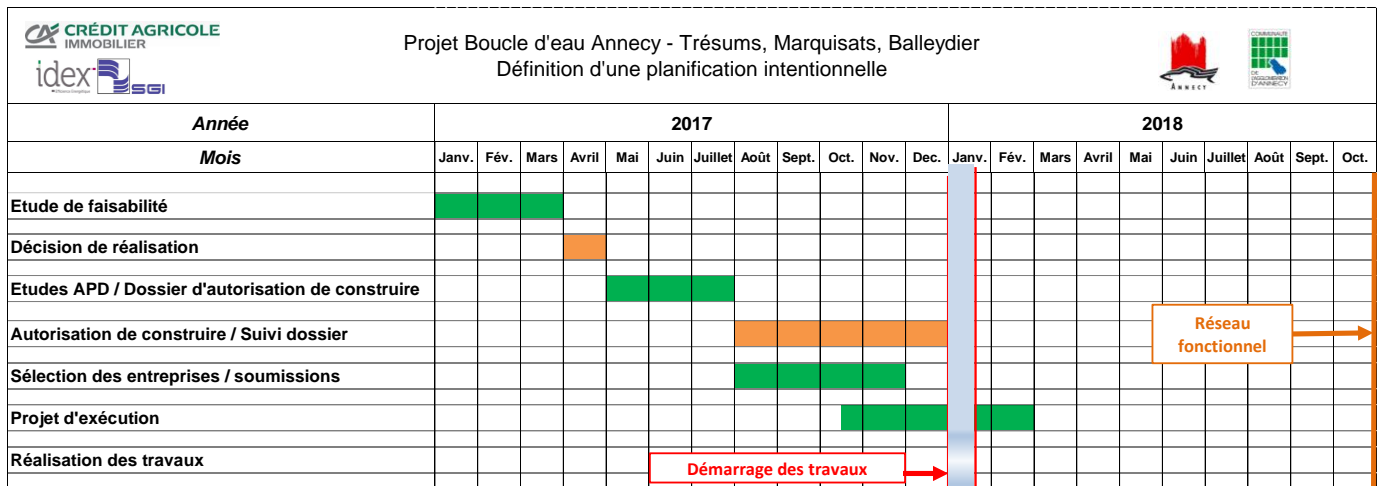


Figure 15. Planification intentionnelle du projet

Comme indiqué, les durées estimées sont les suivantes:

- Etude APD (y.c investigations complémentaires): 3 mois,
- Autorisation de construire : 5 mois,
- Appels d'Offres / consultation des entreprise (lors de la phase AO) : 4 mois
- Réalisation des travaux : 10 mois

3.2 Annexe volontaire n°2 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2016)

Cette annexe contient 17 pages

Investigations

Annecy – Avant-scène / Trésums

SGL Ingénierie - SAS
Michaël Dalin
Savoie Technolac BP 40223
Avenue du Lac du Bourget 48
F-73374 LE BOURGET DU LAC

Chassieu, le 14 décembre 2016
Version 1.0



Activ'Reso
Rue Auguste Fresnel, 2
Parc Fresnel
F-69680 CHASSIEU

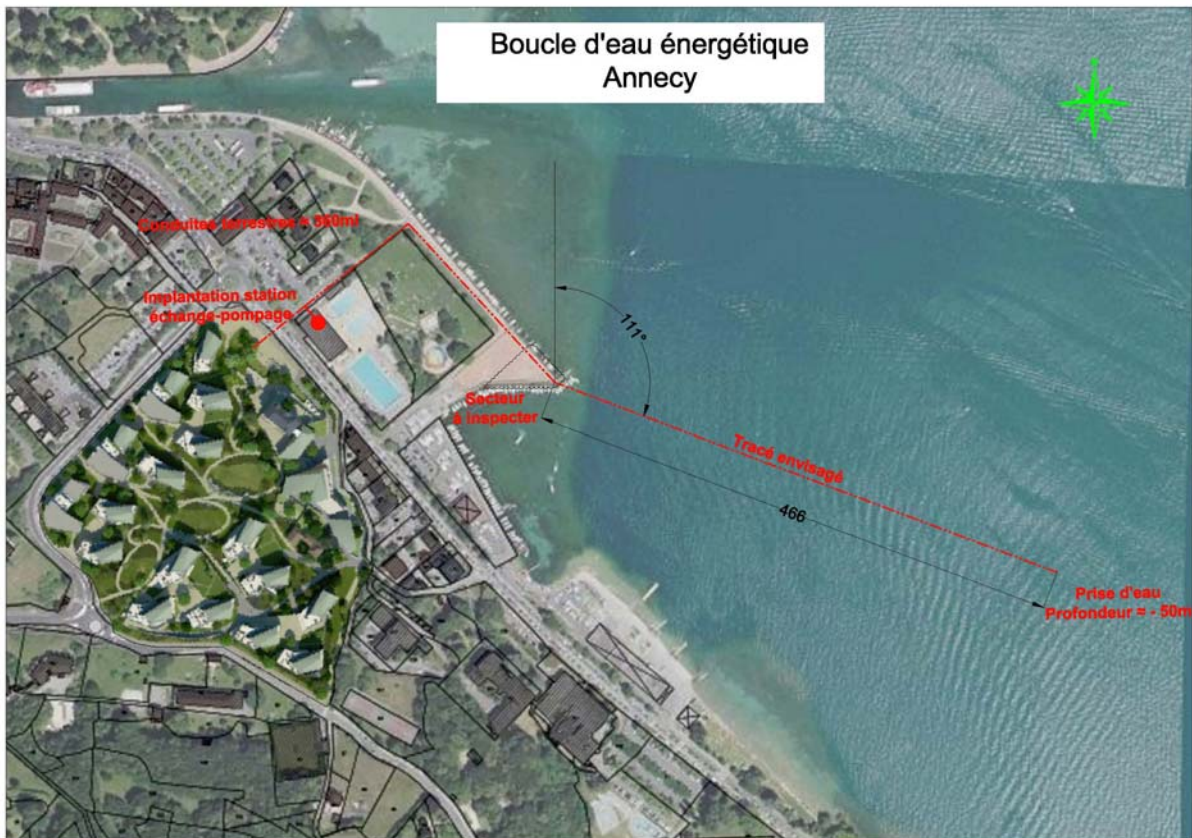
Téléphone : 00 33 9 67 00 23 42
Mobile : 00 33 7 0 78 10 85 14

contact@activreso.fr
commercial@activreso.fr

Table des matières

1. Périmètre des investigations :	3
1.1 Inspection de la rive	3
1.2 Suivi du fond du lac	3
1.3 Repérage des éléments spéciaux	3
1.4 Estimation des pentes	4
1.5 Mesure de profondeur	4
2. Inspection de la rive :	4
3. Suivi du fond du lac :	7
3.1 Zone de -1 mètre à -15 mètres	8
3.2 Zone de -15 mètres à -18 mètres	9
3.3 Zone de -18 mètres à -20 mètres	11
3.4 Zone de -20 mètres à -30 mètres	12
3.5 Zone de -30 mètres à -32 mètres	12
3.6 Zone de -32 mètres à -42 mètres	13
4. Repérage des éléments spéciaux :	14
5. Estimation des pentes :	14
6. Mesure de profondeur :	15
6.1 Profondeur pour l'emplacement de la crépine	15
6.2 Etat du fond à -40 mètres	16
7. Sondes :	16
8. Film de la zone :	17
9. Documents :	17
9.1 Rapport d'investigations	17
9.2 Film de la zone	17
9.3 Images	17
10. Statuts des investigations :	17
10.1 Historique des travaux	17
10.2 Matériel utilisé	17

1. Périmètre des investigations :



Vue d'ensemble du site

Les prestations consistent à obtenir l'état du fond du lac à Annecy aux lieux pressentis pour la construction de nouvelles conduites et d'une crépine.

1.1 Inspection de la rive

- Inspection sommaire de la rive à l'endroit prévu pour la sortie du lac largeur 10m ;
- Prise de photographies.

1.2 Suivi du fond du lac

- Suivi du fond du lac sur le tracé prévu pour les conduites ;
- définition de la nature des fonds ;
- Prise de photographies.

1.3 Repérage des éléments spéciaux

- Repérage des éléments spéciaux si existants ;
- Prise de photographies.

1.4 Estimation des pentes

- Estimation des pentes maximales sur le tracé des conduites.

1.5 Mesure de profondeur

- Mesure de profondeur à l'emplacement prévu pour la crépine ;
- Etat du fond à -40 mètres ;
- Prise de photographies.

2. Inspection de la rive :

Les plongeurs ont effectué une inspection sommaire de la rive près de la jetée sans rien remarquer de particulier. Le fond du lac, environ -1.20 mètres, dans cette zone est plat et ne présente rien de spécifique : de la vase, peu de végétation en cette période de l'année et pas de faune notable.

Il faut noter que le jour de la plongée la visibilité était trouble bien que le lac soit très calme : pas de vent et pas de courant.

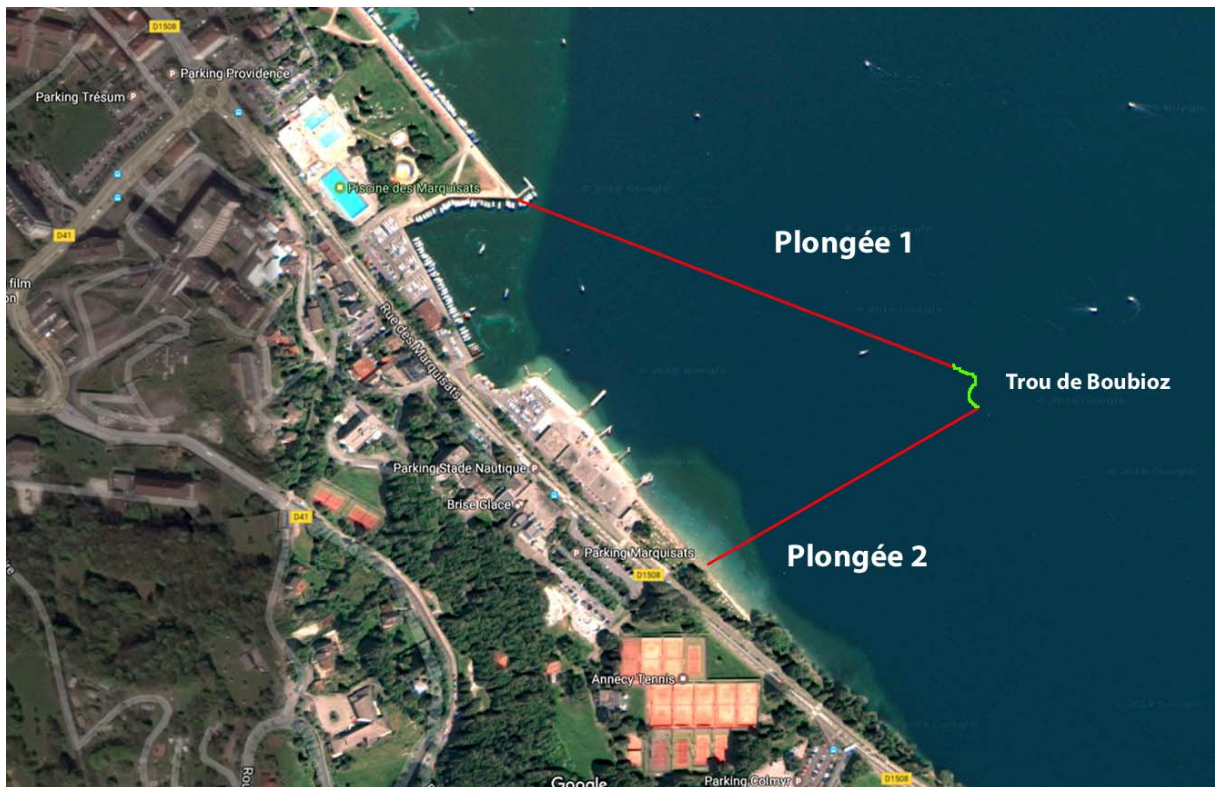






3. Suivi du fond du lac :

Les plongeurs ont effectué deux plongées pour suivre le fond du lac d'Annecy, selon le tracé prévu pour les conduites, jusqu'au « trou de Boubioz », à une profondeur de – 42 mètres sans rien remarquer de particulier.



Le fond du lac, dans cette portion descend en pente douce et ne présente rien de spécifique : de la vase, peu de végétation en cette période de l'année et pas de faune notable.

Il faut noter que la visibilité était trouble bien que le lac soit très calme : pas de vent et pas de courant.

3.1 Zone de -1 mètre à -15 mètres



3.2 Zone de -15 mètres à -18 mètres





3.3 Zone de -18 mètres à -20 mètres



3.4 Zone de -20 mètres à -30 mètres



3.5 Zone de -30 mètres à -32 mètres



3.6 Zone de -32 mètres à -42 mètres



4. Repérage des éléments spéciaux :

Aucun obstacle distinctif, rocher ou autre élément notable à signaler entre la rive et le « trou de Boubioz ».

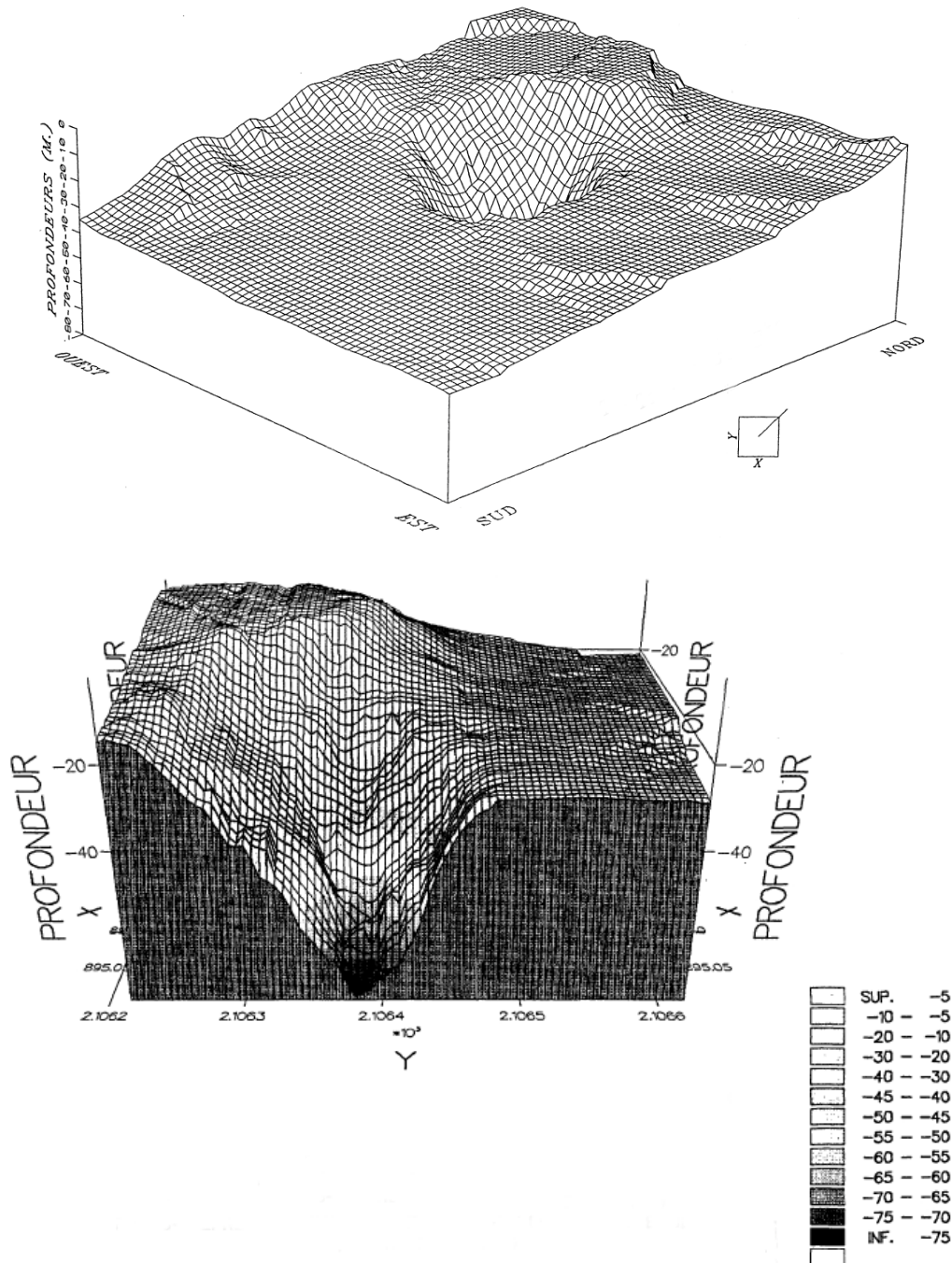
5. Estimation des pentes :

Les plongeurs estiment la pente minimale, i.e. au niveau du « trou de Boubioz » à environ 20°.



6. Mesure de profondeur :

6.1 Profondeur pour l'emplacement de la crépine



Shémas du trou de Boubioz

6.2 Etat du fond à -40 mètres

Le fond dans la zone des -40 mètres explorés ne présente rien de particulier, essentiellement de la vase, pas de rocher.



7. Sondes :

Les plongeurs ont posé deux sondes de température à une profondeur de -42 mètres à titre de test au sud du trou de Boubioz



8. Film de la zone :

Les plongeurs ont filmé l'état du fond du lac à Annecy selon le tracé pressenti pour la construction de nouvelles conduites et d'une crépine. Voir film « SGI-ProjetAnnecy-InvestigationsLacustres-2016.mpg »

9. Documents :

9.1 Rapport d'investigations

Rapport final en format .pdf ainsi que sur support papier.

9.2 Film de la zone

Fichier vidéo en format .mpeg sur support numérique :

- SGI-ProjetAnnecy-InvestigationsLacustres-2016

9.3 Images

Fichiers images (21) en format .jpeg sur support numérique :

- 01-ImagesAnnecy
- ...
- 21-ImagesAnnecy

10. Statuts des investigations :

Les premières investigations ont commencé le 26 novembre 2016 et ont été terminées le 3 décembre 2016.

10.1 Historique des travaux

10.11.2016	Etude préalable, entretien avec SGI ;
21.11.2016	Remise du devis ;
26.11-03.12.2016	Investigations et film de la zone ;
15.12.2016	Remise du rapport à SGI.

10.2 Matériel utilisé

- tout l'équipement nécessaire à la sécurité en plongée (bouteilles de secours, O2, trousse de secours, etc..) ;
- divers accessoires.

3.3 Annexe volontaire n°3 : Rapport d'investigation par sondes de température (Activ Reso, 2017)

Cette annexe contient 10 pages

RAPPORT D'INVESTIGATIONS

Projet SGI Annecy Marquisats

Pose de sondes de température

SGI Ingénierie - SAS
Michaël Dalin
Savoie Technolac BP 40223
Avenue du Lac du Bourget 48
F-73374 LE BOURGET DU LAC

Chassieu, le 28 février 2017



Activ'Reso
Rue Auguste Fresnel, 2
Parc Fresnel
F-69680 CHASSIEU

Téléphone : 00 33 9 67 00 23 42
Mobile : 00 33 7 0 78 10 85 14
contact@activreso.fr
commercial@activreso.fr

Table des matières

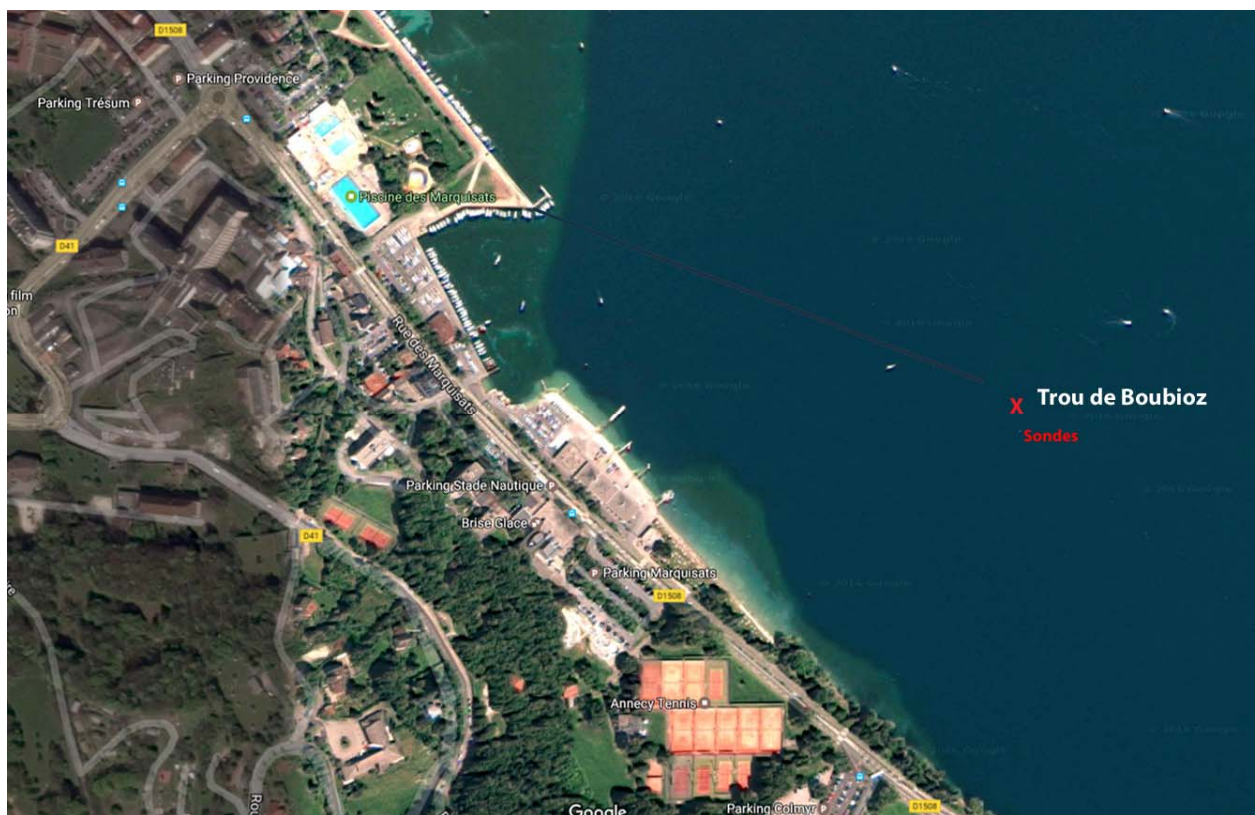
1.	Périmètre des investigations.....	3
2.	Matériel utilisé	4
3.	Paramétrage des sondes.....	5
4.	Position des deux sondes.....	6
4.1	Sonde posée à –30.0 mètres.....	6
4.2	Sonde posée à –40.0 mètres.....	6
4.3	Nettoyage du site	6
5.	Relevé de fonctionnement	7
5.1	Graphique de la sonde à –30.0 mètres	7
5.2	Graphique de la sonde à –40.0 mètres	8
5.6	Périodes de relevés.....	8
6.	Information au Club de Plongée d'Annecy.....	8
7.	Statuts des investigations	9
7.1	Historique des travaux	9
7.2	Matériel utilisé	9
8.	Documents	10
8.1	Rapport d'investigations.....	10
8.2	Graphiques et Images.....	10
8.2.1	Fichiers images	10
8.2.2	Fichier Excel	10
8.2.2	Fichier CSV	10

1. Périmètre des investigations

Deux sondes de température ont été installées à des profondeurs déterminées par SGI au large du site des Marquisats pour enregistrer les variations de température de l'eau du lac d'Annecy dans cette zone, i.e. « Trou de Boubioz ».

Délai de réalisation : dès la mi-janvier 2017
Terminé : 15 janvier 2017

Vue d'ensemble du site des Marquisats



01 - Position des sondes

2. Matériel utilisé

Les sondes retenues pour effectuer cette campagne d'investigation sont de la marque ReefNet Inc. modèle Sensus Ultra.

N.B. : ce modèle de sondes a déjà été utilisé lors de précédentes campagnes d'investigations pour SIG Genève (Projet GLU-GLA).

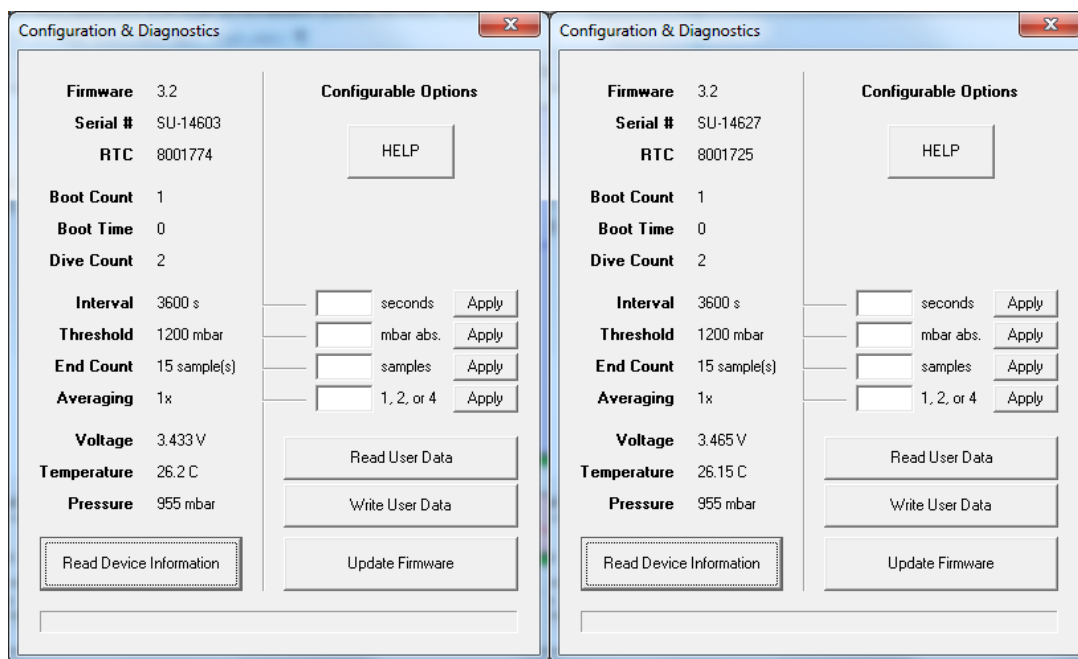
Des plaquettes « SGI Genève » ont été collées sur les deux sondes pour identification.



02 – Sondes utilisées

3. Paramétrage des sondes

Les deux sondes ont été paramétrées pour enregistrer les températures toutes les heures.



03 – Paramétrage des sondes

4. Position des deux sondes

Les plongeurs ont immergé les sondes au large du site des Marquisats dans le « Trou de Boubioz ».

4.1 Sonde posée à -30.0 mètres

La première sonde a été posée à une profondeur de \pm -30.0 mètres :

Sonde : SU-14603
Profondeur : \approx -30.0 mètres

4.2 Sonde posée à -40.0 mètres

La seconde sonde a été posée à une profondeur de \pm -40.0 mètres :

Sonde : SU-14627
Profondeur : \approx -40.00 mètres

4.3 Nettoyage du site

Le site sera nettoyé à la fin du projet i.e. tout le matériel immergé aux points de suspension des sondes sera retiré du lac.

5. Relevé de fonctionnement

Les sondes posées le 15 janvier 2017 ont été relevées par les plongeurs le 25 février 2017 et ré-immersées le 27 février 2017.

Ce premier relevé a été effectué pour obtenir les premières valeurs d'enregistrement et les premières courbes de température.

Délai de réalisation : Fin février 2017
Terminé : 25 février 2017

Période 1 : du 15.01.2017 au 25.02.2017

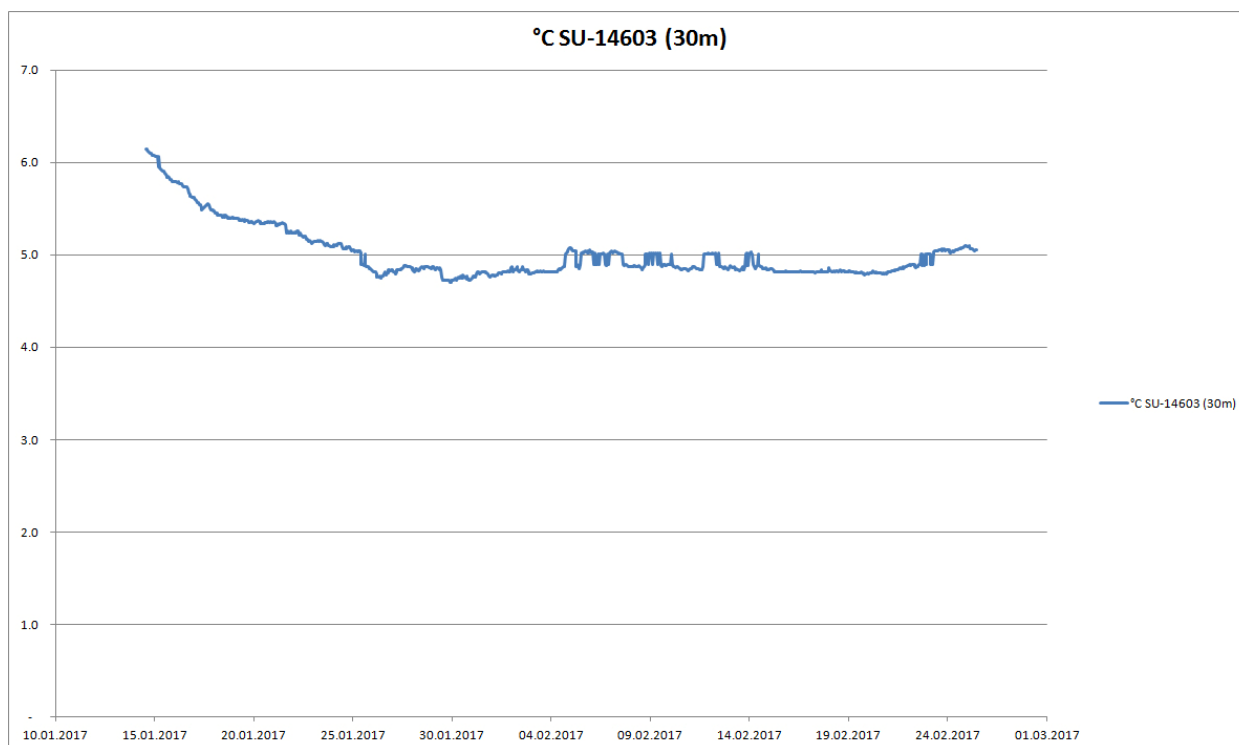
5.1 Graphique de la sonde à -30.0 mètres

Sonde : SU-14603

Température maximum : 6.1°C

Température minimum : 4.7°C

Aperçu de la courbe de température de la sonde posée à -30.0 mètres - Du 15.01.2017 au 25.02.2017



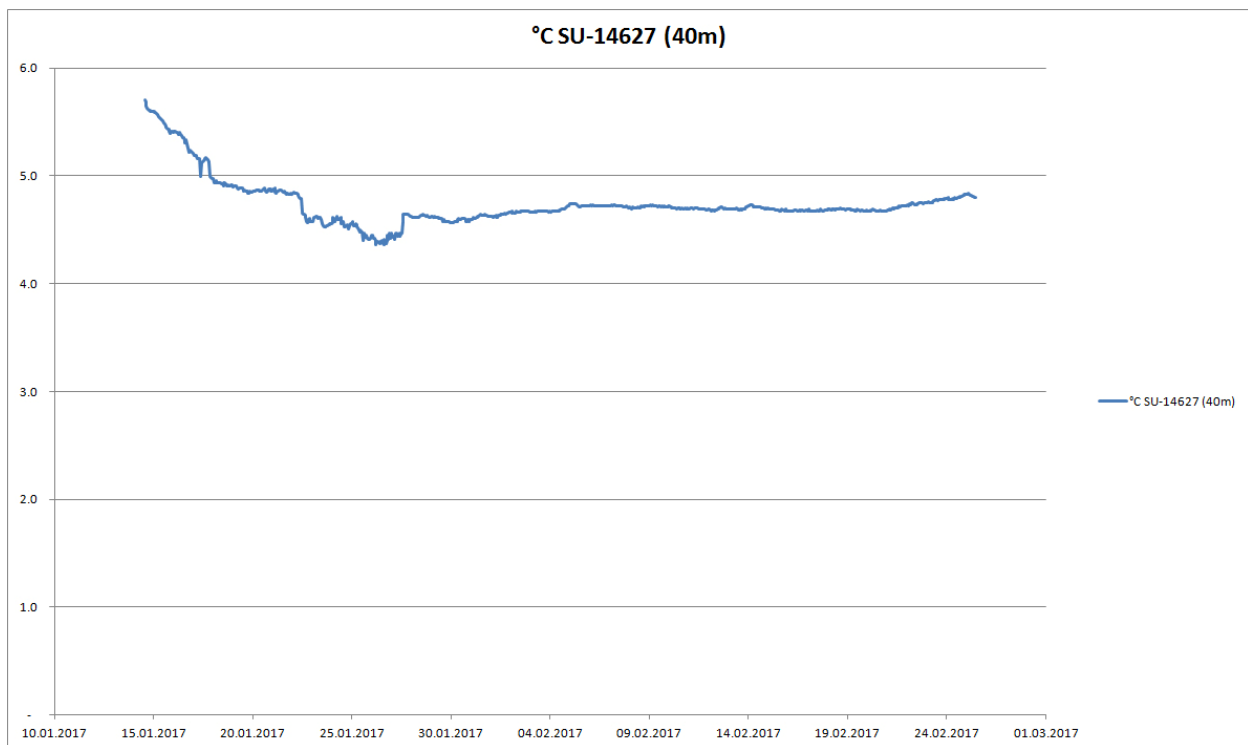
5.2 Graphique de la sonde à -40.0 mètres

Sonde : SU-14627

Température maximum : 5.7°C

Température minimum : 4.4°C

Aperçu de la courbe de température de la sonde posée à -40.0 mètres du 15.01.2017 au 25.02.2017



05 - Graphique température de la sonde à -40.0 mètres

5.6 Périodes de relevés

Les périodes de relevés de ces deux sondes seront à déterminer ultérieurement.

6. Information au Club de Plongée d'Annecy

Le « trou de Boubioz » est un site de plongée très visité en été comme en hiver aussi Activ'Reso via Eco Dive Sarl a avisé le Président du Club de plongée d'Annecy de la pose de ces deux sondes de température pour que ce matériel reste en place pendant la durée des investigations.

Il serait cependant judicieux d'effectuer quelques plongées de contrôle durant l'année pour s'assurer de la présence des sondes (i.e. les deux sondes de test posées en décembre 2016 ont disparu).

7. Statuts des investigations

Les premières investigations ont commencé le 15 janvier 2017 et ont été terminées le 27 février 2017.

7.1 Historique des travaux

Novembre 2016-	
Janvier 2017	Etude préalable, entretien avec SGI, devis ;
15.01.2017	Pose des deux sondes de température ;
25.02.2017	Relevé des deux sondes de température posées à -30.0 et -40.0 mètres ;
26.02.2017	Déchargement des sondes de température ; Récupération des valeurs ;
27.02.2017	Repose des deux sondes de température aux profondeurs de -30.0 et -40.0 mètres ;
03.03.2017	Remise du rapport.

7.2 Matériel utilisé

- Equipement nécessaire à la sécurité en plongée (bouteilles de secours, O2, trousse de secours, etc..) ;
- Equipement de balisage pour localisation ;
- Deux sondes pour l'enregistrement des températures ;
- Plaquettes signalétiques ainsi que divers accessoires.

8. Documents

8.1 Rapport d'investigations

Rapport final en format .pdf ainsi que sur support papier.

8.2 Graphiques et Images

8.2.1 Fichiers images

Fichiers images en format jpeg :

- 01 - « Position des sondes.jpg »
- 02 - « Graph_SU-14603-30m.jpg »
- 03 - « Graph_SU-14627-40m.jpg »

8.2.2 Fichier Excel

Fichier Excel en format xlsx :

- « ReleveSondesAnnecy_Jan2017-Fev2017 »

8.2.2 Fichier CSV

Fichiers en format csv :

- « SU-14603_Jan2017-Fev2017 »
- « SU-14627_Jan2017-Fev2017 »

3.4 Annexe volontaire n°4 : Modèle de charte chantier propre (IDEX-SGI, 2017)

Cette annexe contient 14 pages

CHARTE « CHANTIER PROPRE »

Boucle d'eau énergétique – Annecy Trésums



PREAMBULE	3
ARTICLE 1 : DEFINITION DES OBJECTIFS	4
ARTICLE 2 : MODALITES DE MISE EN PLACE ET DE SIGNATURE	4
ARTICLE 2.1 : MODALITES DE MISE EN PLACE	4
ARTICLE 2.2 : SIGNATURE DE LA CHARTE CHANTIER RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT	4
ARTICLE 3 : RESPECT DE LA REGLEMENTATION.....	4
ARTICLE 4 : ORGANISATION DU CHANTIER.....	4
ARTICLE 4.1 : PROPRETE DU CHANTIER	5
ARTICLE 4.2 : STATIONNEMENT DES VEHICULES DU PERSONNEL DE CHANTIER	5
ARTICLE 4.3 : ACCES DES VEHICULES DE LIVRAISON.....	5
ARTICLE 5 : CONTROLE ET SUIVI DE LA DEMARCHE	5
ARTICLE 6 : INFORMATION DES RIVERAINS DU SITE	6
ARTICLE 7 : INFORMATION DU PERSONNEL DE CHANTIER	6
ARTICLE 8 : LIMITATION DES NUISANCES CAUSEES AUX RIVERAINS	7
ARTICLE 8.1 : NIVEAU ACOUSTIQUE EN LIMITE DE CHANTIER	7
ARTICLE 8.2 : CONTROLE PERMANENT DU NIVEAU ACOUSTIQUE.....	7
ARTICLE 8.3 : LIMITATION DES EMISSIONS DE POUSSIERES ET DE BOUE	7
ARTICLE 9 : LIMITATION DES RISQUES SUR LA SANTE DU PERSONNEL	7
ARTICLE 9.1 : NIVEAUX SONORES DES OUTILS ET DES ENGINS.....	7
ARTICLE 9.2 : RISQUES SUR LA SANTE LIES AUX PRODUITS ET MATERIAUX.....	8
ARTICLE 10 : LIMITATION DES POLLUTIONS DE PROXIMITE	8
ARTICLE 10.1 : EAUX DE LAVAGE	8
ARTICLE 11 : GESTION ET COLLECTE SELECTIVE DES DECHETS.....	8
ARTICLE 11.1 : LIMITATION DES VOLUMES ET QUANTITES DE DECHETS	8
ARTICLE 11.2 : MODALITE DE LA COLLECTE.....	8
ARTICLE 11.3 : MODALITE DE SUIVI DES DECHETS	9

Préambule

La présente charte chantier propre définit les grands principes de réalisation des chantiers. Celle-ci reprend les grands objectifs énoncés par la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP) :

- Prévenir les risques et les nuisances pour les riverains du chantier
- Prévenir les risques et les nuisances pour les personnels sur le chantier
- Limiter les pollutions à proximité lors du chantier
- Limiter la quantité de déchets de chantier mis en décharge
- Instituer un standard « éco-chantier », c'est-à-dire éditer une charte éco-chantier par le Maître d'ouvrage avec approbation des services de voiries. Cette charte sera signée par tous les intervenants : entreprise de TP, tuyauteur, soudeur.

Article 1 : Définition des objectifs

Un chantier respectueux de l'environnement est le prolongement naturel des efforts de qualité environnementale mis en place lors de la conception d'un bâtiment. Tout chantier de construction génère des nuisances sur l'environnement proche, l'enjeu d'un chantier respectueux de l'environnement est de limiter ces nuisances au bénéfice des riverains, des ouvriers et de l'environnement.

Tout en restant compatibles avec les exigences liées aux pratiques professionnelles du BTP, les objectifs d'un chantier respectueux de l'environnement sont de :

- limiter les risques et les nuisances causés aux riverains du chantier
- limiter les risques sur la santé des ouvriers
- limiter les pollutions de proximité lors du chantier
- limiter la quantité de déchets de chantier mis en décharge

Article 2 : Modalités de mise en place et de signature

Article 2.1 : Modalités de mise en place

La charte chantier respectueux de l'environnement fait partie des pièces contractuelles du marché de travaux remis à chaque entreprise intervenant sur le chantier.

Article 2.2 : Signature de la charte chantier respectueux de l'environnement

La charte chantier respectueux de l'environnement est signée par toutes les entreprises intervenant sur le chantier, qu'elles soient en relation contractuelle directe ou indirecte avec le maître d'ouvrage.

Article 3 : Respect de la réglementation

Toutes les entreprises intervenant sur le chantier (sous-traitants, intérimaires etc.) s'engagent à respecter la réglementation en vigueur. Voir la liste des textes applicables en Annexe 1.

Article 4 : Organisation du chantier

Les plans délimitant les différentes zones et précisant les modalités d'organisation sont joints au dossier de consultation.

Article 4.1 : Propreté du chantier

Lors de la préparation du chantier, sont définies et délimitées les différentes zones du chantier :

- stationnements
- cantonnements
- aires de livraison et stockage des approvisionnements
- aires de fabrication ou livraison du béton
- aires de manœuvre des grues
- aires de tri et stockage des déchets

Des moyens sont mis à disposition pour assurer la propreté du chantier (bacs de rétention, bacs de décantation, protection par filets des bennes pour le tri des déchets ...)

Le nettoyage des cantonnements intérieurs et extérieurs, des accès et des zones de passage, ainsi que des zones de travail, est effectué régulièrement. Les modalités de nettoyage et la répartition des frais y afférent seront définis dans les annexes d'organisation du chantier et répartition des dépenses communes.

Le brûlage des déchets sur le chantier est interdit.

Article 4.2 : Stationnement des véhicules du personnel de chantier

Le stationnement des véhicules du personnel devra être réduit et optimisé afin de produire le moins de gêne ou nuisance dans les rues voisines ; une réflexion sur l'acheminement du personnel sur le chantier devra être menée par les entreprises.

Article 4.3 : Accès des véhicules de livraison

Les entreprises chargées des approvisionnements seront tenues informées de la démarche qualité environnementale du chantier. Un plan d'accès sera fourni.

Les approvisionnements seront planifiés sur la journée afin d'éviter les livraisons aux heures de pointe ou à des heures susceptibles de créer des nuisances au voisinage.

Des panneaux indiqueront l'itinéraire pour le chantier et les accès livraison.

Article 5 : Contrôle et suivi de la démarche

Un responsable chantier respectueux de l'environnement au sein de l'équipe des entreprises sera désigné au démarrage du chantier. Il devra être présent dès la préparation du chantier et assurer une permanence sur le chantier, jusqu'à la livraison.

Il diffusera l'information auprès des riverains de la zone ;

Il organisera l'accueil des entreprises et notamment :

- la diffusion d'une brochure d'information à chaque intervenant
- l'information et la sensibilisation du personnel des entreprises
- la signature de la charte chantier respectueux de l'environnement par tous les intervenants

- le contrôle des connaissances et de la bonne compréhension du SOGED par les personnels de chantier.
- Il effectuera le contrôle des engagements contenus dans la charte chantier respectueux de l'environnement :
- propreté du chantier
- exécution correcte des procédures de livraison
- non dépassement des niveaux sonores annoncés dans la charte
- contrôle de la qualité environnementale des matériaux et produits mis en œuvre
- exécution correcte du tri des déchets sur le chantier.

Il effectuera le suivi des filières de traitement et des quantités des déchets.

Il participera à l'évaluation des procédures de chantier respectueux de l'environnement à l'occasion de bilans mensuels.

Article 6 : Information des riverains du site

L'information des riverains du chantier est du ressort du maître d'ouvrage.

Par conséquent, des panneaux d'information seront apposés sur les zones de chantier à intervalle régulier.

Une information sera affichée en Mairie et dans le bulletin d'information publié par la Ville tous les mois.

Une information permanente sera affichée sur la démarche environnementale du chantier et l'organisation du tri des déchets.

Article 7 : Information du personnel de chantier

Une brochure d'information sera distribuée à toutes les personnes travaillant sur le chantier. Elle présente le chantier ainsi que les démarches environnementales et de sécurité.

Une réunion d'information sera organisée à l'arrivée de chaque nouvelle entreprise. Cette information devra être transmise à toutes les personnes travaillant sur le chantier.

La formation associée à la mise en œuvre d'actions de réduction des nuisances en conditionne largement l'efficacité. Chaque entreprise précisera ses modes opératoires pour assurer la sensibilisation et la formation de l'ensemble de son personnel.

Article 8 : Limitation des nuisances causées aux riverains

Article 8.1 : Niveau acoustique en limite de chantier

Le niveau acoustique maximum en limite de chantier (hors dispositifs sonores de sécurité) est de 85 dB(A).

Article 8.2 : Contrôle permanent du niveau acoustique

Le chantier se trouve très proche d'un environnement sensible, le contrôle des niveaux des bruits de chantier doit être permanent. Ce contrôle permanent sera réalisé par la mise en place de capteurs judicieusement placés autour du bâtiment, vérifiant en permanence que le niveau sonore ne dépasse pas le niveau réglementaire.

Article 8.3 : Limitation des émissions de poussières et de boue

Une piste de schistes ou équivalent sera construite si nécessaire pour les accès des véhicules de livraison, afin de limiter les salissures de boue à l'extérieur du chantier. En outre des installations de lavage des camions sont prévus jusqu'à la fin du gros œuvre.

La propreté des véhicules sera contrôlée avant leur départ du chantier. Des dispositifs de nettoyage seront prévus sur le site.

Le matériel de ponçage utilisé sera muni d'un aspirateur.

Le nettoyage de chantier se fera à l'aide d'un aspirateur.

Des arrosages réguliers du sol seront pratiqués afin d'éviter la production de poussières.

Des protections seront prévues contre les clôtures de chantier en treillis soudé pour éviter toutes projections sur les voiries avoisinantes.

Article 9 : Limitation des risques sur la santé du personnel

Article 9.1 : Niveaux sonores des outils et des engins

Un contrôle de conformité des bruits émis par les outils et engins sera effectué.

Les niveaux sonores (pression acoustique) des engins et outils utilisés sur le chantier (hors dispositifs sonores de sécurité) seront inférieurs ou égaux à 80 dB(A) à 10 m de l'engin ou de l'outil.

Article 9.2 : Risques sur la santé liés aux produits et matériaux

Pour tout produit ou technique faisant l'objet d'une fiche de données sécurité, celle-ci devra être fournie à l'arrivée sur le chantier et les prescriptions y figurant devront être respectées. Une copie de chaque fiche sera conservée dans un classeur spécifique sur le chantier.

Article 10 : Limitation des pollutions de proximité

Article 10.1 : Eaux de lavage

Des bacs de rétention seront mis en place pour récupérer les eaux de lavage des outils et bennes.

Des installations fixes de récupération des eaux de lavage des bennes à béton seront mises en place. Après une nuit de sédimentation, chaque matin, l'eau claire sera rejetée et le dépôt béton extrait des cuves de décantation jeté dans la benne à gravats inertes.

Article 11 : Gestion et collecte sélective des déchets

Article 11.1 : Limitation des volumes et quantités de déchets

La production de déchets à la source peut être réduite :

- par le choix de systèmes constructifs (composants préfabriqués, calepinage...) générateurs de moins de déchets.
- en préférant la production de béton hors du site.
- en privilégiant la préfabrication en usine des aciers.

Les gravats de béton peuvent être réduits par une bonne préparation du chantier, des plans de réservation et des réunions de synthèse qui évitent les repiquages au marteau-piqueur après coup.

Les déchets de polystyrène doivent être supprimés par la réalisation des boîtes de réservation en d'autres matériaux.

Les chutes de bois sont limitées par la généralisation de coffrages métalliques et par le retour aux fournisseurs des palettes de livraison.

Les emballages sont contrôlés et limités dans leur quantité dès la passation des marchés avec les fournisseurs.

Les pertes et les chutes seront réduites par une optimisation des modes de conditionnement.

Article 11.2 : Modalité de la collecte

Les modalités de collecte des déchets seront précisées lors de la préparation de chantier. Elles comporteront :

- La signalisation des bennes et points de stockage ; l'identification des bennes sera notamment assurée par des logotypes facilement identifiables par tous.

- des aires décentralisées de collecte à proximité immédiate de chaque zone de travail
- le transport depuis ces aires décentralisées jusqu'aux aires centrales de stockage
- 1 aire centrale de stockage comprenant :
 - benne ou emplacement matérialisé pour le bois
 - benne ou emplacement matérialisé pour métaux non ferreux et stockage du fer
 - benne ou conteneur pour le papier et le carton
 - benne pour les déchets industriels banals (DIB)
 - benne pour le plâtre
 - benne béton / ciment, maçonnerie brique
 - bag déchets industriels spéciaux solides
 - bag déchets industriels spéciaux liquides

L'organisation de la collecte, du tri complémentaire et de l'acheminement vers les filières de valorisation qui seront recherchées à l'échelle locale :

- bétons et gravats inertes : concassage, triage, calibrage
- déchets métalliques : ferrailleur
- bois : tri entre bois traités et non traités, recyclage des bois non traités
- déchets respectueux de l'environnement : compostage
- plastiques : tri et, selon le plastique, broyage et recyclage en matière première, incinération, décharge de classe I ou classe II
- peintures et vernis : tri et incinération ou décharge de classe I
- divers (classé en déchets industriels banals) : compactage et mise en décharge de classe II

Article 11.3 : Modalité de suivi des déchets

Les modalités de suivi des déchets seront précisées lors de la préparation de chantier. Elles comporteront notamment :

- au niveau des contrôles :
 - La fourniture des tickets de pesée des destinataires de tous les déchets.
 - La tenue d'un registre des déchets de chantier précisant la nature, volume et tonnage, date de transport, destruction, valorisation et coût.
 - La présentation des justificatifs de valorisation
 - Etablissement de bilans intermédiaires faisant paraître les écarts éventuels vis-à-vis des quantitatifs prévisionnels.

Annexe 1 : Liste des documents de référence

CHANTIER		Code du Travail relatif à la protection des travailleurs contre le bruit sur les chantiers.
CHANTIER	72-04-11	Arrêté du 11 avril 1972 relatif aux émissions sonores des matériels et engins de chantier.
CHANTIER	77-03-08	Décret n°77-254 du 8 mars 1977 relatif au déversement des huiles et lubrifiants neufs ou usagers dans les eaux superficielles, souterraines et de mer.
CHANTIER	79-11-21	Décret n°79-981 du 21 novembre 1979 concernant les détenteurs d'huiles minérales ou synthétiques usagées.
CHANTIER	92-07-13	Loi n°92-646 du 13 juillet 1992 (modifiant la loi n°75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux).
CHANTIER	92-12-31	Loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit.
CHANTIER	94-07-13	Décret n°94-609 du 13 juillet 1994 relatif aux déchets d'emballage dont les détenteurs ne sont pas les ménages.
CHANTIER	95-01-23	Décret d'application n°95-79 du 23 janvier 1995 concernant les objets bruyants et les dispositifs d'insonorisation.
CHANTIER	95-04-18	Code de la Santé Publique. Décret n°95-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits du voisinage.
CHANTIER	96-02-07	Décret n°96-98 du 7 février 1996 relatif à la protection des travailleurs contre les risques liés à l'inhalation de poussières d'amiante.
CHANTIER	97-05-12	Arrêtés du 12 mai 1997 fixant les dispositions communes applicables aux matériels et engins de chantier

Les travaux de démolition ne font l'objet d'aucun DTU ni de CCTG et aucun document de référence contractuelle ne peut être cité ici.

Par contre les conditions spéciales d'exécution des travaux devront répondre obligatoirement aux exigences suivantes.

En ce qui concerne la gestion des déchets :

- Loi n°75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.
- Décret du 19 août 1977 sur les déchets générateurs de nuisances.
- Arrêté du 4 janvier 1985 suivi des déchets.
- Loi n°88-1261 du 30 décembre 1988 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.
- Circulaire du 28 décembre 1990 et arrêtés préfectoraux sur Etudes déchets.
- Loi n° 92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux notion de déchets ultimes.
- Décret du 13 juillet 1994 relatif aux déchets d'emballages industriels
- Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.
- Arrêté du 18 décembre 1992 relatif aux décharges de classe 1
- Décret 98-679 du 30 juillet 1998
- Directive européenne du 16 juillet 1999
- Règlement des transports des matières dangereuses
- Règlement sanitaire départemental (type)
- L'élimination et la valorisation des déchets devront s'inscrire dans le cadre des schémas régional et départemental d'élimination des déchets.
- Bien que hors du champ d'application sur un chantier, le décret de 1^{er} mars 1993 relatif aux rejets de toutes natures des installations classées soumises à autorisation et la circulaire du 30 août 1985 relative aux installations de traitement des déchets sont inclus dans les textes de base à respecter comme instructions techniques.

En ce qui concerne les bruits de chantier:

Le niveau acoustique maximum en limite de chantier (hors dispositifs sonores de sécurité) est de 80 dB(A), ce qui correspond, pour différentes distances de source, à des niveaux de puissance sonore limite de source de :

distance à la source émettrice (m)	5	10	15	20	25
puissance sonore limite émise en dB(A)	100	106	109	112	114

La limitation des bruits de chantier devra être traitée par les entrepreneurs dans le strict respect de la législation et de la réglementation en vigueur à ce sujet.

RAPPEL ET RESUMÉ DES TEXTES ESSENTIELS

- Loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 :

Appelé "loi bruit", cette loi est relative à la lutte contre le bruit, prévoit dans son article 2 que tous les objets susceptibles de provoquer des nuisances sonores élevées doivent être insonorisés et homologués. Le décret d'application n° 95-79 du 23 janvier 1995, concernant les objets bruyants et les dispositifs d'insonorisation, renvoie à des arrêtés le soin de fixer, catégorie par catégorie de matériels, les niveaux limites admissibles et la mesure correspondante.

Les nouvelles dispositions concernent principalement les contrôles et surtout les sanctions, lesquelles sont notablement renforcées, car il est désormais possible de saisir les matériels non conformes. L'article 6 de la loi spécifie que les activités bruyantes, permanentes ou temporaires, peuvent faire l'objet de prescriptions générales en matière de bruits émis ou être soumises à autorisation si elles présentent des dangers ou sont susceptibles de provoquer des troubles aux personnes ou de porter atteinte à l'environnement.

L'arrêté du 10 mai 1995 relatif aux modalités de mesure des bruits de voisinage spécifie que les mesures des niveaux de bruits doivent être effectuées en niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A et sur une durée d'au moins 30 minutes, laquelle devant comprendre des périodes de présence du bruit particulier et du bruit résiduel seul.

Le Ministère de l'Environnement devait préparer un décret dans le cadre de la "loi bruit", ce décret devant encadrer la production de bruit sur les chantiers et fixer des limites réglementaires. Mais, compte tenu du contexte économique et politique, il a été décidé au niveau gouvernemental de surseoir à la publication de ce décret (sur la procédure d'autorisation en application de l'article 6 de la "loi bruit").

Cette décision concerne toutes les installations visées par la loi, en particulier les chantiers. Elle a, entre autres, pour conséquence de supprimer les études d'impact qui étaient associées au régime des autorisations.

L'orientation retenue actuellement serait la publication d'un texte général, ne faisant pas référence au régime d'autorisation, qui serait applicable aux matériels, aux installations de chantier, sans être spécifique à l'activité de construction.

Enfin, l'étiquetage des performances acoustiques des matériels de chantier homologués sera de nature à jouer un rôle actif dans la maîtrise des nuisances sonores.

- Réglementation européenne :

La réglementation européenne ne concerne que certaines catégories d'engins et se substitue pour celles-ci à la réglementation française. A terme et en fonction de l'élaboration de nouvelles directives, la réglementation européenne se substituera totalement à la réglementation nationale. Il existe ainsi aujourd'hui en France une procédure française d'homologation des engins et une procédure européenne, qui diffèrent sensiblement.

- Travaux exécutés dans des zones particulièrement sensibles :

Le règlement sanitaire départemental type (circulaire du 9 août 1978) indique dans son article 101.3

que "devront faire l'objet d'une autorisation et de dispositions réglementaires prises par l'autorité locale les travaux exécutés de jour et de nuit dans des zones particulièrement sensibles du fait de la proximité d'hôpitaux, d'établissements d'enseignement et de recherche, de crèches, de maternités, de maisons de convalescence et de retraite ou autres locaux similaires. Dans ce cas, pourront être désignés par l'autorité locale un emplacement particulièrement protégé pour les engins ou des dispositifs d'utilisation ou de protection visant à diminuer l'intensité du bruit qu'ils émettent ".

- Constat et répression des bruits de voisinage :

Applications de l'arrêté préfectoral et/ou de l'arrêté municipal (quand ils existent) et du décret 95-408 du 18 avril 1995 par les inspecteurs de salubrité, par la DDASS, par la gendarmerie et par les agents des collectivités territoriales et ceux définis dans l'article 21 de la "loi bruit".

Dans l'attente du décret spécifique, les dispositions de l'article R. 48-5 du Code de la Santé Publique sont applicables.

Le décret sur les procédures comportera un avis obligatoire du maire ; le préfet pourra y soumettre des activités mêmes non incluses dans la nomenclature.

- Norme NSS 31-010 :

Le décret n° 95-408 du 18 avril 1995 et son arrêté d'application du 10 mai 1995, relatifs au bruit de voisinage, mentionnent explicitement que la méthode de mesure est celle retenue par la norme NF S 31-010

-Infractions sur les chantiers :

La circulaire du 27 février 1996, relative à la lutte contre les bruits de voisinage, précise que les infractions des chantiers en la matière doivent être caractérisées par le dépassement de l'émergence prévue par l'article R. 48- 4 du Code de la Santé Publique (cela nécessite une mesure acoustique) et le non-respect des règles sur les conditions d'exercice fixées par les autorités compétentes.

Annexe 2 :

Le Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED)

Le SOGED constitue le document de référence à tous les intervenants (maîtres d'ouvrage, entreprises, maître d'œuvre,...) traitant spécifiquement de la gestion des déchets du chantier.

Au travers du **SOGED**, l'entreprise expose et s'engage sur :

- le tri sur le site des différents déchets de chantier,
- les méthodes qui seront employées pour ne pas mélanger les différents déchets (bennes, stockage, localisation sur le chantier des installations etc...),
- les centres de stockage et/ou centres de regroupement et/ou unités de recyclage vers lesquels seront acheminés les différents déchets, en fonction de leur typologie et en accord avec le gestionnaire devant les recevoir,
- l'information, en phase travaux, du maître d'œuvre et du coordinateur environnemental quant à la nature et à la constitution des déchets et aux conditions de dépôt envisagées sur le chantier,
- les modalités retenues pour assurer le contrôle, le suivi et la traçabilité,
- les moyens matériels et humains mis en œuvre pour assurer ces différents éléments de gestion des déchets.