



**GRAND
LAC**
COMMUNAUTÉ
D'AGGLOMÉRATION

COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION GRAND LAC

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal

Ex-Communauté d'Agglomération du Lac du Bourget

APPROBATION

Procédure Intégrée pour le logement Reconversion des anciens Thermes d'Aix-les-Bains

Analyse environnementale

- Réponse du maître d'ouvrage du projet à l'avis de la MRAE et annexes

Approbation 25 juillet 2023

REQUALIFICATION DES ANCIENS THERMES D'AIX-LES-BAINS

COMMUNE D'AIX-LES-BAINS (73)

MÉMOIRE EN RÉPONSE À L'AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE

Avis AE n°2022-ARA-AP-1387 du 27 septembre 2022

NOVEMBRE 2022



N°affaire : 228890001101

MÉMOIRE EN RÉPONSE À L'AVIS DE LA MISSION RÉGIONALE D'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE

La mission régionale d'autorité environnementale Auvergne Rhône-Alpes a été saisie le 30 juin 2022, par les autorités compétentes pour délivrer l'autorisation du projet, pour avis au titre de l'autorité environnementale.

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, les services de la préfecture de Savoie, au titre de ses attributions dans le domaine de l'environnement, et l'agence régionale de santé ont été consultés et ont transmis leurs contributions en dates respectivement du 8 août et 9 août 2022.

L'avis porte donc sur l'étude d'impact du projet, intégrant également l'évaluation environnementale de la mise en compatibilité du PLUi Grand Lac. La présente note a pour objectif de répondre point par point aux recommandations de cet avis de la MRAe sur l'étude d'impact du projet de requalification des anciens thermes d'Aix-les-Bains, et de la mise en compatibilité du PLUi Grand Lac.

Pour chaque point traité, il est rappelé en *bleu et en italique* les recommandations telles que formulées dans l'avis de la MRAe.

Le présent mémoire regroupe les éléments de réponse aux différentes recommandations formulées par l'autorité environnementale dans le cadre de son avis n°2022-ARA-AP-1387, délibéré le 27 septembre 2022.

1 RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'ÉTUDE D'IMPACT

L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude d'impact par une description de la gestion actuelle (réseaux, ouvrages, capacités, dysfonctionnements éventuels) des eaux pluviales au droit du site et au sein de son bassin versant.

Le projet prévoit une importante végétalisation de surfaces actuellement imperméabilisées.

Cette végétalisation concerne :

- Les toitures des deux futurs bâtiments de logements ;
- Une large partie des toitures des bâtiments réhabilités ;
- Les futures places publiques sous forme de massifs végétalisés intégrés aux futurs aménagements.

Le tamponnement et l'évapotranspiration qui se réaliseront sur ces surfaces végétalisées contribueront à réduire significativement les débits de pointe et volumes de ruissellement pluvial envoyés vers le réseau d'assainissement en aval du projet.

Cette végétalisation sera particulièrement efficace pour la gestion des pluies fréquentes. Elle permettra également de créer un effet de tamponnement sur les pluies moyennes en retardant le transfert vers le réseau d'assainissement. Pour les pluies exceptionnelles la rugosité des surfaces végétalisées créera également un effet retard sur le transfert vers le réseau même si cet effet sera moins conséquent compte tenu des volumes de pluie interceptés.

Par ailleurs, la mise en place d'une cuve de rétention de 300 m³ des eaux pluviales en vue de l'arrosage des balcons plantés permet de réduire d'autant les volumes envoyés vers le réseau d'assainissement.

Pour toutes les occurrences de pluie, le projet a une incidence positive sur le fonctionnement du réseau d'assainissement local en réduisant les volumes pluviaux et les débits de pointe transférés vers l'aval.

La réponse de la collectivité concernant le fonctionnement des réseaux d'assainissement aux abords de l'emprise projet et aval est fournie en annexe 1 du présent mémoire en réponse.

L'Autorité environnementale recommande pour la bonne information du public d'intégrer au dossier, en annexe à l'étude d'impact, les rapports d'expertise qui fondent l'état initial de l'environnement

Ces rapports sont joints en annexe de la présente note et sont détaillés ci-dessous :

- Annexe 2 : Reconversion des Anciens Thermes ; Notice de gestion des eaux pluviales ; pièce du permis de construire ; Alp'VRD Ingénierie ; 15 juillet 2021
- Annexe 3 : Note de calcul énergétique du 1^{er} juillet 2019 ; CENA Ingénierie
- Annexe 3 : Compléments estimatifs des besoins en énergie ; Actif ; janvier 2021
- Annexe 4 : Réhabilitation des bâtiments des anciens thermes nationaux d'AIX-LES-BAINS (73) ; Évaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermale ; Rapport Réf : CGHCCE213124 / RGHCCE09798-01 ; BURGEAP 28/01/22
- Annexe 5 : Volet circulation de l'étude d'impact du projet de réhabilitation des anciens Thermes Nationaux ; note technique ; Transitec ; décembre 2021

L'Autorité environnementale recommande de mieux justifier le dimensionnement en matière de places de stationnement créées en extension du parking de l'hôtel de ville (en incluant les éléments de dimensionnement relatifs à l'opération de création de la médiathèque), compte tenu de la situation hyper-centrale du site de projet lui conférant une excellente accessibilité depuis l'extérieur via les modes alternatifs, et de la sensibilité hydrogéologique identifiée.

Pour rappel (pages 296 et suivantes de l'étude d'impact), l'évolution du trafic attendue à l'horizon 2028-2030 évaluée par Transitec est basée sur :

- Les données INSEE et du PDU Grand Lac pour les générations de trafic,
- Une évolution tendancielle des parts modales conformes aux objectifs du PDU avec l'augmentation de la part des modes alternatifs à la voiture particulière,
- La prise en compte d'une hausse démographique conforme à celle observée entre 2012 et 2017,
- La prise en compte des projets urbains locaux envisagés,

L'ensemble de ces facteurs conduisent à une stabilisation du trafic attendue à l'horizon 2030, effet d'équilibre entre la hausse de la demande et le report modal.

L'analyse du projet de requalification des thermes sur le trafic et le stationnement a ensuite été réalisée à partir de deux méthodes de calcul de génération de trafic :

- Une méthode basée sur la **programmation** avec la prise en compte :
 - Des données de base : surfaces de plancher d'activités, nombre de logements, fréquentation cible ... ;
 - De l'estimation pour chaque type d'usage du futur site : logement, commerces et restaurant, bureaux, musée, médiathèque ;
 - Des données INSEE sur les caractéristiques socio-démographiques ;
 - Des ratios usuels : taux de présence simultanée au travail, taux de visiteurs ...

- De l'application de **ratios de mobilité** : nombre de déplacements/hab/j, nombre de déplacements générés par m² de commerces/restaurant, taux d'occupation voiture ... ,
- Une méthode par **l'offre en stationnement** prenant en compte :
 - Des données de base : offre en stationnement pour les logements, les bureaux et les autres typologies programmatiques ;
 - Logements et bureaux : estimation du taux d'utilisation des véhicules par les habitants (part des véhicules non utilisés chaque jour) ;
 - Visiteurs (commerces, médiathèque, musée, etc) : estimation du taux de rotation des places de stationnement sur la base de ratios usuels un taux de rotation pendulaire déterminé à dire d'expert à partir d'études antérieures.

Les deux approches donnent des résultats de trafic généré qui sont globalement cohérents.

Transitec conclue donc que :

- **L'offre de stationnement est cohérente avec les besoins comme en témoignent les deux approches convergentes d'estimation de la demande de trafic ;**
- **Ces estimations s'appuient sur la dynamique observée sur site et sur les ambitions du PDU avec une réduction à terme de 6 points de la part modale VP ;**
- **Le dimensionnement de l'offre s'appuie sur un foisonnement des usages entre les visiteurs des différents commerces et équipements actuels et futurs et sur une rationalisation de l'ouvrage existant ;**
- **Une étude quantitative plus détaillée pourrait permettre d'affiner ce dimensionnement.**

Cette étude qualitative permettrait d'affiner le dimensionnement des besoins en places de stationnement, mais l'étude trafic semble montrer que ce dernier est cohérent avec la future demande.

Concernant la médiathèque, ce projet ne fait pas l'objet du permis de construire déposé en mai 2022. Cette médiathèque remplacera l'actuelle bibliothèque située rue Lamartine, à 150m au nord des anciens thermes, qui ne dispose aujourd'hui d'aucun stationnement propre. Le site de la future médiathèque située à 500m du centre intermodal lui confère une position centrale accessible par le biais des cheminements doux au sein de la ville et des deux parkings publics existants à proximité. Compte tenu de la sensibilité hydrogéologique identifiée du site, il n'est pas prévu d'étendre ces parkings dont les capacités ne sont pas atteintes actuellement. Néanmoins, la commune pourra évaluer la suffisance des places de stationnement une fois les thermes requalifiés (hors médiathèque), et adapter, le cas échéant, l'offre en place de stationnement en cas de déficit. Dans ce cas, l'étude d'impact sera mise à jour afin d'intégrer des éventuelles modifications.

L'Autorité environnementale recommande de caractériser les adaptations de l'aménagement du parking en cas de forte sensibilité des eaux souterraines (découverte de conduit karstique ou de fissure ouverte dans les calcaires) et de détailler les scénarios possibles de ces adaptations.

Les éléments de réponse à ce point sont apportés par le bureau d'études BURGEAP et sont annexés au présent mémoire en réponse (annexe 6).

L'Autorité environnementale recommande de compléter le dossier en présentant le bilan besoins-ressources en eau potable à l'échelle du PLUi en intégrant les besoins liés au projet ainsi que l'articulation du calendrier des travaux d'assainissement du projet avec ceux prévus à l'échelle du PLUi pour traiter les problèmes de saturation hydraulique épisodique de la station d'épuration.

La réponse de la collectivité concernant ce point est apportée en annexes 7 et 8 du présent mémoire en réponse.

L'Autorité environnementale recommande de prendre en compte dans le résumé non technique les recommandations du présent avis.

Les compléments apportés dans le présent mémoire en réponse relèvent de précisions sur les impacts et mesures du projet et à ce titre ne modifient pas les éléments présentés dans le résumé non technique.

2 RECOMMANDATION CONCERNANT LA MISE EN COMPATIBILITÉ DU DOCUMENT D'URBANISME

L'Autorité environnementale recommande de préciser en quoi la règle relative au stationnement retenue satisfait aux besoins du projet de réhabilitation des thermes.

Le lecteur pourra se reporter à la réponse à la 3^e recommandation émise par la MRAe sur l'étude d'impact pour la réponse concernant les stationnements.

ANNEXES

Annexe 1 : Fonctionnement des réseaux d'eaux pluviales

Annexe 2 : Notice de gestion des eaux pluviales

Annexe 3 : Note de calcul énergétique et compléments d'estimation des besoins en énergie

Annexe 4 : Évaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermique

Annexe 5 : Volet circulation de l'étude d'impact

Annexe 6 : Évaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermique – note complémentaire suite à l'avis de l'Autorité Environnementale (BURGEAP)

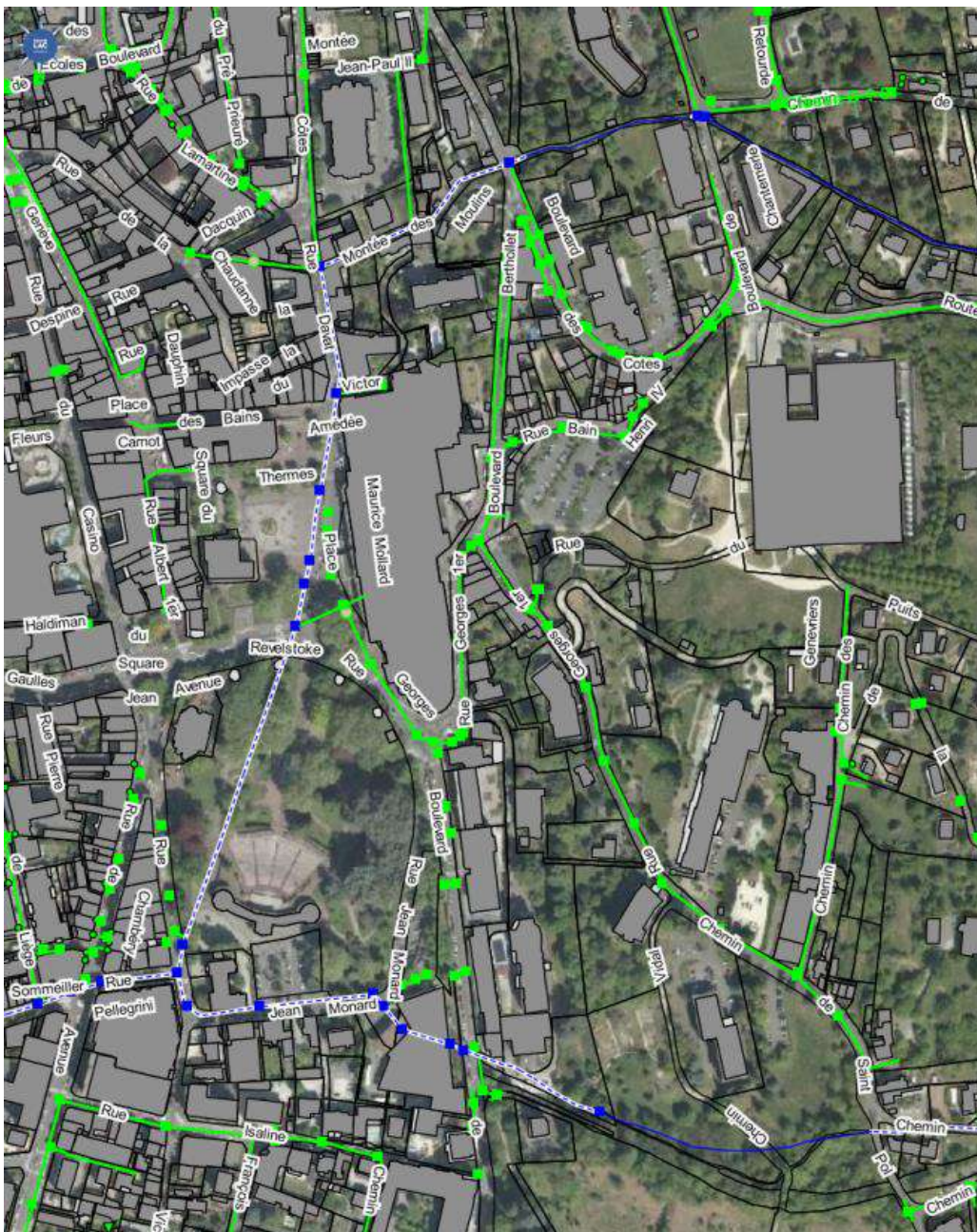
Annexe 7 : Bilan besoins / ressources en eau potable

Annexe 8 : Fonctionnement des réseaux d'assainissement

Annexe 1 : fonctionnement des réseaux d'eaux pluviales

1 SYSTEME HYDROGRAPHIQUE ET PLUVIAL

Plan de situation du projet :



Le projet est situé entre 2 cours d'eau, le ruisseau de la Chaudanne au nord à ciel ouvert puis canalisé à partir du boulevard des Cotes et le ruisseau des Gachets au sud, à ciel ouvert puis canalisé à partir du boulevard de la Roche du Roi (à noter que la compétence Gemapi a été déléguée par Grand Lac au CISALB).

En amont du projet (Est) des collecteurs d'eaux pluviales permettent de canaliser les eaux de ruissellement des voiries et des toitures des immeubles jusqu'au ruisseau de la Chaudanne.

Le linéaire de canalisations d'eaux pluviales générant un transit d'effluent au droit du projet reste très limité, seuls les eaux pluviales issues des rues Berthollet, Bains Henri IV et Georges Ier (jusqu'au chemin de la Grimotière) étant collectées et transitées sous la rue Georges Ier jusqu'au ruisseau de la Chaudanne.

Le diamètre de ces canalisations varie entre 200 mm et 1000 mm.

A ce jour aucun dysfonctionnement n'a été constaté sur ces ouvrages depuis la prise de compétence par Grand Lac au 1^{er} janvier 2016.

A noter que la réalisation du bassin d'orage du Cambo et l'agrandissement de celui du Combaruches permettent d'améliorer l'écrêtement des crues sur le ruisseau de la Chaudanne

2 CONCLUSION POUR LES EAUX PLUVIALES

L'historique sur les ouvrages formant le système de collecte des eaux pluviales issues du bassin versant amont du projet n'a pas mis en évidence de dysfonctionnements particulier.

Au regard de la topographie du secteur, le projet devra néanmoins intégrer le risque ruissellement notamment sur la façade Est des anciens thermes en ne créant pas d'accès directe à la voirie pouvant conduire à un risque de modification des axes de ruissellement de la voirie en direction de l'intérieur des bâtiments.

Architecte du patrimoine



ARCHIPAT
04.37.24.71.50
patriceregnard@archipat.fr

Architecte

VINCENT CALLEBAUT
01.43.43.08.56

B.E.T. Structure BA



STEBAT
04.79.10.42.15.
anthony.maitre@groupe-stebat.fr

Contrôleur technique



BUREAU
VERITAS

VERITAS
04.79.33.08.80.
denis.fontanille@fr.bureauveritas.com

B.E.T Fluide



ACTIF
04.79.60.53.82
jocelyne.messori@actif-enr.com

Maître de l'Ouvrage



SCCV de Réhabilitation des
Anciens Thermes d'Aix-Les-Bains

ajasseron@sas73.fr
t.diouloufet@bouygues-immobilier.com

Projet

Reconversion des Anciens Thermes
Place Maurice MOLARD
73100 - AIX-LES-BAINS

NOTICE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

PC	PRO	DCE	ACT	DET	VISA	EXE	DOE
----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----

Date	Indice	Objet de la modification
15/07/2021	A	1ère diffusion

PIECE	-	Dossier : 18-18	Echelle : Sans objet	A	INDICE
		Suivi par : FGA / MMP			
		Vérifié par : Christophe G. / Fabien B.			
		Ce document reste entièrement la propriété intellectuelle d'ALPVRD Ingénierie			

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES 1

1. SITUATION ET PRESENTATION DU PROJET..... 2

2. GESTION ACTUELLE DES EAUX PLUVIALES 3

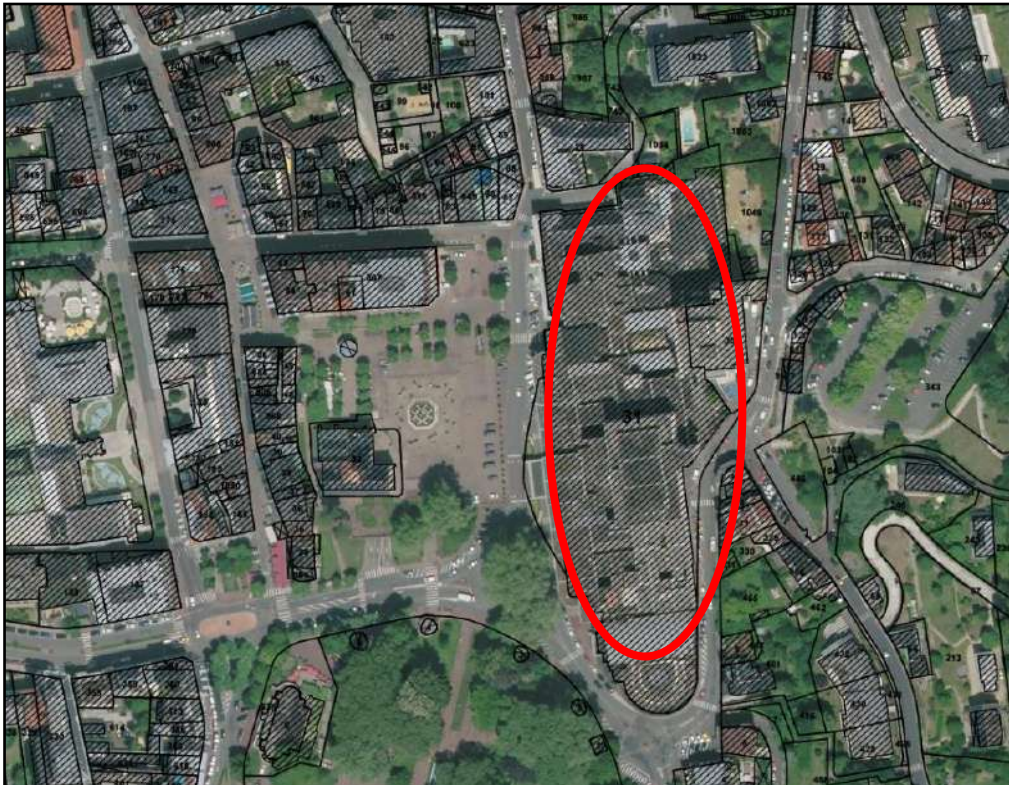
3. GESTION FUTURE DES EAUX PLUVIALES 4

1. SITUATION ET PRESENTATION DU PROJET

Situation et contexte :

Le projet se situe au niveau des anciens thermes d'Aix-Les-Bains. Actuellement, le terrain est constitué de voiries, parkings, places piétonnes, cheminements piétons et autres aménagements urbains.

Vue aérienne du tènement



Source : Géoportail



2. GESTION ACTUELLE DES EAUX PLUVIALES

📍 *Gestionnaire* : GRAND LAC - SAUR

Actuellement l'ensemble des réseaux d'eaux pluviales sont collectés et rejetés aux différents réseaux existants.

Le site est totalement imperméabilisé. Le coefficient de ruissèlement est de 0.90.

Le plan ci-dessous permet de localiser les différentes surfaces étanchées / imperméabilisées ou vertes actuelle.



Département de la SAVOIE - Commune de AIX-LES-BAINS
 SCCV de Réhabilitation des
 Anciens Thermes d'Aix-Les-Bains

PLAN DES SURFACES EXISTANTES



475, Route des Vernes - PRINGY
 74370 - ANNECY
 Tel : 04 57 41 90 07 / Fax : 04 57 41 90 10

Date
16/06/2021
 Echelle
1/500
 Pièce
-

3. GESTION FUTURE DES EAUX PLUVIALES

👉 *Gestionnaire* : GRAND LAC - SAUR

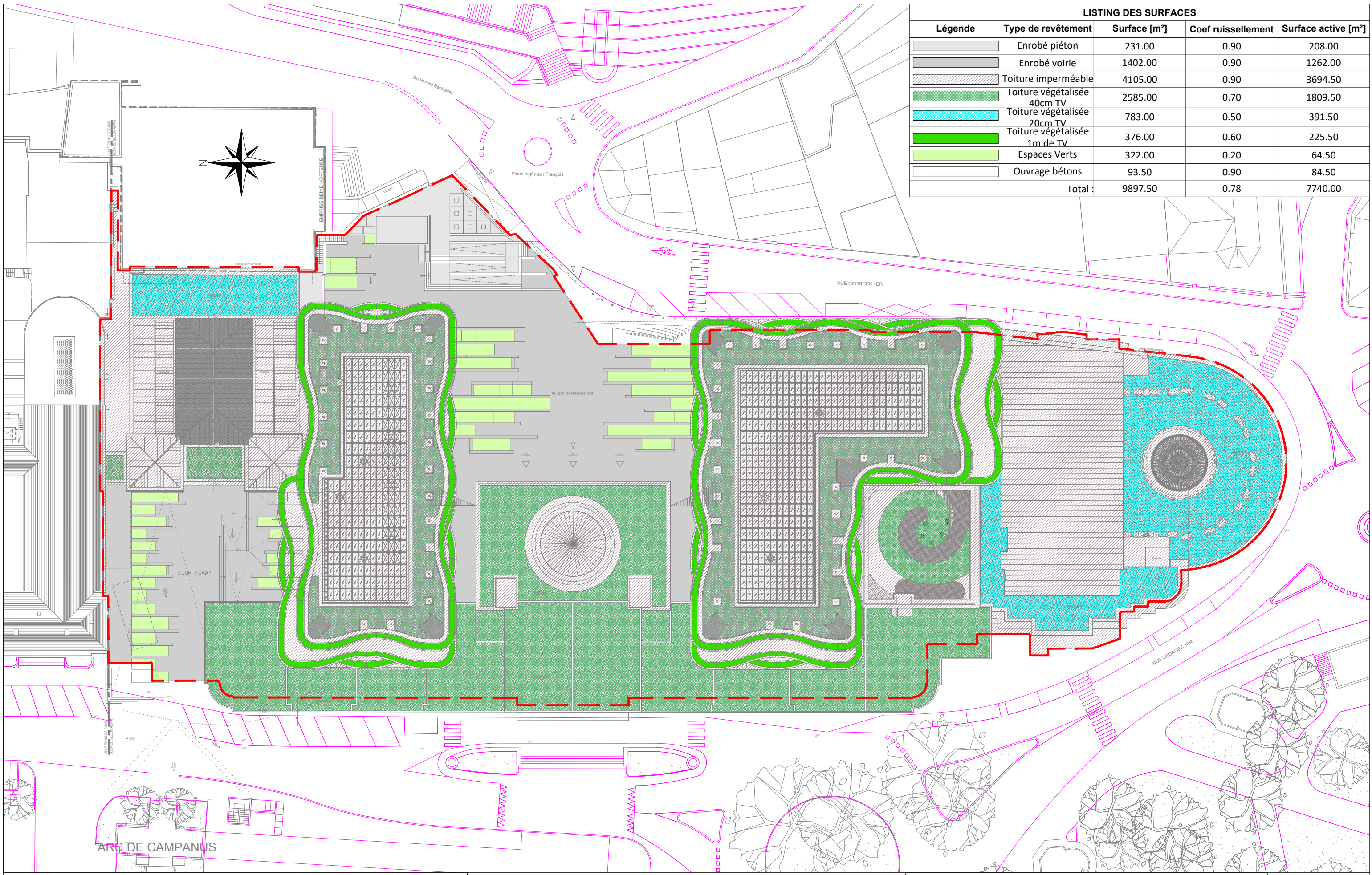
Le projet prévoit une modification importante des bâtiments. Dans le cadre des travaux, de nombreuses zones végétales d'épaisseur plus ou moins importantes seront créés. Le plan ci-dessous permet de localiser les différentes surfaces.

Le nouveau coefficient de ruissèlement sera de 0.78. On peut donc dire que le projet prévoit une amélioration de l'imperméabilisation des sols (il y aura davantage de zones végétales).

En accord avec GRAND LAC, le projet ne prévoit donc pas de rétention mais un rejet direct au réseau.

Evidement, les principes habituels seront respectés :

- Deux réseaux distincts (eaux usées / eaux pluviales) ;
- Le plan des réseaux DCE sera transmis au concessionnaire pour validation ;
- Un plan de récolement sera transmis au concessionnaire en fin de chantier ;



LISTING DES SURFACES				
Légende	Type de revêtement	Surface [m ²]	Coef ruissellement	Surface active [m ²]
[Pattern]	Enrobé piéton	231.00	0.90	208.00
[Pattern]	Enrobé voirie	1402.00	0.90	1262.00
[Pattern]	Toiture imperméable	4105.00	0.90	3694.50
[Pattern]	Toiture végétalisée 40cm TV	2585.00	0.70	1809.50
[Pattern]	Toiture végétalisée 20cm TV	783.00	0.50	391.50
[Pattern]	Toiture végétalisée 1m de TV	376.00	0.60	225.50
[Pattern]	Espaces Verts	322.00	0.20	64.50
[Pattern]	Ouvrage bétons	93.50	0.90	84.50
Total :		9897.50	0.78	7740.00

Département de la SAVOIE - Commune de AIX-LES-BAINS
 SCCV de Réhabilitation des
 Anciens Thermes d'Aix-Les-Bains

PLAN DES SURFACES PROJET



475, Route des Vernes - PRINGY
 74370 - ANNECY
 Tel : 04 57 41 90 07 / Fax : 04 57 41 90 10

Date	16/06/2021
Echelle	1/500
Pièce	-

A Annecy,

ALP'VRD Ingénierie



ANCIENS THERMES D'AIX LES BAINS
TABLEAU RÉCAPITULATIF / ESTIMATIF DES BESOINS - ÉTAT PROJETÉ
 Base plans ARCHIPAT du 23 novembre 2020

PROJET	ZONE	NIVEAU	Nombre de lots	SURFACES (m ²)	HAUTEUR SOUS DALLE (m)	VOLUME (m ³)	TEMP. INT. HIVER (°C)	BESOINS "BATIMENT"		TOTAL BESOINS AVEC VENTILATION		ETAT ACTUEL
								CHAUD (W)	FROID (W)	CHAUD (W)	FROID (W)	
COMMERCES SHOPPING :												
RDC-GS Grande surface	ZONE 1	RDC		1 490	4,0	5 962	19	155 003	178 849	177 806	197 092	PETRIAUX SUD
R+1-GS Grande Surface	ZONE 1	R+1		753	4,0	3 014	19	78 358	90 413	89 885	99 635	
R+2-GS Grande Surface Vest/bureaux	ZONE 1	R+2		185	3,0	554	19	14 402	22 157	15 814	23 287	
				2 428								
RDC-2	ZONE 2	RDC	3	181	4,0	725	19	18 848	18 123	20 234	19 232	PETRIAUX
RDC-3	ZONE 2		4	131	4,0	523	19	13 599	13 076	14 599	13 876	
RDC-4	ZONE 2		3	113	4,0	452	19	11 740	11 288	12 603	11 979	
RDC-5	ZONE 2		4	195	4,0	782	19	20 325	19 543	21 820	20 739	
RDC-6	ZONE 2		4	261	4,0	1 046	19	27 191	26 145	29 191	27 745	
RDC-1	ZONE 3		3	188	4,0	753	19	19 576	18 823	21 016	19 975	
RDC-7	ZONE 3		1	125	4,0	500	19	13 006	12 506	13 963	13 271	
E1-1	ZONE 2	R+1	3	222	4,0	888	19	23 076	22 188	24 773	23 546	PETRIAUX
E1-2	ZONE 2		2	131	4,0	523	19	13 594	13 071	14 594	13 871	
E1-3	ZONE 2		2	112	4,0	449	19	11 681	11 232	12 541	11 919	
E1-4	ZONE 2		3	194	4,0	777	19	20 193	19 416	21 678	20 604	
E1-5	ZONE 2		1	212	4,0	848	16	19 843	12 720	20 816	13 585	
E1-6	ZONE 2		2	133	4,0	533	16	12 473	7 996	13 085	8 539	
E1-7	ZONE 2		3	195	4,0	780	22	22 305	23 396	25 586	25 783	
Circulation galerie :												
RDC-M1	ZONE 2	RDC		311	4,0	1 244	16	17 253	10 887	17 253	10 887	PETRIAUX
E1-M1	ZONE 2	R+1		653	4,0	2 613	16	36 229	22 861	36 229	22 861	
E1-M2	ZONE 2			213	4,0	852	16	11 814	7 455	11 814	7 455	
				3 572								
RESTAURANT 1	ZONE 3	RDC		68	4,0	273	19	7 100	6 827	9 015	8 359	PETRIAUX
RESTAURANT 2				107	4,0	427	19	11 099	10 672	14 092	13 067	
Restaurant (Galerie)				100	4,0	399	19	10 366	9 967	11 128	10 577	
				275								
OFFICE DU TOURISME :												
Accueil du public	ZONE 5	RDC		19	4,0	76	19	1 973	1 518	2 094	1 614	REVEL
Sanitaire				39	4,0	155	19	4 024	1 354	4 024	1 354	
Circulation verticale				18	4,0	72	16	1 685	630	1 685	630	
Circulation				260	4,0	1 039	16	24 317	9 093	24 317	9 093	
Bureaux				161	4,0	646	19	16 793	5 651	17 822	6 475	
Boutique				20	4,0	79	19	2 064	1 191	2 216	1 312	
Exposition				39	4,0	156	19	4 061	3 124	4 460	3 443	
				556								
CIAP :												
Accueil	ZONE 10	R+1		28	4,0	111	19	2 888	1 666	3 242	1 949	REVEL
Sanitaire				27	4,0	106	19	2 757	928	2 757	928	
Exposition Permanente				161	4,0	646	19	16 789	12 914	18 435	14 232	
Exposition Temporaire				141	4,0	564	19	14 661	11 278	16 099	12 428	
Circulation verticale horizontale				27	4,0	106	16	2 481	928	2 481	928	
LT				16	4,0	65	16	1 527	571	1 527	571	
Circulation				158	4,0	632	16	14 787	5 529	14 787	5 529	

ANCIENS THERMES D'AIX LES BAINS
TABLEAU RÉCAPITULATIF / ESTIMATIF DES BESOINS - ÉTAT PROJETÉ
 Base plans ARCHIPAT du 23 novembre 2020

PROJET	ZONE	NIVEAU	Nombre de lots	SURFACES (m ²)	HAUTEUR SOUS DALLE (m)	VOLUME (m ³)	TEMP. INT. HIVER (°C)	BESOINS "BATIMENT"		TOTAL BESOINS AVEC VENTILATION		ETAT ACTUEL
								CHAUD (W)	FROID (W)	CHAUD (W)	FROID (W)	
CIAP a définir	ZONE 11	R+1 haut		113	4,0	453	19	11 782	6 797	12 504	7 375	REVEL
Exposition	ZONE 5	R+2		107	3,3	350	19	9 098	6 401	9 778	6 945	REVEL
Informatique				47	4,6	216	19	5 608	2 813	5 907	3 053	
Documentation				45	3,3	148	19	3 842	2 703	4 301	3 071	
Bureaux				106	4,0	425	19	11 038	3 715	11 714	4 256	
Sanitaire				27	4,0	106	19	2 757	928	2 757	928	
LT				7	4,0	27	16	622	232	622	232	
Circulation horizontale				57	4,0	228	16	5 327	1 992	5 327	1 992	
							1 066					
Musée lapidaire	ZONE 10	R+1		210	6,9	1 449	19	37 674	12 600	39 816	14 314	PETRIAUX
Sanitaire				12	4,0	48	19	1 248	420	1 248	420	
Musée lapidaire	ZONE 10	R+1 haut		394	4,5	1 774	19	46 128	23 656	50 150	26 873	
Local technique Musée	ZONE 6	R+2		377	2,5	943	16	22 067	13 203	22 067	13 203	
				993								

ANCIENS THERMES D'AIX LES BAINS
TABLEAU RÉCAPITULATIF / ESTIMATIF DES BESOINS - ÉTAT PROJETÉ
 Base plans ARCHIPAT du 23 novembre 2020

PROJET	ZONE	NIVEAU	Nombre de lots	SURFACES (m ²)	HAUTEUR SOUS DALLE (m)	VOLUME (m ³)	TEMP. INT. HIVER (°C)	BESOINS "BATIMENT"		TOTAL BESOINS AVEC VENTILATION		ETAT ACTUEL	
								CHAUD (W)	FROID (W)	CHAUD (W)	FROID (W)		
BUREAUX :													
E1-B1	ZONE 4	R+1	3	222	4,0	889	19	23 112	7 778	24 529	8 911	PETRIAUX	
E1-B2			1	68	4,0	273	19	7 099	2 389	7 534	2 737		
E1-B3			1	78	4,0	313	19	8 139	2 739	8 638	3 138		
Sanitaire					27	3,0	81	16	1 905	950	1 905		950
E1-C1 Circulation bureaux						213	4,0	851	16	19 911	7 445		19 911
E2-B1	ZONE 6	R+2	1	69	2,7	187	19	4 868	2 427	5 310	2 781		
E2-B2			1	102	2,7	276	19	7 181	3 581	7 834	4 102		
E2-B3			1	73	2,7	198	19	5 146	2 566	5 613	2 939		
E2-B4			1	128	3,7	474	20	12 334	4 487	13 178	5 141		
Sanitaire					28	3,0	84	16	1 972	983	1 972		983
E2-C1 Circulation bureaux						50	2,7	136	16	3 189	1 767		3 189
E2-C2 Circulation bureaux				74	2,7	199	16	4 660	2 582	4 660	2 582		
E2-B5	ZONE 7		1	50	2,7	134	19	3 485	1 737	3 801	1 991		
E3-B1	ZONE 8	R+3	5	252	3,0	757	19	19 683	8 832	21 292	10 119		
E3-B2			4	211	3,0	634	19	16 494	7 401	17 842	8 480		
E3-B5			1	20	3,0	59	19	1 537	690	1 663	790		
E3-B4			3	131	3,0	394	19	10 249	4 599	11 087	5 269		
Sanitaire					24	3,0	71	16	1 671	833	1 671		833
E3-C1 Circulation bureaux						89	3,0	266	16	6 215	3 099		6 215
E3-B3	ZONE 9	R+3	8	433	2,8	1 211	19	31 488	15 139	34 246	17 344		
E3-B8			1	26	2,8	72	19	1 862	895	2 025	1 026		
E3-B9			1	66	2,8	184	19	4 792	2 304	5 212	2 640		
E3-B10			1	40	2,8	111	19	2 884	1 387	3 137	1 589		
Sanitaire					23	3,0	68	16	1 581	788	1 581	788	
E3-C2 Circulation bureaux				99	2,8	278	16	6 507	3 476	6 507	3 476		
RESERVES BUREAUX	ZONE 7	R+2		397	2,9	1 151						BATIMENT PETRIAUX	
CIRCULATIONS RESERVES BUREAUX				170	2,9	493							
				2 596									
KIOSQUE	ANNEXES	R+1		140	4,0	562	19	14 604	11 234	15 678	12 093	PETRIAUX	
				140									
PIECES REMARQUABLES	ANNEXES zone 2	RDC		52	4,0	209	19	5 441	3 139	5 775	3 406	PETRIAUX	
	ANNEXES zone 3			51	4,0	204	19	5 309	3 063	5 635	3 323		
	ANNEXES Ruines	R+1 haut		686	7,0	4 799	19						
	CIAP Zone 10	R+1		18	7,0	124	19	3 212	1 059	3 325	1 149	REVEL	
				789									
SANITAIRES	ZONE 3	RDC		86	5,0	432	16	10 106	3 023	10 106	3 023	PETRIAUX	
				86									
CIRCULATIONS COMMUNES	ATRIUM central	RDC		820	4,0	3 279	16	76 732	49 187	80 495	52 532	PETRIAUX	
	ZONE 1 ouest			32	4,0	129	16						
	ZONE 2 ouest			189	4,0	756	16						
	ZONE 3 est			94	4,0	375	16						
	ZONE 3 ouest NC			90	4,0	360	16						
	ZONE 3 ouest C			60	4,0	240	16	5 616	3 600	5 891	3 845		

ANCIENS THERMES D'AIX LES BAINS
TABLEAU RÉCAPITULATIF / ESTIMATIF DES BESOINS - ÉTAT PROJETÉ
 Base plans ARCHIPAT du 23 novembre 2020

PROJET	ZONE	NIVEAU	Nombre de lots	SURFACES (m ²)	HAUTEUR SOUS DALLE (m)	VOLUME (m ³)	TEMP. INT. HIVER (°C)	BESOINS "BATIMENT"		TOTAL BESOINS AVEC VENTILATION		ETAT ACTUEL
								CHAUD (W)	FROID (W)	CHAUD (W)	FROID (W)	
	ATRIUM central	R+1		478	4,0	1 913	16	44 763	28 694	46 958	30 646	PETRIAUX
	ATRIUM central	R+2		530	2,9	1 536	16	35 949	31 785	37 712	33 352	
	ZONE 7 est			50	4,0	201	16					
	ATRIUM central	R+3		349	2,9	1 011	16	23 669	20 927	24 830	21 959	
				2 692								
POSTE DE SECURITE	ZONE 2	RDC		30	4,0	119	19	3 105	2 389	3 296	2 541	PETRIAUX
				30								

ANCIENS THERMES D'AIX LES BAINS
TABLEAU RÉCAPITULATIF / ESTIMATIF DES BESOINS - ÉTAT PROJETÉ
 Base plans ARCHIPAT du 23 novembre 2020

PROJET	ZONE	NIVEAU	Nombre de lots	SURFACES (m ²)	HAUTEUR SOUS DALLE (m)	VOLUME (m ³)	TEMP. INT. HIVER (°C)	BESOINS "BATIMENT"		TOTAL BESOINS AVEC VENTILATION		ETAT ACTUEL
								CHAUD (W)	FROID (W)	CHAUD (W)	FROID (W)	
ESPACE TECHNIQUE	Chaufferie / LT	R-1		380	3,0	1 140						PETRIAUX
	ZONE 2	R+1		9	4,0	34						
	ZONE 4			9	4,0	35						
	ZONE 6	R+2		111	2,7	301						
				135	2,7	365						
			8	2,7	22							
	ZONE 7			8	2,5	21						
				199								
ZONE 8	R+3		10	2,9	28							
ZONE 9			9	2,9	25							
				878								
PARKING THERMES	Parking	R-2		3 710	2,2	8 162						
	Parking	R-1		5 045	2,5	12 613						
				8 755								
TOTAL (Puiss.sans les caves ni ruines)				16 015				1 293 543	970 420	1 391 926	1 049 821	

BILAN DES BESOINS

PRODUCTIONS D'ENERGIE	LOGEMENTS	ANCIENS THERMES
		<p>Besoins Chauffage - Ventilation = 500 kW Besoins ECS = 600 kW Besoins total Cumulé = 800 kW (coef simultanéité ECS)</p>
<p>Source « Soufre » Débit maximum = 55 m³/h Température = 35°C T° mini de rejet = 15°C Puissance maximale disponible = 1 250 kW</p>	<p>→ 100 % des besoins de chauffage et d'ECS couverts par la source « Soufre », soit 800 kW Principe passif avec échangeur liaisonné avec la source Soufre + PAC en complément pour besoins d'eau « haute température »</p>	<p>→ 40 % des besoins de chauffage couverts par la source « Soufre », soit 550 kW aux températures les plus froides Principe passif avec échangeur liaisonné avec la source Soufre</p>
<p>Chaufferie Gaz Chaudières gaz à condensation installées en cascade Puissance = 2 x 460 kW PAC Air-Eau réversible THERMES Puissance Chaud= 550 kW PAC Air-Eau réversible Logements Puissance Chaud= 450 kW Puissance totale avec PAC mode chaud = 1 470 kW</p>		<p>→ 65 % des besoins de chauffage couverts par la Chaufferie gaz, soit 920 kW → 40 % des besoins de chauffage couverts par la PAC Air/Eau, soit 550 kW → 100 % des besoins de chauffage couverts par la cascade PAC/Chaudières, soit 1470 kW Une partie des besoins sont couverts par les PAC réversibles (Production Eau Glacée) lorsque les températures extérieures sont clémentes. En cas de températures extrêmes, la chaufferie gaz prend le relais.</p>
<p>Production Eau Glacée PAC Air-Eau réversible THERMES Puissance frigo = 430 kW Groupe Eau glacée Puissance frigo = 430 kW Puissance frigo avec PAC mode Froid = 860 kW</p>		<p>→ 0 à 85 % des besoins de rafraîchissement couverts par la Production d'eau Glacée, soit 860 kW La Production d'Eau Glacée sera capable d'assurer 85% des besoins de rafraîchissement en secours.</p>

REPARTITION DES CONSOMMATIONS CHAUFFAGE + FROID SUR ANNEE

Besoins	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	
Chauffage	198 061	171 481	139 129	91 398	63 375	24 454	15 948	20 163	42 263	86 272	142 812	190 239	1 185 594	kWh
Froid	0	0	0	720	4 500	27 363	59 046	43 744	8 641	180	0	0	144 194	kWh

REHABILITATION DES ANCIENS THERMES

Aix-Les-Bains (73)

Note EnR « Dossier CDAC » LOTS FLUIDES

DESCRIPTION DE L'OPERATION

Le projet global de Reconversion des Anciens Thermes Nationaux est constitué de plusieurs entités distinctes :

- La réhabilitation du bâtiment « Anciens Thermes Nationaux Existants », du RDC au R+3, traitée dans le présent document.
- La construction de 2 bâtiments de 219 Logements constituant la partie « neuve » du projet .
- La restructuration en parkings des 2 niveaux d'infrastructure du bâtiment « Anciens Thermes Nationaux Existants ».
- La restructuration et l'extension des 2 niveaux R-1 et R-2 du parking de l'Hôtel de Ville d'Aix les Bains pour liaisons avec le parking « Thermes » créé.

Nota : Des travaux préalables permettent la mise hors tension, la déconnexion des réseaux et la dépose des installations existantes dans les anciens Thermes, ainsi que la démolition des niveaux de superstructure « Tour Mabileau » (non abordée dans le présent document).

Au stade de l'APD, le projet est décomposé en 3 Etablissements Recevant du Public (ERP) :

- Zone Parking : ERP Type PS
- Zone Pétriaux « Sud » : ERP 2ième catégorie Type M (Commerces), N (Restauration), W (bureaux, locaux de travail)
- Zones Revel / Pétriaux « Nord » & « Central » : ERP 1ière catégorie Type M (Commerces), N (Restauration), Y (Musée), W (bureaux, locaux de travail)

SITUATION

Les Thermes Nationaux sont situés à AIX-LES BAINS (73100). Entrée Principale Place Maurice Mollard.

OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX & BESOINS

A. APPROCHE ENERGETIQUE

Notre approche énergétique a été réalisée en prenant compte des documents suivants :

- Le Diagnostic Patrimonial établi par ACHIPAT en Mars 2014, qui nous a permis d'intégrer les contraintes de préservation des parties dites de grand intérêt patrimonial.
- La thèse sur l'hydrologie et la géochimie des eaux thermales de la ville d'Aix les Bains, rédigée par Stéphanie GALLINO et publiée en Décembre 2007. Cette thèse nous a aidés à comprendre le fonctionnement des sources thermales et de leur évolution au cours du temps.
- La campagne de relevés et mesures des débits et températures des différentes sources exploitables au droit des Anciens Thermes, effectuée par la compagnie A.T.EAU, dont le rapport a été rédigé en avril 2015. Cette campagne de mesures nous a permis de vérifier les caractéristiques (débits et températures) des sources disponibles, et surtout de leur évolution au cours de l'année.
Le rapport initial intègre la série de mesures sur la période de novembre 2014 jusqu'à Avril 2015. Un rapport complémentaire est attendu pour la série de mesures sur la période d'Avril à novembre 2015.
- Le programme de reconversion des Anciens Thermes, qui définit de façon précise les entités créées dans lesquelles nous devons apporter le confort thermique des occupants.

B. OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

L'objectif de l'équipe de maîtrise d'œuvre est de conférer au projet une dimension environnementale globale en travaillant aussi bien sur l'enveloppe thermique du futur bâtiment de Logements, que sur la technologie des systèmes énergétiques mis en œuvre.

Une isolation intérieure des locaux rénovés sera mise en œuvre, dans la mesure des limites imposées par les contraintes patrimoniales et architecturales spécifiques au bâtiment des Anciens Thermes (Se référer au § D).

Les sources d'énergies naturelles (Source SOUFRE et cours d'eau CHAUDANNE) présentes au droit du site ont été étudiées pour leur utilisation dans le cadre de la réduction des recours aux énergies fossiles de l'opération (Se référer au § PRODUCTION D'ENERGIE).

Dans la même optique, Les équipements de production d'appoint tels que des chaudières gaz à condensation et pompes à chaleur, seront des équipements ultra performants à haut rendement énergétique.

Le principe de production d'énergie s'articule autour d'une boucle d'eau dite « tiède », qui permet la distribution d'énergie à chaque sous station terminale ou chaque entité présente dans les « Anciens Thermes ».

Cette boucle d'eau est très intéressante d'un point de vue énergétique, notamment lors des périodes de mi-saison, pendant lesquelles les différentes entités terminales fonctionnent simultanément en mode chaud pour certaines, et en mode froid pour d'autres.

Ainsi, les calories rejetées dans la boucle d'eau par les entités produisant du froid, seront récupérées par les entités produisant de la chaleur. Dans ce cas, la boucle d'eau s'équilibre, et aucune énergie supplémentaire n'est nécessaire.

Toutes les ventilations des différents locaux seront de type « double flux à récupération d'énergie » afin de valoriser au maximum les sources d'énergies « gratuites » et de minimiser en conséquence les besoins énergétiques.

Tous ces éléments nous permettent d'affirmer qu'au-delà du simple cadre de la réglementation thermique, le projet s'inscrit dans une vraie démarche de performance énergétique globale, lui donnant une dimension environnementale de grande qualité.

C. BESOINS

Dans le cadre de nos études énergétiques, nous avons réalisé une analyse comparative pointue des besoins des futurs bâtiments ainsi que des puissances exploitables via les sources d'énergie naturelles. Cela nous a permis de dimensionner les différents systèmes de production d'énergie envisagés.

- **BESOINS CHAUD** **1 400 kW**
- **BESOINS FROID** **1 050 kW**

NOTA : Les besoins et puissances établis ont été calculés sur la base des dimensionnements réalisés en phase APD. Les puissances des systèmes de production d'énergie prévus à ce stade du projet seront à valider à l'avancement du projet.

D. REGLEMENTATION THERMIQUE

Les travaux de rénovation seront soumis aux exigences de la Réglementation Thermique (RT dite « existant par élément ») définies par l'arrêté du 3 mai 2007, notamment l'Art. 3 pour les valeurs minimales à respecter.

Des éléments constructifs peuvent ne pas rentrer dans le champ d'application tel que le spécifie le § f du décret du 19/03/2007.

Extrait : si l'aspect après intervention « aurait pour effet de modifier leur caractère ou leur apparence de manière inacceptable », la décision de ne pas isoler certain élément restant la responsabilité du donneur d'ordre.

L'amélioration thermique du bâti reste essentielle et est justifiée par les raisons suivantes :

- Eviter l'inconfort ressenti par l'effet de paroi froide
- Détérioration des revêtements, dont les parois seraient soumises au risque de condensation
- Réduction des besoins « Chauffage » / « Rafraichissement » pour l'optimisation des puissances qui a été intégrée pour réduire la puissance des générateurs, chaufferie et aéroréfrigérants

Ce dernier point ayant été anticipé et intégré en phase APD, il est impératif d'améliorer un maximum d'éléments constructifs.

UTILISATION DES EnR & REDUCTION DES BESOINS ENERGETIQUES

CHAUFFAGE / RAFRAICHISSEMENT – TRAITEMENT DE L’AIR

➤ Conception Production d’énergie

La disparité des besoins en fonction des locaux nous a amené à concevoir une installation où la récupération d’énergie et le transfert de chaleur « gratuite » sont optimisés afin de limiter au maximum le recours à une énergie « fossile » de type Electrique et/ou gaz.

Il a donc été décidé de mettre en œuvre un système de « boucle tempérée » entre les différents locaux. En effet, les postes les plus consommateurs d’énergie : Chauffage – Rafraîchissement - Ventilation recourent à une production finement maitrisée par le biais de transferts d’énergie... véritables apports gratuits en termes de sources énergétiques.

Cette boucle d’eau permettra de couvrir une partie des besoins de chaleur des différentes entités de l’ensemble immobilier par le biais :

- ➔ De l’utilisation de la source « SOUFRE » en priorité
- ➔ D’une Pompe à Chaleur Air/Eau (PAC) à condensation à air, réversible et Inverter, à récupération d’énergie sur le primaire (Production)
- ➔ Des PAC « Eau »/« Eau » ou « eau / Fluide frigorigène » sur le secondaire (Terminales) installées dans les locaux techniques et/ou les différentes entités

Par grands froids il a été retenu pour l’appoint de production de chaleur la solution énergie Gaz.

De même, cette même boucle permettra de couvrir les besoins en rafraichissement des locaux par le biais :

- ➔ D’une Pompe à Chaleur Air/Eau (PAC) à condensation à air, réversible et Inverter, à récupération d’énergie sur le primaire (Production)
- ➔ D’un groupe froid à condensation à air, Inverter, à récupération d’énergie sur le primaire (Production)
- ➔ Des PAC « Eau »/« Eau » ou « eau / Fluide frigorigène » sur le secondaire (Terminales) installées dans les locaux techniques et/ou les différentes entités

Le surplus de chaleur non utilisé sera évacué par des aéroréfrigérants installés en toiture.

Le fondement de nos études réside dans une réduction à minima des recours aux énergies fossiles.

➤ Choix des énergies renouvelables utilisables

Cours d'Eau CHAUDANE

Le cours d'eau Chaudanne est une source d'énergie très variable.

Le débit et la température du cours d'eau varie beaucoup dans le temps (variations sur l'année, variations diurnes / nocturnes, ...) :

LA CHAUDANNE				
Période		Température	Débit	Commentaires
Nov. 2014 à Avril 2015	mini	5,0 °C	296,71 m3/h	<p>La température est stable et froide. L'impact de la pluie n'est pas flagrant sur la température. On observe un cycle de température diurne-nocturne (température plus faible la nuit et plus élevée le jour)</p> <p>Le débit est fortement influencé par la météorologie et en particulier par la pluie.</p>
	moyen	8,3 °C	721,80 m3/h	
	maxi	13,5 °C	3 967,71 m3/h	
20 Avril 2015 au 03 Juin 2015	mini	8,8 °C	307,56 m3/h	
	moyen	12,0 °C	503,59 m3/h	
	maxi	15,3 °C	515,19 m3/h	
04 Juin au 06 Juillet 2015	mini	12,5 °C	237,00 m3/h	
	moyen	15,2 °C	391,50 m3/h	
	maxi	20,3 °C	3 849,10 m3/h	
06 Juillet au 28 Juillet 2015	mini	14,5 °C	192,60 m3/h	
	moyen	18,2 °C	270,80 m3/h	
	maxi	26,0 °C	3 967,40 m3/h	

C'est en période estivale (Juillet/Août), lorsque les besoins en froid sont les plus élevés, que le débit du cours d'eau est le plus faible (environ 270 m3/h).

Compte tenu du delta de température qui pourrait être autorisé (1,5°C max) et du débit restant à prélever, la puissance disponible serait de l'ordre de 380 kW. Pour rappel les besoins de froid du bâtiment sont de 1 050 kW.

La Chaudanne pourrait donc couvrir 35% des besoins de froid des locaux, dans le meilleur des cas.

Cela implique qu'il devra être prévu des installations complémentaires afin d'atteindre la puissance de production de froid nécessaire pour répondre aux besoins des Thermes.

En conclusion, il apparaît que l'investissement conséquent nécessaire pour l'exploitation de ce cours d'eau (dévoisement d'un cours d'eau, création d'un bassin de rétention, rejet dans le cours d'eau, ...) s'avère difficilement amortissable.

A cela s'ajoute de nombreuses contraintes techniques restant à être résolues pour vérifier la faisabilité de l'exploitation (création du bassin de rétention, principe de pompage sur cours d'eau à débit variable, ...), ainsi que des incertitudes concernant les démarches administratives (dossier à monter pour prouver que le projet ne va pas impacter l'écosystème, ...) et leurs aboutissements.

Pour ces différentes raisons l'utilisation de ce cours d'eau n'est pas envisagée comme source d'énergie.

Source SOUFRE

La source Soufre, dont la puissance exploitable est de l'ordre de 1 250 kW. Elle permettra d'assurer 100% des besoins de chauffage et de ventilation des logements, ainsi qu'une majeure partie des besoins en chauffage de la boucle d'eau allouée aux Anciens Thermes.

SOURCE SOUFRE				
Période		Température	Débit	Commentaires
Nov. 2014 à Avril 2015	mini	32,6 °C	47,84 m3/h	La température de la source est très stable et chaude. Le débit de la source est stable. Les pics de pluviométrie font ponctuellement augmenter le débit et baisser la température de la source.
	moyen	34,8 °C	52,77 m3/h	
	maxi	34,8 °C	60,71 m3/h	
20 Avril 2015 au 03 Juin 2015	mini	29,0 °C	47,42 m3/h	
	moyen	34,4 °C	48,73 m3/h	
	maxi	35,3 °C	51,23 m3/h	
04 Juin au 6 Juillet 2015	mini	29,8 °C	46,96 m3/h	
	moyen	35,4 °C	47,96 m3/h	
	maxi	35,8 °C	54,20 m3/h	
07 Juillet au 28 Juillet 2015	mini	30,5 °C	47,01 m3/h	
	moyen	35,5 °C	48,08 m3/h	
	maxi	35,8 °C	55,41 m3/h	

Objectifs environnementaux

Le recours prioritaire à la source « SOUFRE » permet d'avoir une énergie « gratuite » la majeure partie du temps.

Lorsque cela ne suffit pas, le recours à une Pompe à Chaleur (PAC) à condensation à air, réversible et Inverter, à récupération d'énergie pour le chauffage et le rafraîchissement des locaux, couplée en appoint ponctuel, à des chaudières gaz à condensation « haut rendement », confère au site une performance énergétique élevée.

Cependant, afin de limiter au maximum le recours à cette énergie « fossile » et de privilégier le transfert d'énergie, il a été décidé de mettre en œuvre un système de « boucle tempérée » entre les différents locaux,

Il est à noter que les postes les plus énergivores recourent à une production finement maîtrisée par le biais de transferts d'énergie... véritables Apports gratuits en termes de sources énergétiques :

- ➔ Chauffage rafraîchissement : via la boucle tempérée permettant les transferts de chaleur entre les locaux
- ➔ Ventilation double flux : via la récupération de calories sur l'air extrait pour préchauffage de l'air neuf extérieur

Ce principe conceptuel de « boucle d'eau hydraulique » permet donc aux Thermes des transferts énergétiques entre les volumes : Quand des volumes sont rafraichis, les calories rejetées sont mises au bénéfice du chauffage des autres volumes en demande de « chauffage » et non de « rafraîchissement », et vice et versa.

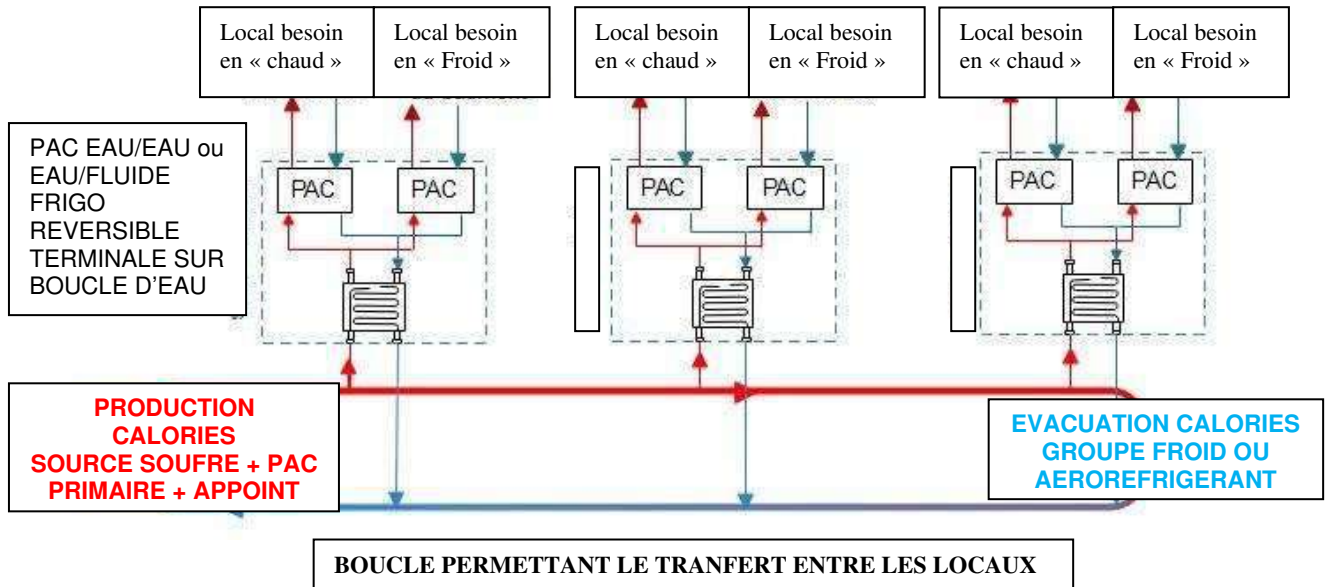
Autant de calories et de frigories qui par le jeu de transfert d'énergie permettent une maîtrise et une gestion de consommations de différents volumes « chauffés » et/ou « rafraîchis » qui cohabitent, avec, in fine, une approche énergétique pointue et plus respectueuse de l'environnement.

Les puissances mises en œuvre ont été optimisées aussi bien pour le chauffage et que pour le rafraichissement, dans un but de limiter les impacts environnementaux.

Les gaines techniques sont isolées, et l'ensemble des réseaux reçoivent une isolation renforcée.

➤ **Production d'énergie ANCIENS THERMES**

Une boucle d'eau tempérée sera donc mise en œuvre sur l'opération.



Rappel :

Le principe d'une boucle tempérée est de capter les calories des locaux en demande de « froid » afin de les réinjecter dans les locaux en demande de « chaud », et donc de récupérer de l'énergie « gratuite ».

Cette récupération d'énergie se fait par l'intermédiaire de PAC eau/eau raccordée sur cette boucle tempérée.

En produisant du chaud ou du froid à partir de ces calories récupérées, les PAC renvoient dans la boucle d'eau des calories à un degré de température inverse. Ces calories seront alors stockées dans la boucle d'eau puis seront mobilisées pour un usage spécifique via une autre pompe à chaleur dans un point de livraison raccordé à la boucle d'eau tempérée.

Le stockage d'énergie se fait par un ensemble de ballons tampons installés dans le local technique dédié à la production d'énergie au R-1.

Lorsque la demande de chaud est supérieure à la capacité de la boucle, les calories nécessaires sont prélevées dans la source « Soufre » via un échangeur en priorité.

Si la demande dépasse la capacité de cet échangeur, l'appoint se fera prioritairement par la PAC primaire puis par les chaudières gaz.

De même, lorsque les calories sont en excès dans la boucle, la PAC passera en mode « froid », avec en appoint un groupe froid eau/eau, associés à des aéroréfrigérants permettant de rejeter le surplus d'énergie vers l'extérieur

La production de chauffage et de rafraîchissement des locaux est gérée via plusieurs pompes à chaleur Eau / Eau ou Eau / fluide frigorigène selon configuration, fonctionnant simultanément en chaud et en froid.

En vue de limiter les dépenses énergétiques de l'ensemble immobilier, le BET ACTIF intègre une réflexion poussée sur un système de boucle d'eau tempérée, couplée à un volume d'eau tampon, qui permettrait de récupérer les calories prélevées lors du fonctionnement du rafraîchissement (dans certains locaux) afin de transiter cette énergie vers des pièces en demande de chauffage.

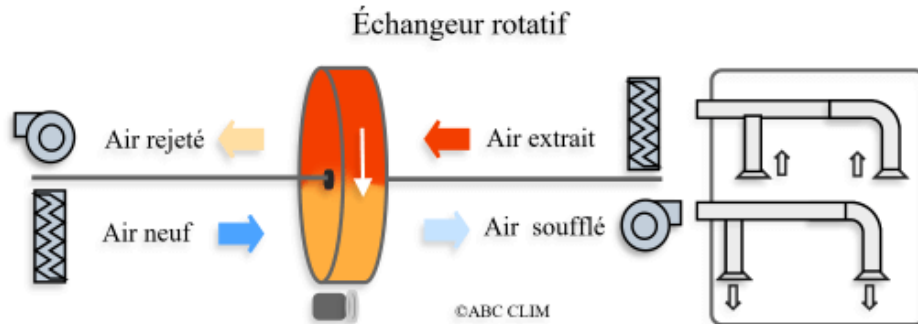
Les équipements sont installés respectivement dans les locaux techniques communs dédiés ou, selon configuration, directement dans les entités.

L'ensemble des équipements thermiques et techniques seront pilotés via des régulations « pointues » afin d'optimiser au mieux les consommations énergétiques

➤ **Traitement de l'air des locaux**

L'ensemble des entités sont dotées de plusieurs Centrales de Traitements d'air (CTA) pour répondre au plus près aux besoins des zones auxquelles elles sont affectées.

Les prises d'air neuf et rejet d'air vicié seront mutualisées pour les différentes installations



Le principe de fonctionnement de base est de récupérer la chaleur contenue dans l'air évacué des bâtiments pour réchauffer l'air froid extérieur.

Le rendement de récupération des CTA sera à minima de 80%.

Zone « Restauration »

Pour les futurs restaurants ou zones de restauration, les débits d'air associés aux locaux seront déterminés de façon précise lorsque les besoins définitifs en termes d'équipements seront maîtrisés.

Pour rappel il est important que l'équipementier « CUISINE » privilégie dans leurs études respectives des appareils haute performance dernière génération (appareils à condensation, à PAC intégrée...) ainsi que la possibilité de récupération d'énergie sur ses groupes froids (système BOOSTHERM) pour préchauffage de l'Eau Chaude Sanitaire pour couvrir les besoins spécifiques « Cuisine ».

Ces débits seront extraits pour la cuisine par une (ou plusieurs) hotte(s) d'extraction.

Les débits d'air neuf équivalents à induire seront gérés par des unités de compensation d'air.

➤ **Production Eau Chaude Sanitaire**

Au regard des faibles besoins en eau chaude sanitaire des locaux tertiaire et de la disparité des différents blocs sanitaires, il a été acté la mise en œuvre de chauffe-eaux électriques répartis plutôt qu'une production centralisée.

Pour la partie « Restauration », étant donné l'existence du réseau de gaz au droit du site, l'équipementier « CUISINE » sera sensibilisé à la mise en œuvre d'une production ECS gaz plutôt qu'électrique, et d'utiliser le préchauffage ECS par récupération sur sa production de froid (se référer au § précédent).

➤ **Eclairage des locaux**

L'éclairage ambiant et l'éclairage de sécurité seront intégralement équipés de sources « LED » basse consommation, avec détection de présence dans les zones de passage pour minimiser la consommation d'énergie.

➤ **Eclairage extérieur**

L'éclairage architectural pour la mise en valeur des façades sera également doté de la dernière technologie led afin de minimiser la consommation électrique et bénéficier d'un meilleur rendement (flux lumineux / consommation électrique).

Ces luminaires seront gérés par un automatisme de gestion de clarté lumineuse afin d'optimiser les plages horaires de fonctionnement.

Cette technologie led permet également une optimisation des coûts de maintenance, de retraitement des déchets notamment grâce à la durée de vie des composants électroniques utilisés sur ce type d'éclairage.

➤ **Infrastructure IRVE**

Une Infrastructure IRVE (Chemins de câbles et fourreaux depuis les armoires électriques) est installée dans les parkings (selon le classement du parking et son niveau par rapport au niveau de référence), pour permettre la mise en œuvre ultérieure de Bornes de Recharge pour Véhicules Electriques et de leurs alimentations.

L'ensemble de l'installation répond à la dernière évolution de pré-équipement de la norme (à compter du 11 mars 2021). Elle est basée sur le mode de calcul suivant :

Parking inférieur à 100 places :

- 20% des places déclarées à pré-équiper + 1 point de charge accessible PMR

Parking supérieur à 100 places :

- 20% des places déclarées à pré-équiper + 2 points de charge accessible PMR

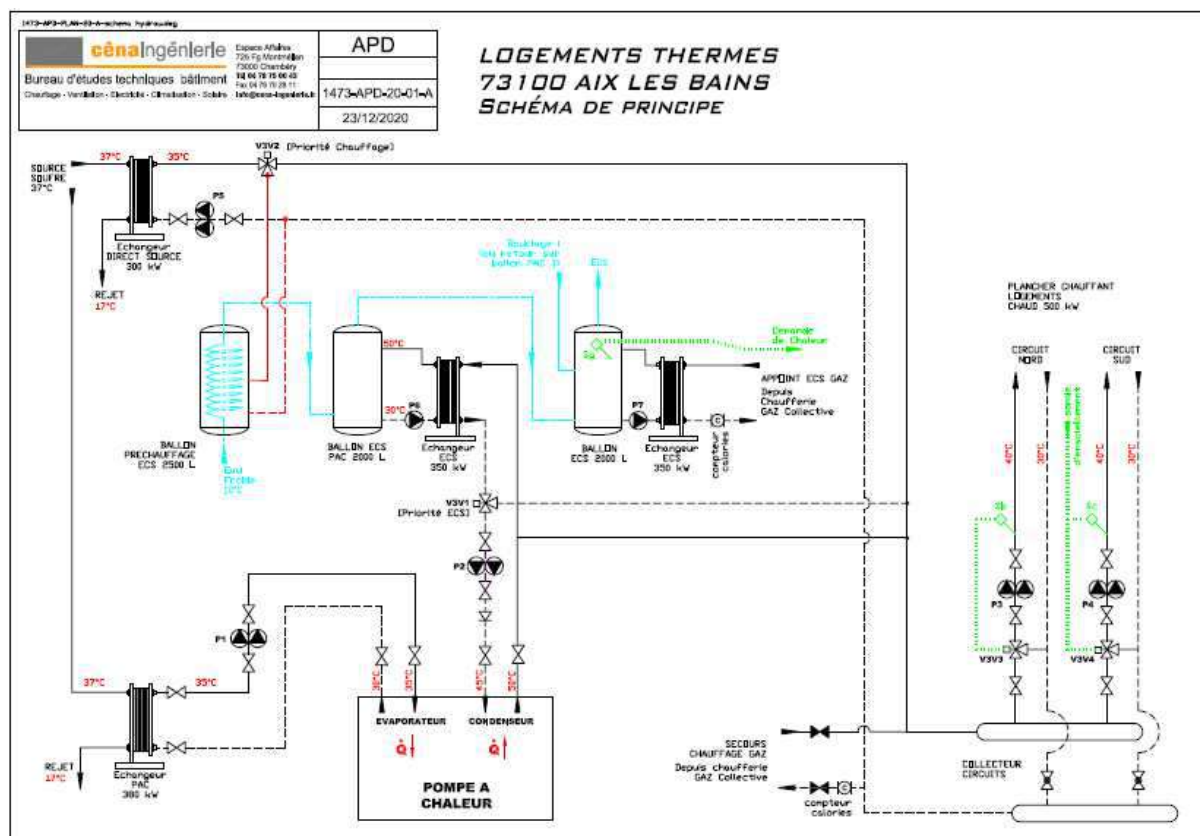
PRODUCTION D'ÉNERGIE DES LOGEMENTS

Le projet de rénovation des Thermes comporte également la création de 2 tours de logements sur le « socle historique » du bâtiment actuel : 219 logements sont répartis en deux immeubles de 10 niveaux.

L'objectif du maître d'ouvrage est de réaliser des logements avec un excellent niveau de performance thermique anticipant la future réglementation RE2020.

Un premier travail consiste donc à assurer une enveloppe thermique performante par un travail sur l'isolation, la réduction des ponts thermiques et la qualité des liaisons vis-à-vis de l'étanchéité à l'air.

Dans un deuxième temps, il s'agit de tirer parti au maximum de la source thermique disponible et de valoriser cette ressource pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire des logements.



Les logements sont chauffés par un plancher hydraulique alimenté par une pompe à chaleur (PAC) puisant ses calories dans la source thermique.

Cette PAC permet également de produire l'eau chaude sanitaire des appartements, l'appoint étant réalisé par chaufferie gaz.

Lorsque les conditions sont réunies, le schéma hydraulique permettra d'utiliser directement la chaleur de la source thermale (37°C) pour le plancher chauffant et/ou pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, sans recours à la pompe à chaleur.

Fait au Bourget du Lac, le 08 juillet 2021

Frédéric Vidoni
Chef de Projet

Laurent Damon Pichat
Chargé d'Affaires

Avec la participation pour la partie Logements de :
Guillaume CAMUS
BET CENA INGENIERIE

23/10/2020

1473-CALC-QEB-04-C-RT GLOBAL-THERM AIX LES BAINS-AR-PC3

tel :

fax :

Référence : Etude U22Win

Objet : Plan du 22-06-2020

Permis de construire : 0

Du 01/07/2019

Maitre d'œuvre :

tel :

fax :

Architecte :

tel :

fax :

Concepteur :

CENA INGENIERIE

ESPACE AFFAIRES

725 FAUBOURG MONTMELIAN

73000 CHAMBERY

tel : 04 79 75 00 43

fax :04 79 70 28 11

Bureau de contrôle :

tel :

fax :

DONNEES TECHNIQUES

1. Implantation

Département sélectionné	: SAVOIE	Numéro	: 73
Zone climatique	: H1c	Altitude	: 250 m
Exposition aux bruits générale	: BR1		
Avancement du PC	: Stade Permis Construire		

2. Architecture de l'étude

Calculs réalisés avec le logiciel U22Win 2012 (Evaluation EL-004 du 29/01/2016) : V.5.1.64
 Calculs réalisés avec le moteur ThBCE2012 conçu par le CSTB : V.8.1.0.0 du 15/01/2019

Bâtiment n° 01 : BÂTIMENT NORD

SRT : 8281,000 m²
 Type de travaux : Bâtiment neuf

Zone		Type	Surface m ²
LOGEMENTS NORD		Immeuble collectif	5938,87
Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic
Non clim Nord	Groupe non refroidi	CE1	26,00
		Tic Réf.	31,90
		Bbio	Bbio Max
		Bbio	37,900
		72,000	47,36
		Cep	Cep Max
		Cep	14,800
		69,000	78,55
Les garde-fous sont conformes.			
Le bâtiment est conforme à la RT2012 au sens des ThBCE.			

Bâtiment n° 02 : BÂTIMENT SUD

SRT : 11356,140 m²
 Type de travaux : Bâtiment neuf

Zone		Type	Surface m ²
LOGEMENTS SUD		Immeuble collectif	8606,75
Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic
Groupe non clim Sud	Groupe non refroidi	CE1	26,00
		Tic Réf.	31,60
		Bbio	Bbio Max
		Bbio	35,900
		72,000	50,14
		Cep	Cep Max
		Cep	12,400
		69,000	82,03
Les garde-fous sont conformes.			
Le bâtiment est conforme à la RT2012 au sens des ThBCE.			

CATALOGUE DES PAROIS

Code	Type	Désignation	U W/m².°C	b
01	Mur extérieur (A1)	MURS DE FACADES	0,282	1,000
07	Mur extérieur (A1)	MURS ITI	0,198	1,000
02	Mur intérieur (A1)	MURS SUR LNC	0,471	1,000
05	Plafond extérieur (A3)	TERRASSE ACCESSIBLE	0,183	1,000
06	Plafond extérieur (A3)	TOITURE TERRASSE	0,112	1,000
04	Plancher extérieur (A4)	PLANCHER SUR EXT	0,346	1,000
03	Plancher intérieur (A4)	PLANCHER BAS	0,273	1,000
08	Plancher intérieur (A4)	PLANCHER BAS dalle transfère	0,337	1,000

DETAILS des PAROIS

1. Paroi 01 / MURS DE FACADES

Code : 01
 Désignation : MURS DE FACADES
 Type : Mur extérieur (A1) Ri+Re : 0,17 m².°C/W
 Type de Mur : Mur courant

Détail du calcul du U :

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
ROCKFACADE (Isolation extérieu 14 cm	14,0		4,000	100	ACERMI	02/015/02 7
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
Doublissimo® Essentiel 1.90 13 6 cm	6,0		1,900	100	ACERMI	03/081/22 5

Coefficient ponctuel structurel : 0,020 W/°C
 Nombre de liaisons correspondantes : 6,00 /m² U calculé : 0,282 W/m².°C

U retenu : 0,282 W/m².°C b : 1,000

2. Paroi 07 / MURS ITI

Code : 07
 Désignation : MURS ITI
 Type : Mur extérieur (A1) Ri+Re : 0,17 m².°C/W
 Type de Mur : Mur courant

Détail du calcul du U : U calculé : 0,198 W/m².°C

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
ISOVER GR30 KRAFT	14,3	0,030	4,767	100	ThU	

U retenu : 0,198 W/m².°C b : 1,000

3. Paroi 02 / MURS SUR LNC

Code : 02
 Désignation : MURS SUR LNC
 Type : Mur intérieur (A1) Ri+Re : 0,26 m².°C/W

Détail du calcul du U : U calculé : 0,471 W/m².°C

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
Calibel SPV 10 6 cm	6,0		1,750	100	ACERMI	04/018/36 0

U retenu : 0,471 W/m².°C b : 1,000

4. Paroi 05 / TERRASSE ACCESSIBLE

Code : 05
 Désignation : TERRASSE ACCESSIBLE
 Type : Plafond extérieur (A3) Ri+Re : 0,14 m².°C/W
 Type de Plafond : Plafond en béton ou en maçonnerie

Détail du calcul du U : U calculé : 0,183 W/m².°C

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
FIGREEN DUO 12 cm	12,0		5,200	100	ACERMI	12/006/76 1

U retenu : 0,183 W/m².°C b : 1,000

5. Paroi 06 / TOITURE TERRASSE

Code : 06
 Désignation : TOITURE TERRASSE
 Type : Plafond extérieur (A3) Ri+Re : 0,14 m².°C/W
 Type de Plafond : Plafond en béton ou en maçonnerie

Détail du calcul du U : U calculé : 0,112 W/m².°C

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
FIGREEN DUO 10 cm	10,0		4,350	100	ACERMI	12/006/76

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
						1
FIGREEN DUO 10 cm	10,0		4,350	100	ACERMI	12/006/76 1

U retenu : 0,112 W/m².°C

b : 1,000

6. Paroi 04 / PLANCHER SUR EXT

Code : 04

Désignation : PLANCHER SUR EXT

Type : Plancher extérieur (A4) Ri+Re : 0,21 m².°C/W

Détail du calcul du U :

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
FIBRAROC 35 Clarté	15,0		4,100	100	ACERMI	06/007/42 4

Coefficient ponctuel structurel : 0,020 W/°C

Nombre de liaisons correspondantes : 6,00 /m² U calculé : 0,346 W/m².°C

U retenu : 0,346 W/m².°C

b : 1,000

7. Paroi 03 / PLANCHER BAS

Code : 03

Désignation : PLANCHER BAS

Type : Plancher intérieur (A4) Ri+Re : 0,34 m².°C/W

Type de Plancher : Sur parking collectif

Détail du calcul du U :

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
TMS MF 4,8 cm	4,8		2,200	100	ACERMI	08/006/48 1
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
Univercell de SOPREMA	16,0		3,900	100	ThU	

Coefficient ponctuel structurel : 0,020 W/°C

Nombre de liaisons correspondantes : 6,00 /m² U calculé : 0,273 W/m².°C

U retenu : 0,273 W/m².°C

b : 1,000

8. Paroi 08 / PLANCHER BAS dalle transfère

Code : 08
 Désignation : PLANCHER BAS dalle transfère
 Type : Plancher intérieur (A4) Ri+Re : 0,34 m².°C/W
 Type de Plancher : Sur parking collectif

Détail du calcul du U :

Désignation	Epaisseur cm	Lambda W/m.°C	Résistance m ² .°C/W	Proportion %	Type	Numero
TMS MF 4,8 cm	4,8		2,200	100	ACERMI	08/006/48 1
Béton	20,0	1,750	0,114	100	ThU	
Univercell de SOPREMA	8,0		1,950	100	ThU	

Coefficient ponctuel structurel : 0,020 W/°C
 Nombre de liaisons correspondantes : 6,00 /m² U calculé : 0,337 W/m².°C

U retenu : 0,337 W/m².°C

b : 1,000

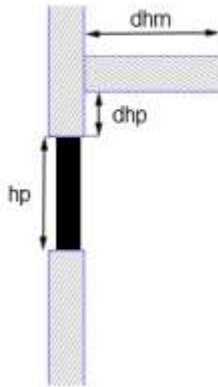
CATALOGUE DES VITRAGES**1. Contrôle des entrées**

Code	Désignation	Long m	Haut m	Type Ouvrant	Type Vitre	Type Fermeture
01	PF 0.90x2.20	0,90	2,20	Fen. Mét. Rupt. (Uf=1,2) Argon (E=0,03)	Double +15mm	Sans fermeture
02	PF 2.70x2.20	2,70	2,20	Fen. Mét. Rupt. (Uf=1,2) Argon (E=0,03)	Double +15mm	Sans fermeture
03	PF 2.50x2.20	2,50	2,20	Pf Met. Rupt. (Uf=1,2) Argon (E=0,03)	Double +15mm	Sans fermeture
04	PF 1.80x2.20	1,80	2,20	Pf Met. Rupt. (Uf=1,2) Argon (E=0,03)	Double +15mm	Sans fermeture

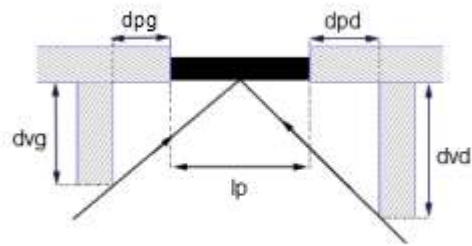
2. Masques proches et protections

Code	Masque proche								Protection				Pos
	Surplomb			Latéral gauche		Larg.	Latéral droit		Type	Localisation	Gestion	2nd prot.	Encas. (cms)
	dhm	dhp	hp	dvg	dpg	lp	dvd	dpd					
01	1,80	0,48	2,20						Store enroulable	Protection ext.	Manuelle mot.		20
02	1,80	0,48	2,20						Store enroulable	Protection ext.	Manuelle mot.		20
03	1,80	0,48	2,20						Store enroulable	Protection ext.	Manuelle mot.		20
04	1,80	0,48	2,20						Store enroulable	Protection ext.	Manuelle mot.		20

Vue en coupe



Vue en plan



3. Caractéristiques thermiques

Code	Surf. m ²	Uw (Sans/Avec protection)				Ujn	Ug	Uf	Vol. roulant		Linéiques		
		Vertical		Horizontal					Surf.	Uc	Appui	Tabl.	Lint.
		S.P.	A.P.	S.P.	A.P.								
01	1,98	1,400	1,400	1,461	1,461	1,40	1,10	1,20	0,00	0,00	0,10	0,04	0,04
02	5,94	1,400	1,400	1,461	1,461	1,40	1,10	1,20	0,00	0,00	0,10	0,04	0,04
03	5,50	1,400	1,400	1,461	1,461	1,40	1,10	1,20	0,00	0,00	0,10	0,04	0,04
04	3,96	1,400	1,400	1,461	1,461	1,40	1,10	1,20	0,00	0,00	0,10	0,04	0,04

4. Caractéristiques des facteurs solaires et de transmission lumineuse

Code	Facteurs solaires sans protection								Facteurs solaires avec protection				Facteurs de transmission lumineuse			
	Hiver conditions C				Eté conditions E				Eté conditions E				Globale		Diffuse	
	Swc	Sw1c	Sw2c	Sw3c	Swc	Sw1e	Sw2e	Sw3e	Swc	Sw1e	Sw2e	Sw3e	S.P.	A.P.	S.P.	A.P.
01	0,40	0,33	0,07	0,00	0,50	0,41	0,09	0,00	0,10	0,03	0,07	0,00	0,50	0,04	0,00	0,02
02	0,40	0,33	0,07	0,00	0,50	0,41	0,09	0,00	0,10	0,03	0,07	0,00	0,50	0,04	0,00	0,02
03	0,38	0,32	0,06	0,00	0,49	0,40	0,09	0,00	0,10	0,03	0,07	0,00	0,48	0,04	0,00	0,02
04	0,38	0,32	0,06	0,00	0,49	0,40	0,09	0,00	0,10	0,03	0,07	0,00	0,48	0,04	0,00	0,02

Nota:

Les facteurs solaires et de transmission lumineuse ci-dessus sont considérés comme issus des normes EN13363-2 et XP50-777 et seront donc corrigés conformément aux règles ThS et ThL en fonction de la position de la menuiserie dans la paroi et de l'orientation.

CATALOGUE DES LINEIQUES

Code	Type	Désignation	Psi W/m.°C	b
01	Angle de 2 murs extérieurs	Angle sortant iso ext	0,110	1,00
02	Angle de 2 murs extérieurs	Angle rentrant iso ext	0,030	1,00
04	Angle de 2 murs extérieurs	Angle rentrant iso int	0,190	1,00
12	Angle de 2 murs extérieurs	Angle sortant iso int	0,020	1,00
05	Angle mur extérieur / Refend	Mur ext/refend iso ext	0,060	1,00
06	Angle mur extérieur / Refend	Mur ext/refend iso int	0,630	1,00
09	Mur ext./ Plancher ext. ou Inc	Plancher sur RDC iso ext	0,510	1,00
11	Mur ext./ Plancher ext. ou Inc	Plancher sur Ext iso ext	0,070	1,00
07	Mur ext./ Plancher ext. ou Inc	Plancher sur RDC iso int	0,700	1,00
10	Mur ext./ Plancher ext. ou Inc	Mur ITE / Plb terrass sur park	0,350	1,00
13	Mur ext./ Plancher ext. ou Inc	PI bas/ext avec mur int ITI	0,880	1,00
19	Mur ext./ Plancher interm. PSI ou PSI1	Plancher inter Fi1 iso ext	0,020	1,00
23	Mur ext./ Plancher interm. PSI ou PSI1	Plancher inter Fi1 iso ext bal	0,260	1,00
35	Mur ext./ Plafond lourds	Terasse filante iso ext	0,790	1,00
03	Mur ext./ Plafond lourds	PI haut avec mur int iso ext	0,030	1,00
37	Mur extérieur / Terrasse	Terasse iso ext	0,030	1,00
20	Mur ext./ Plancher intermédiaire PSI2	Plancher inter Fi2 iso ext	0,070	1,00
24	Mur ext./ Plancher intermédiaire PSI2	Plancher inter Fi2 iso ext bal	0,260	1,00
08	Mur ext./ Plancher intermédiaire PSI2	Plancher inter Fi2 iso int bal	0,500	1,00

DETAILS des PONTS THERMIQUES

1. Angle de 2 murs extérieurs

Code : 01
 Désignation : Angle sortant iso ext

Psi calculé : 0,11
 Psi retenu : 0,11
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

em (cm) : 0

ep (cm) : 0

Liaisons entre parois verticales

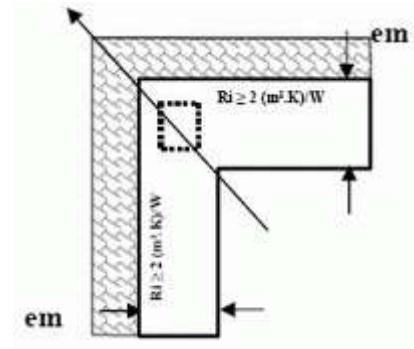
Angle entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé.

Isolation par l'extérieur

Angle sortant

ITE.4.1.1 - Murs en béton

plein



Code : 02
 Désignation : Angle rentrant iso ext

Psi calculé : 0,03
 Psi retenu : 0,03
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

: 0

: 0

Liaisons entre parois verticales

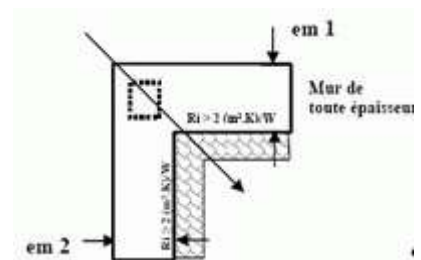
Angle entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé.

Isolation par l'extérieur

Angle rentrant

ITE.4.2.1 - Murs de toute

nature



Code : 04
Désignation : Angle rentrant iso int

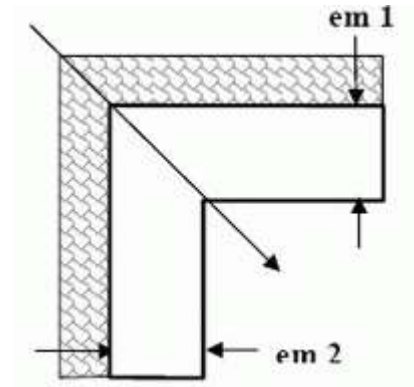
Psi calculé : 0,19
Psi retenu : 0,19
Coefficient b : 1
Type de certification : ThU

em (cm) : 0
em1 (cm) : 0

Liaisons entre parois verticales

Angle entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé.
Isolation par l'intérieur

Angle rentrant
ITI.4.2.1 - Murs en béton - Ri = 2
m2.K/W



Code : 12
Désignation : Angle sortant iso int

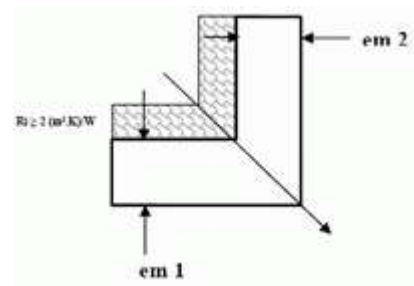
Psi calculé : 0,02
Psi retenu : 0,02
Coefficient b : 1
Type de certification : ThU

: 0
: 0

Liaisons entre parois verticales

Angle entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé.
Isolation par l'intérieur

Angle sortant
ITI.4.1.1 - Murs de toute nature et de toute épaisseur



5. Angle mur extérieur / Refend

Code	: 05
Désignation	: Mur ext/refend iso ext
Psi calculé	: 0,06
Psi retenu	: 0,06
Coefficient b	: 1
Type de certification	: ThU

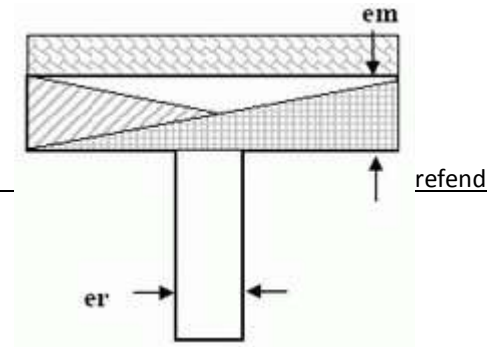
$Ri (m^2.K)/W : 2$

$er (cm) : 10$

Liaisons entre parois verticales

Liaison en T entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un entièrement situé dans le local chauffé.

Isolation par l'extérieur



Refend en béton

ITE.4.3.1 - Mur en béton, en maçonnerie courante ou maçonnerie isolante - Refend

Béton

Code	: 06
Désignation	: Mur ext/refend iso int
Psi calculé	: 0,63
Psi retenu	: 0,63
Coefficient b	: 1
Type de certification	: ThU

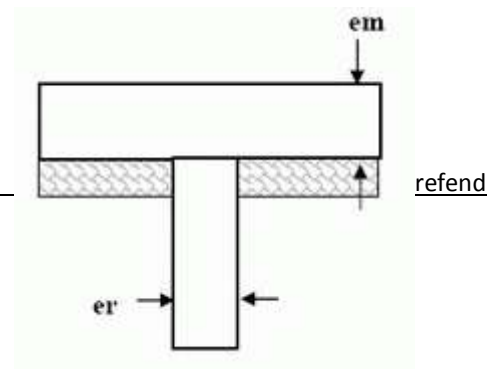
$em (cm) : 0$

$er (cm) : 10$

Liaisons entre parois verticales

Liaison en T entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un entièrement situé dans le local chauffé.

Isolation par l'intérieur



Mur béton

ITI.4.3.1 - Mur béton – refend en

béton

7. Mur ext./ plancher ext. ou Inc (L8)

Code : 09
 Désignation : Plancher sur RDC iso ext

Psi calculé : 0,51
 Psi retenu : 0,51
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

$d (cm) : 0$

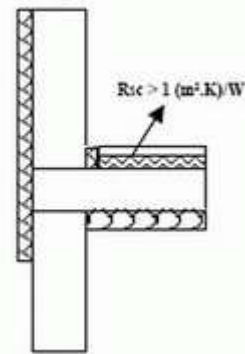
$em(cm) : 20$

Liaisons avec un plancher bas

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé
 Isolation par l'extérieur

Mur haut en béton plein - Mur bas en béton plein
 ITE.1.2.4 - Plancher bas en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite isolé en entrevous isolant avec chape flottante sur isolant

$15 \leq em \leq 30 \text{ cm}$



sous face ou à

Code : 11
 Désignation : Plancher sur Ext iso ext

Psi calculé : 0,07
 Psi retenu : 0,07
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

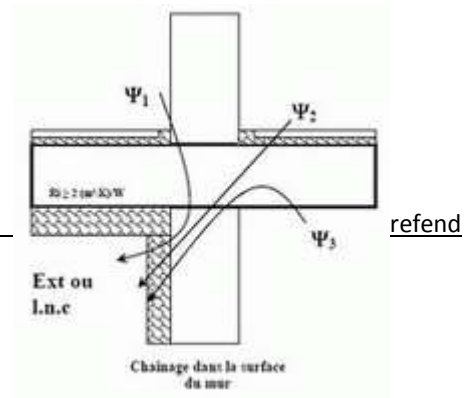
: 0

: 0

$Psi_4 = Psi$

Liaisons avec un plancher bas

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur et un
donnant
sur l'intérieur
 Isolation par l'extérieur



Mur en béton plein - Refend en béton plein
 ITE.1.3.2 - Plancher bas en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite isolé en sous face avec chape flottante sur isolant

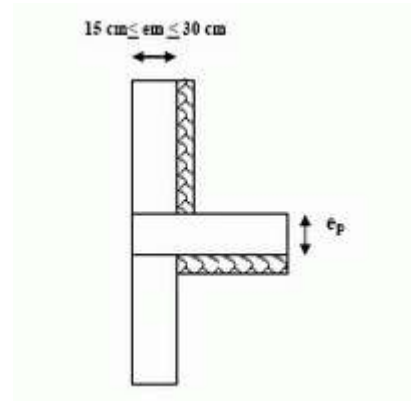
Code : 07
 Désignation : Plancher sur RDC iso int
 Psi calculé : 0,7
 Psi retenu : 0,7
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

$em (cm) : 0$
 $ep (cm) : 20$

Liaisons avec un plancher bas

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé
 Isolation par l'intérieur

Mur haut en béton plein - Mur bas en béton plein
 ITI.1.2.1 - Plancher bas en béton plein isolé en sous face
 face



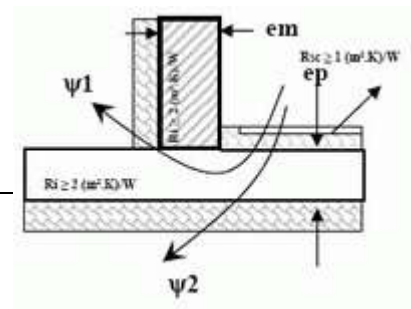
Code : 10
 Désignation : Mur ITE / Plb terrass sur park
 Psi calculé : 0,35
 Psi retenu : 0,35
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

$em (cm) : 0$
 $ep (cm) : 15$

Liaisons avec un plancher bas

Liaison du plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé
avec un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé
 Isolation par l'extérieur

Mur en béton plein
 ITE.1.5.4 - Mur en maçonnerie courante, plancher en béton plein isolé en sous face avec chape flottante sur isolant



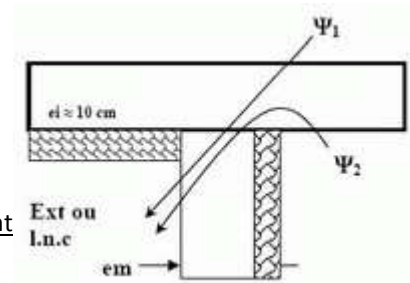
Code : 13
 Désignation : Pl bas/ext avec mur int ITI
 Psi calculé : 0,88
 Psi retenu : 0,88
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

Liaisons avec un plancher bas

em (cm) : 0
Plancher : 0
Psi 4 = Psi

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur donnant l'intérieur

Isolation par l'intérieur



Mur en béton plein

ITI.1.4.1 - Plancher bas en béton plein isolé en sous

face

12. Mur ext./ plancher interm. PSI ou PSI 1 (L9)

Code : 19
 Désignation : Plancher inter Fi1 iso ext
 Psi calculé : 0,02
 Psi retenu : 0,02
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

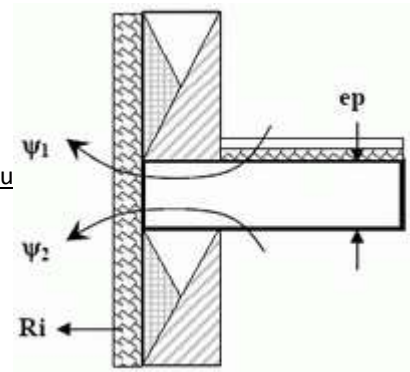
Liaisons avec un plancher intermédiaire

Ri en (m².K)/W : 3
ep (cm) : 20

Liaison du plancher intermédiaire (lourd ou léger) avec mur donnant sur l'extérieur ou local

non chauffé

Isolation par l'extérieur



Mur en béton plein, maçonnerie courante ou en maçonnerie isolante de type a

ITE.2.1.2 - Plancher en béton plein, à entrevous béton ou terre cuite avec chape flottante sur

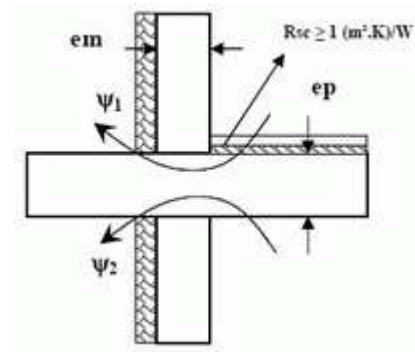
isolant

Code : 23
 Désignation : Plancher inter Fi1 iso ext bal
 Descriptif : 1m d'isolant sous et sur balcons
 Psi calculé : 0,37
 Psi retenu : 0,26
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

em (cm) : 0
ep (cm) : 20

Liaisons avec un plancher intermédiaire

Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur
 Isolation par l'extérieur



Mur en béton plein

ITE.2.2.2 - Plancher en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite avec chape flottante sur isolant

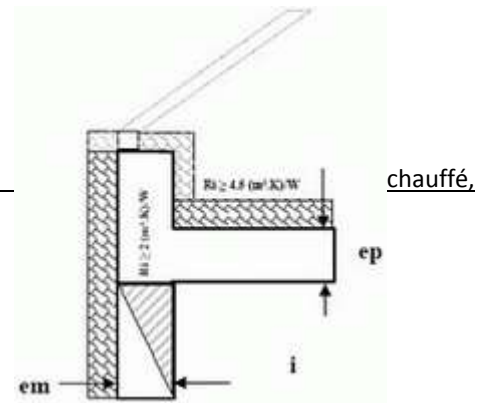
14. Mur ext./ plafond intérieur lourd (L10)

Code : 35
 Désignation : Terrasse filante iso ext
 Psi calculé : 0,31
 Psi retenu : 0,79
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

em (cm) : 0
ep (cm) : 20

Liaisons avec un plancher haut

Liaison du plancher haut lourd ou léger donnant sur l'extérieur ou sur un local non
avec
un mur extérieur.
 Isolation par l'extérieur



Mur d'appui de toiture en bas de pente de comble

ITE.3.1.5 - Mur d'appui en béton avec remontée d'isolant, mur bas en béton ou en maçonnerie courante de même épaisseur avec un plancher en béton plein

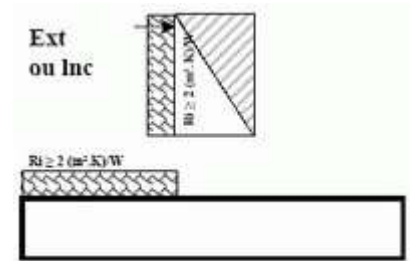
Code : 03
 Désignation : Pl haut avec mur int iso ext
 Psi calculé : 0,03
 Psi retenu : 0,03
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

: 0

: 0

Liaisons avec un plancher haut

Liaison du plancher haut avec un mur et donnant sur l'intérieur
 Isolation par l'extérieur



Mur en béton ou en maçonnerie courante

ITE.3.3.1 - Plancher en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite avec ou sans chape flottante sur isolant

16. Mur extérieur / Terrasse (L10)

Code : 37
 Désignation : Terrasse iso ext
 Psi calculé : 0,03
 Psi retenu : 0,03
 Coefficient b : 1
 Type de certification : ThU

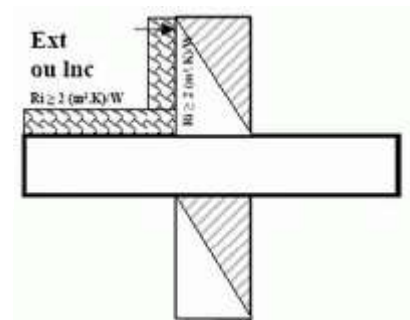
: 0

: 0

Liaisons avec un plancher haut

Psi 4 = Psi

Liaison du plancher haut avec un mur et un refend donnant sur l'intérieur.
 Isolation par l'extérieur



Mur en béton ou en maçonnerie courante

ITE.3.2.1 - Plancher en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite avec ou sans chape flottante sur isolant

17. Mur ext./ Plancher intermédiaire PSI 2

Code	: 20
Désignation	: Plancher inter Fi2 iso ext
Psi calculé	: 0,07
Psi retenu	: 0,07
Coefficient b	: 1
Type de certification	: ThU

Ri en $(m^2.K)/W$: 3

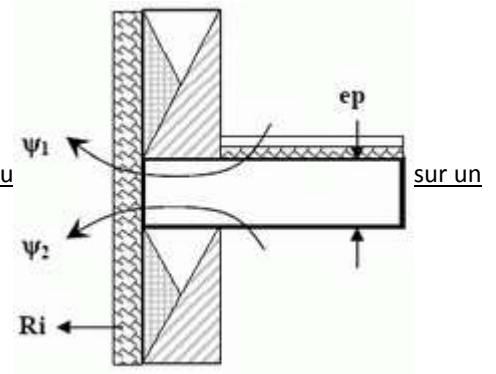
ep (cm) : 20

Liaisons avec un plancher intermédiaire

Liaison du plancher intermédiaire (lourd ou léger) avec mur donnant sur l'extérieur ou local

non chauffé

Isolation par l'extérieur



Mur en béton plein, maçonnerie courante ou en maçonnerie isolante de type a
ITE.2.1.2 - Plancher en béton plein, à entrevous béton ou terre cuite avec chape flottante sur isolant

Code	: 24
Désignation	: Plancher inter Fi2 iso ext bal
Descriptif	: 1m d'isolant sous et sur balcons
Psi calculé	: 0,69
Psi retenu	: 0,26
Coefficient b	: 1
Type de certification	: ThU

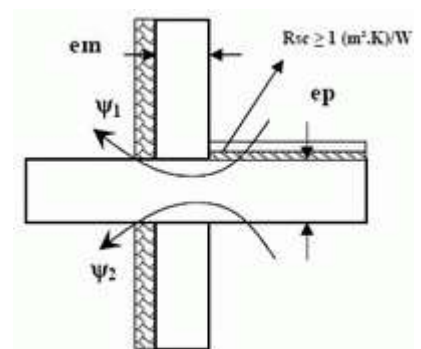
em (cm) : 0

ep (cm) : 20

Liaisons avec un plancher intermédiaire

Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur

Isolation par l'extérieur



Mur en béton plein

ITE.2.2.2 - Plancher en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite avec chape flottante sur isolant

Code : 08
Désignation : Plancher inter Fi2 iso int bal

Psi calculé : 0,5
Psi retenu : 0,5
Coefficient b : 1
Type de certification : ThU

em (cm) : 0

ep (cm) : 20

Liaisons avec un plancher intermédiaire

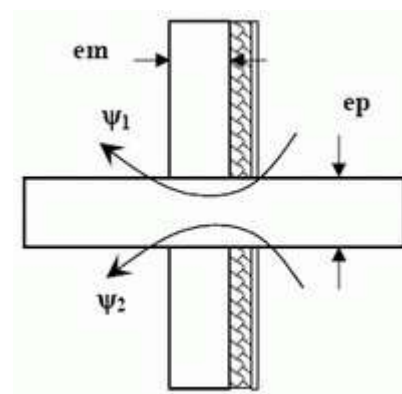
Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur

Isolation par l'intérieur

Mur en béton plein

ITI.2.2.1 - Plancher en béton

plein



DEPERDITIONS du BATI : (n°1) Bâtiment Nord**1. Saisie du métré**

Désignation	Code	Nb	U W/m2.°C	b	Surf.en m ² ou Long.en m	Or.	Déperd. W/°C	Réf.
Mur extérieur	07		0,198	1,000	61,88	Ext.	12,252	
Mur intérieur	02		0,471	1,000	265,36	Int.	124,966	
Mur extérieur	01		0,282	1,000	2223,15	Ext.	626,915	
Plafond	05		0,183	1,000	99,30	Hori.	18,172	
Plafond	06		0,112	1,000	661,50	Hori.	74,088	
Plancher	03		0,273	1,000	699,7		191,018	
Plancher	08		0,337	1,000	61,00		20,557	
Vitrage 1	01	23 5	1,400	1,000	465,3	Ext.	722,39	
Vitrage 2	04	10 0	1,400	1,000	396	Ext.	597,2	
Vitrage 3	02	44	1,400	1,000	261,36	Ext.	390,28	
P th. Angle de 2 murs	04		0,190	1,000	2,68		0,509	
P th. Mur ext./Refend	06		0,630	1,000	10,72		6,754	
P th. Mur ext./Plancher	07		0,700	1,000	29,00		20,300	
P th. Mur ext./Pcher int.	08		0,500	1,000	29,00		14,500	
P th. Angle de 2 murs	01		0,110	1,000	131,32		14,445	
P th. Angle de 2 murs	02		0,030	1,000	24,12		0,72	
P th. Mur ext./Refend	05		0,060	1,000	310,88		18,656	
P th. Mur ext./Plancher	09		0,510	1,000	99,30		50,643	
P th. Mur ext./Pcher int.	24		0,260	1,000	1084,9		282,074	
P th. Mur ext./ Pcher int.	23		0,260	1,000	1113,9		289,614	L9
P th. Mur ext. /Terrasse	37		0,030	1,000	43,70		1,311	
P th. Mur ext./ Plfd int.	03		0,030	1,000	33,20		0,996	
P th. Mur ext./ Plfd int.	35		0,790	1,000	114,90		90,771	
HT =							3569,13	

Déperditions Parois Extérieures HD : 2936,01 W/°C
Déperditions Parois Intérieures HU : 421,54 W/°C
Déperditions par le sol HS : 211,58 W/°C
Surface Totale des parois déperditives AT : 5194,44 m²
Surface des parois ext. hors plancher : 4433,74 m²
Surface du bâtiment : 8281,0 m²

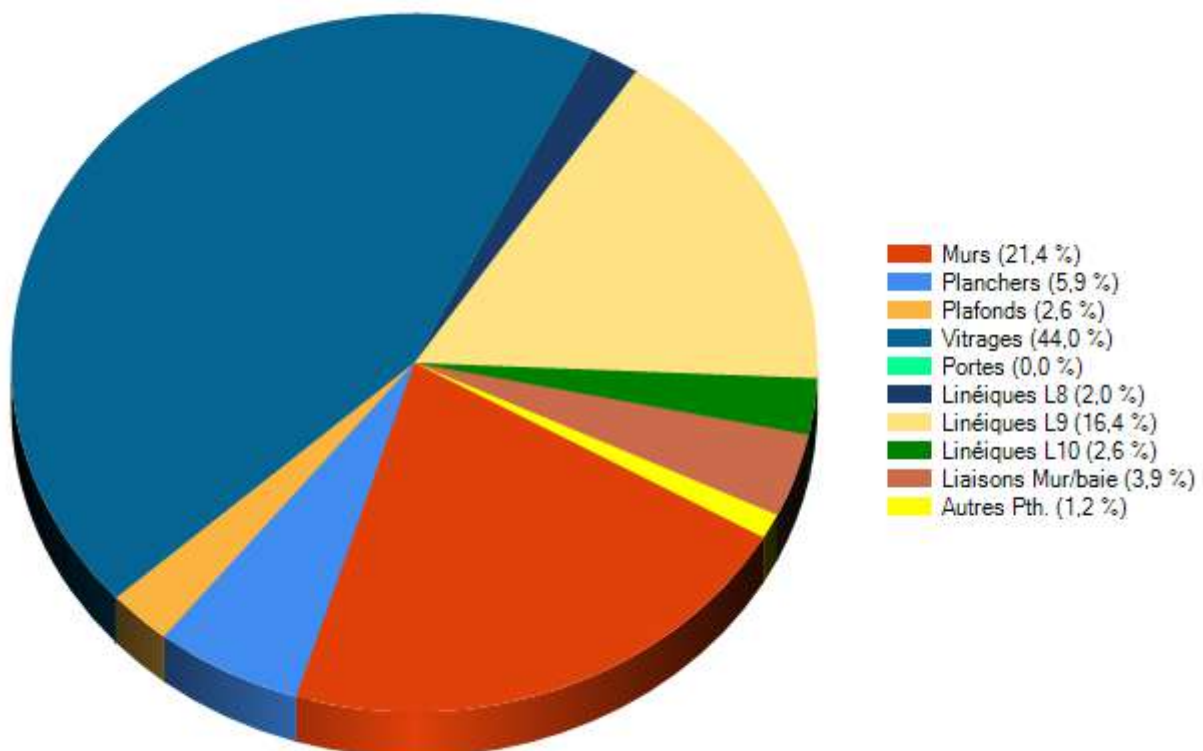
Indice de compacité (Sp/S) : 0,87

DEPERDITIONS MOYENNES = 0,687 W/m².°C

2. Récapitulatif des déperditions

	Déperditions (W/°C)
Murs extérieurs	639,16
Murs intérieurs	124,97
Total Murs	764,13
Planchers	211,58
Plafonds	92,26
Vitrages	1571,72
Portes	0,00
Linéiques L8	70,94
Linéiques L9	586,19
Linéiques L10	93,08
Liaisons Murs/baies	138,15
Autres ponts thermiques	41,08

Désignation	Valeur	Conformité
Ratio moyen ponts thermiques	0,112	< = 0,28 : conforme
PSI Moyen L9	0,526	< = 0,6 : conforme



3. Récapitulatif des surfaces des baies

	Bâtiment
Déperditions moyennes (W/K)	0,687

Surface vitrée au Sud	399,96
Surface vitrée au Nord	401,94
Surface vitrée à l'Est	126,72
Surface vitrée à l'Ouest	194,04
Surface vitrée horizontale	0,00
Surface totale des portes extérieures	0,00
Surface totale des baies	1122,66

Désignation	Valeur
Surface totale des baies appartenant à des zones de logements (m2)	1122,660
Surface totale habitable des logements (m2)	5938,870
Surface totale des façades des logements (m2)	3407,620
Ratio de surface des baies / Surf. habitable	0,18904
Ratio de surface des baies / Surf. des façades	0,32946
Ratio < 1/3 de la S.façade - Il manque(m2)	13,213

Calculs réalisés avec le logiciel U22Win 2012 (Evaluation EL-004 du 29/01/2016) : V.5.1.64

Calculs réalisés avec le moteur ThBCE2012 conçu par le CSTB

: V.8.1.0.0 du 15/01/2019

DEPERDITIONS du BATI : (n°2) Bâtiment Sud**1. Saisie du métré**

Désignation	Code	Nb	U W/m2.°C	b	Surf.en m ² ou Long.en m	Or.	Déperd. W/°C	Réf.	
Mur extérieur	01		0,282	1,000	2772,74	Ext.	781,918		
Mur intérieur	02		0,471	1,000	584,84	Int.	275,461		
Mur extérieur	07		0,198	1,000	48,48	Ext.	9,598		
Plafond	05		0,183	1,000	109,01	Hori.	19,949		
Plafond	06		0,112	1,000	776,83	Hori.	87,005		
Plancher	03		0,273	1,000	933,22		254,769		
Vitrage 1	02	11 9	1,400	1,000	706,86	Ext.	1055,53		
Vitrage 2	01	29 9	1,400	1,000	592,02	Ext.	919,126		
Vitrage 1	04	49	1,400	1,000	194,04	Ext.	292,628		
P th. Angle de 2 murs	01		0,110	1,000	166,16		18,279		
P th. Angle de 2 murs	02		0,030	1,000	32,16		0,961		
P th. Mur ext./Refend	05		0,060	1,000	300,16		18,013		
P th. Mur ext./Plancher	10		0,350	1,000	45,81		16,034		
P th. Mur ext./Plancher	09		0,510	1,000	110,23		56,217		
P th. Mur ext./Pcher int.	24		0,260	1,000	1396,31		363,042		
P th. Mur ext./ Pcher int.	23		0,260	1,000	1434,07		372,86	L9	
P th. Mur ext./ Plfd int.	35		0,790	1,000	193,8		153,102		
P th. Mur ext. /Terrasse	37		0,030	1,000	66,94		2,008		
P th. Angle de 2 murs	12		0,000	1,000	6,36		0,000		
P th. Mur ext./Refend	06		0,630	1,000	6,36		4,007		
P th. Mur ext./Plancher	07		0,700	1,000	32,98		23,086		
P th. Mur ext./Pcher int.	08		0,500	1,000	9,26		4,630		
P th. Mur ext./Plancher	13		0,880	1,000	23,72		20,874		
							HT =	4749,10	

Déperditions Parois Extérieures	HD : 3851,19 W/°C
Déperditions Parois Intérieures	HU : 643,13 W/°C
Déperditions par le sol	HS : 254,77 W/°C
Surface Totale des parois déperditives	AT : 6718,06 m ²
Surface des parois ext. hors plancher	: 5784,84 m ²
Surface du bâtiment	: 11356,1 m ²

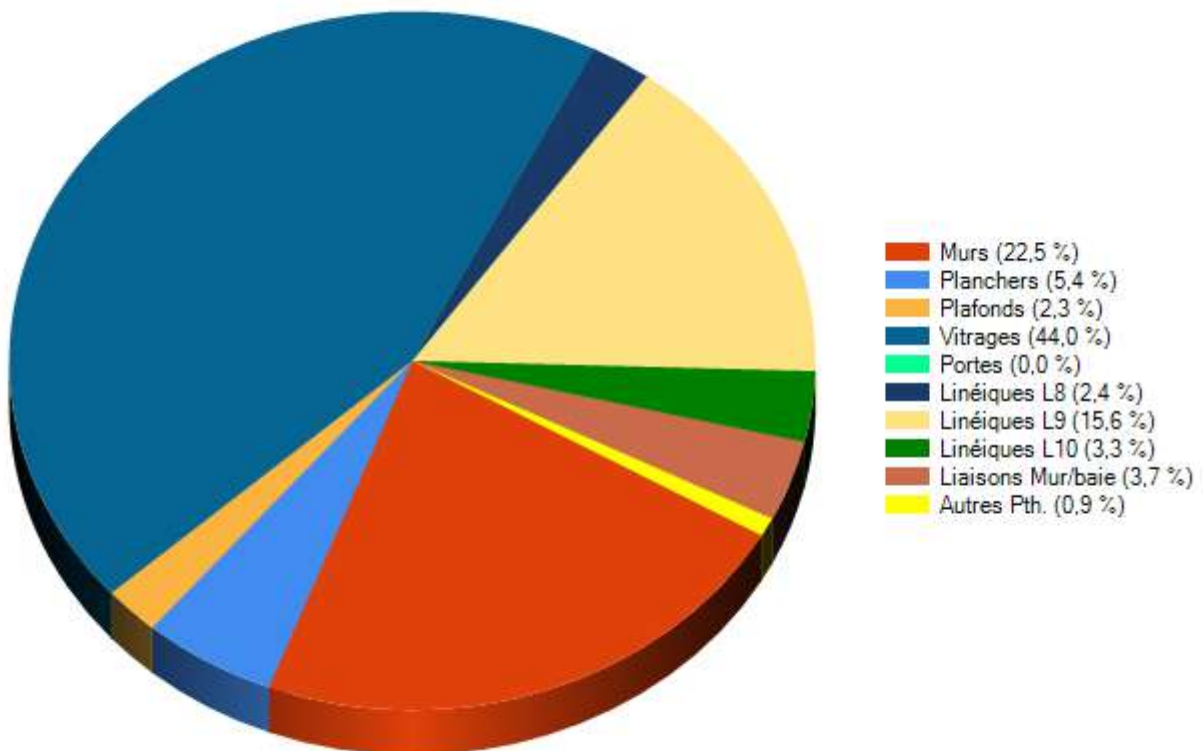
Indice de compacité (Sp/S) : 0,78

DEPERDITIONS MOYENNES = 0,707 W/m².°C

2. Récapitulatif des déperditions

	Déperditions (W/°C)
Murs extérieurs	791,52
Murs intérieurs	275,46
Total Murs	1066,98
Planchers	254,77
Plafonds	106,95
Vitrages	2090,09
Portes	0,00
Linéiques L8	116,21
Linéiques L9	740,53
Linéiques L10	155,11
Liaisons Murs/baies	177,20
Autres ponts thermiques	41,25

Désignation	Valeur	Conformité
Ratio moyen ponts thermiques	0,108	< = 0,28 : conforme
PSI Moyen L9	0,516	< = 0,6 : conforme



3. Récapitulatif des surfaces des baies

	Bâtiment
Déperditions moyennes (W/K)	0,707

Surface vitrée au Sud	413,82
Surface vitrée au Nord	336,60
Surface vitrée à l'Est	370,26
Surface vitrée à l'Ouest	372,24
Surface vitrée horizontale	0,00
Surface totale des portes extérieures	0,00
Surface totale des baies	1492,92

Désignation	Valeur
Surface totale des baies appartenant à des zones de logements (m2)	1492,920
Surface totale habitable des logements (m2)	8606,750
Surface totale des façades des logements (m2)	4314,156
Ratio de surface des baies / Surf. habitable	0,17346
Ratio de surface des baies / Surf. des façades	0,34605

Calculs réalisés avec le logiciel U22Win 2012 (Evaluation EL-004 du 29/01/2016) : V.5.1.64

Calculs réalisés avec le moteur ThBCE2012 conçu par le CSTB

: V.8.1.0.0 du 15/01/2019

RESULTATS du Bbio

1. Bâtiment n° 1 : Bâtiment Nord

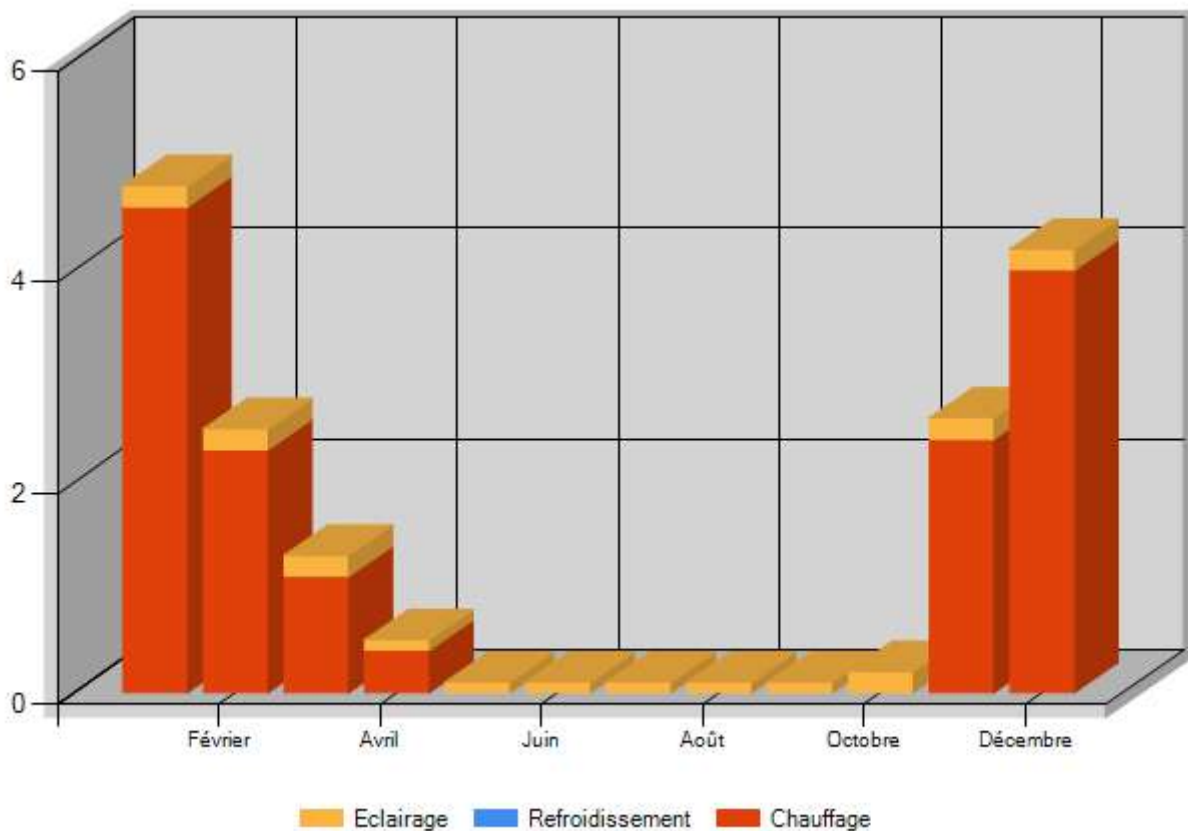
SRT : 8281,00 m²

Coefficient Bbio : 37,900 Bbio max : 72,000 Gain : 47,36 %

Besoins annuels en chaud : 14,800 en froid : 0,000 en éclairage : 1,700
en kWh/(m²SRT)

2. Détails des besoins par mois

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Chauffage	4,6	2,3	1,1	0,4	0	0	0	0	0	0	2,4	4
Refroidissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclairage	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2



RESULTATS du Bbio

1. Bâtiment n° 2 : Bâtiment Sud

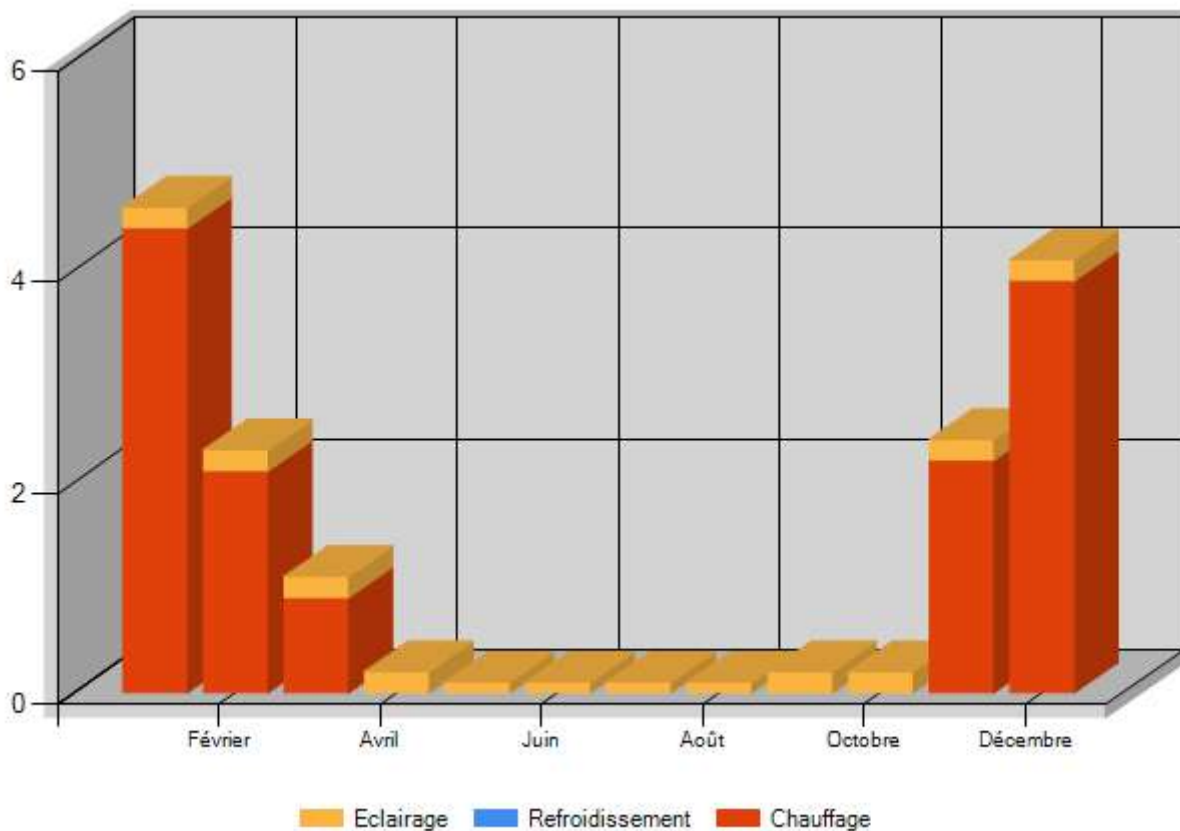
SRT : 11356,14 m²

Coefficient Bbio : 35,900 Bbio max : 72,000 Gain : 50,14 %

Besoins annuels en chaud : 13,500 en froid : 0,000 en éclairage : 1,800
en kWh/(m²SRT)

2. Détails des besoins par mois

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Chauffage	4,4	2,1	0,9	0	0	0	0	0	0	0	2,2	3,9
Refroidissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eclairage	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2



SAISIE du COEFFICIENT Cep

BATIMENT : Bâtiment Nord

1.1. BATIMENT

Désignation	Valeur
Référence	Bâtiment Nord
Surface SRT	8281,00 m ²

1.2. ZONE : Logements Nord

1.2.1. Généralités

Désignation	Valeur
Référence	Logements Nord
SRT de la zone	8281,00 m ²
Surface habitable de la zone	5938,87 m ²
Type de zone	Immeuble collectif
Différence hauteur zone	31,00 m
Hauteur entre le sol et le bas de la zone	0,00 m
Perméabilité de la zone	1,00 m ³ /(h.m2) sous 4 Pa

1.2.2. Chauffage

Désignation	Valeur
Mode de production de chauffage	Central inter-bâtiment
Programmation chauffage	Horl. à H fixe avec ctre d'ambiance

1.2.3. Refroidissement

Désignation	Valeur
Refroidissement	Zone non refroidie

1.2.4. Informations complémentaires

Désignation	Valeur
Zone traversante	Non
Nombre de logements	95

1.3. SAISIE des GROUPES

1.3.1. Groupe : Non clim Nord

1.3.1.1. Généralités

Désignation	Valeur
Référence	Non clim Nord
Groupe de transfert	Non
Surface de groupe	5938,87 m ²
Volume du groupe	15916,17 m ³
Inertie quotidienne	Très lourde
Inertie séquentielle	Moyenne
Groupe traversant	Non traversant
Système de refroidissement	Sans système de refroidissement
Catégorie du groupe	CE1
Hauteur de tirage de baie	1,50 m

1.3.1.2. Emission : Plancher chauffant

Désignation	Valeur
Référence	Plancher chauffant
Type d'émetteur	Chauffage seul

Etude U22Win

Désignation	Valeur
Surface des pièces concernées	5839,41 m ²
Ventilateurs liés aux émetteurs	Pas de ventilateur
Perte au dos	6,00 %
Hauteur sous plafond	Locaux de moins de 4m sous plafond

Emetteur chaud

Désignation	Valeur
Type de Chauffage	Electrique autre (Thermodynamique,...)
Type d'émetteur chaud	Plancher chauffant
Lié à la génération	PAC SUR NAPPE
Part surface du groupe assurée par cette émission	100,00 %
Part de besoins assurée par ce système d'émission	100,00 %
Classe de variation spatiale	Classe A
Variation temporelle	Régulation terminale certifiée (EUBAC, ...): 0,40
Type de réseau	Plancher chauffant
Lié à un réseau collectif	Pas de réseau collectif
Emplacement du réseau	Rés.entièrement en vol.chauf.
Régulation de la température	Temp. de départ fonction de temp. extérieure
Température de départ	40 °C
Delta T	10 °C
Régulation du débit	à débit variable
Début minimal	0,000 m ³ /h
Puissance des émetteurs	192700 W
Longueur du réseau en volume chauffé	Valeur par défaut
Isolation réseau en volume chauffé	Sous Fourreau
Présence d'un circulateur	Oui
Puissance du circulateur	500,00 W
Vitesse du circulateur	Vitesse Variable et pression différentielle variable

1.3.1.3. SAISIE de l'ECS

1.3.1.3.1. ECS : ECS sur PAC

Désignation	Valeur
Référence	ECS sur PAC
Type d'ECS	Lié au chauffage
Surface de groupe concernée	3092,3 m ²
Nombre de logements	48
Type de distribution	Prod. collective
Liée à la génération	PAC SUR NAPPE
Lié par réseau collectif	Pas de réseau collectif
Diamètre intérieur distribution	14,00 mm
Température du réseau ECS	50,00 °C
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison (b=1)
Part des besoins d'ECS passant par des mélangeurs	0,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des mitigeurs	100,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des robinets électro.	0,00 %

Type d'appareils sanitaires ECS lié

Désignation	Nombre	Surface totale m ²	Type d'appareil	Long. hors vol. chauff. (m)
T2	27	1188,39	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T3	5	311,12	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00

Etude U22Win

Désignation	Nombre	Surface totale m ²	Type d'appareil	Long. hors vol. chauff. (m)
T4	15	1383,94	Baignoire std (125L<V<175L)	7,00
T5	1	208,81	Baignoire std (125L<V<175L)	7,00

Désignation	Valeur
Coefficient correctif besoins connu	non
Longueur en volume chauffé	Par défaut
Longueur hors volume chauffé	0,00 m

1.3.1.3.2. ECS : ECS sur Gaz

Désignation	Valeur
Référence	ECS sur Gaz
Type d'ECS	Lié au chauffage
Surface de groupe concernée	2747,2 m ²
Nombre de logements	45
Type de distribution	Prod. collective
Liée à la génération	CH GAZ APPOINT
Lié par réseau collectif	Pas de réseau collectif
Diamètre intérieur distribution	14,00 mm
Température du réseau ECS	50,00 °C
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison (b=1)
Part des besoins d'ECS passant par des mélangeurs	0,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des mitigeurs	100,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des robinets électro.	0,00 %

Type d'appareils sanitaires ECS lié

Désignation	Nombre	Surface totale m ²	Type d'appareil	Long. hors vol. chauff. (m)
T2	26	1144,37	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T3	5	311,12	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T4	14	1291,67	Baignoire std (125L<V<175L)	7,00

Désignation	Valeur
Coefficient correctif besoins connu	non
Longueur en volume chauffé	Par défaut
Longueur hors volume chauffé	0,00 m

1.3.1.4. SAISIE de VENTILATION

1.3.1.4.1. Ventilation : VMC

Désignation	Valeur
Référence	VMC
Type de ventilation	Ventilation mécanique Simple Flux
Système de ventilation	ALDES Hygro B LC 14.5/17-2267
Liens vers la CTA	EasyVEC C4 micro-watt + 10000
Composant de ventilation	Cdep = Cdep3
Gestion de la ventilation	Dispositif avec temporisation
Etanchéité du réseau	Valeur par défaut

En reprise

Désignation	Valeur
Résistance thermique des réseaux situés hors vol.	1,20 m ² /(K.W)
Ratio de conduit en volume chauffé	Par défaut

Détails des Logements

Désignation	Nbre	Nbre	Nbre	Nbre	Nbre	Nbre	Nbre	Débit	Débit	Entrée	Entrée	Entrée
-------------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	--------	--------	--------

Etude U22Win

	log. id.	pièce princ.	SdB	SdB + WC	sal. d'eau	WC	pointe	base	d'air Smea	air auto à 20Pa	air auto à 100Pa
T2	54	2	1	0	0	0	31,07	31,07	56,6	0	0
T3	11	3	1	0	1	1	52,08	52,08	75	0	0
T4	9	4	1	0	0	1	50,57	50,57	106,8	0	0
T4 deux sdb	9	4	2	0	0	1	60,36	60,36	101,1	0	0
T4 buanderie	11	4	2	0	1	1	65,51	65,51	101,1	0	0
T5	1	5	2	0	1	1	90,09	90,09	118,2	0	0

Désignation	Valeur
Débit total de pointe	4059,73 m³/h
Débit total de base	4059,73 m³/h
Total des modules d'entrée d'air hygro (Smea)	6982,80 m³/h
Total des modules d'entrée d'air à 20 Pa	0,00 m³/h
Total des modules d'entrée d'air à 100 Pa	0,00 m³/h

1.4. SAISIE des CTA

1.4.1. CTA : EasyVEC C4 micro-watt + 10000

Désignation	Valeur
Référence	EasyVEC C4 micro-watt + 10000
Type de ventilation	Simple flux ou extracteur ou ouverture des fenêtres
Type de ventilateur	Ventilateur de reprise
Ventilateur relié à un réseau	En pression standard
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison
Puissance débit de base	160,20 W
Puissance débit de pointe	737,80 W

1.5. SAISIE des panneaux PHOTOVOLTAIQUES

1.5.1. Panneau photovoltaïque : Panneau Photovoltaïque Nord

Caractéristiques des capteurs

Désignation	Valeur
Référence	Panneau Photovoltaïque Nord
Marque des capteurs	CAPTEUR PV Standard
Dénomination	Capteur PV multicristallin
Nombre de capteurs identiques	199
Surface d'un module	1,46 m²
Technologie du capteur	Multi Cristallin
Puissance crête nominale d'un module	300,00 W
Tolérance de la puissance crête	0 %
Type de valeurs (temp., rend., coef.)	Valeurs justifiées
Temp.d'équilibre thermique du module NOCT	48,0 °C
Coefficient de température de la puissance crête	0
Type de confinement	Face arrière libre (en contact avec l'air ambiant)

Position des capteurs

Désignation	Valeur
Orientation	Sud
Inclinaison du module	0 °

Caractéristiques des onduleurs

Désignation	Valeur
Marque des onduleurs	ONDULATEUR PV Standard
Dénomination	Onduleur Générique
Nombre d'onduleurs identiques	4
Puissance nominale AC de sortie d'un onduleur	15000 W
Valeurs connues du rendement de l'onduleur	Rendement européen
Rendement européen de l'onduleur	91,00

1.6. Titres V**1.6.1. Pompe à chaleur double service électrique- Arrêté du 5 mars 2013**

Désignation	Valeur
Titre V dynamique intégré directement dans le moteur de calcul CSTB	

BATIMENT : Bâtiment Sud**2.1. BATIMENT**

Désignation	Valeur
Référence	Bâtiment Sud
Surface SRT	11356,14 m ²

2.2. ZONE : Logements Sud**2.2.1. Généralités**

Désignation	Valeur
Référence	Logements Sud
SRT de la zone	11356,14 m ²
Surface habitable de la zone	8606,75 m ²
Type de zone	Immeuble collectif
Différence hauteur zone	31,00 m
Hauteur entre le sol et le bas de la zone	3,60 m
Perméabilité de la zone	1,00 m ³ /(h.m2) sous 4 Pa

2.2.2. Chauffage

Désignation	Valeur
Mode de production de chauffage	Central inter-bâtiment
Programmation chauffage	Horl. à H fixe avec ctre d'ambiance

2.2.3. Refroidissement

Désignation	Valeur
Refroidissement	Zone non refroidie

2.2.4. Informations complémentaires

Désignation	Valeur
Zone traversante	Non
Nombre de logements	124

2.3. SAISIE des GROUPES**2.3.1. Groupe : Groupe non clim Sud****2.3.1.1. Généralités**

Désignation	Valeur
Référence	Groupe non clim Sud
Groupe de transfert	Non
Surface de groupe	8606,75 m ²
Volume du groupe	23066,09 m ³
Inertie quotidienne	Très lourde

Etude U22Win

Désignation	Valeur
Inertie séquentielle	Moyenne
Groupe traversant	Non traversant
Système de refroidissement	Sans système de refroidissement
Catégorie du groupe	CE1
Hauteur de tirage de baie	1,50 m

2.3.1.2. Emission : Plancher chauffant

Désignation	Valeur
Référence	Plancher chauffant
Type d'émetteur	Chauffage seul
Surface des pièces concernées	8606,75 m ²
Ventilateurs liés aux émetteurs	Pas de ventilateur
Perte au dos	6,00 %
Hauteur sous plafond	Locaux de moins de 4m sous plafond

Emetteur chaud

Désignation	Valeur
Type de Chauffage	Electrique autre (Thermodynamique,...)
Type d'émetteur chaud	Plancher chauffant
Lié à la génération	PAC SUR NAPPE
Part surface du groupe assurée par cette émission	100,00 %
Part de besoins assurée par ce système d'émission	100,00 %
Classe de variation spatiale	Classe A
Variation temporelle	Régulation terminale certifiée (EUBAC, ...): 0,40
Type de réseau	Plancher chauffant
Lié à un réseau collectif	Pas de réseau collectif
Emplacement du réseau	Rés.entièrement en vol.chauf.
Régulation de la température	Temp. de départ fonction de temp. extérieure
Température de départ	40 °C
Delta T	10 °C
Régulation du débit	à débit variable
Début minimal	0,000 m ³ /h
Puissance des émetteurs	280242 W
Longueur du réseau en volume chauffé	Valeur par défaut
Isolation réseau en volume chauffé	Nu à l'air libre
Présence d'un circulateur	Oui
Puissance du circulateur	500,00 W
Vitesse du circulateur	Vitesse Variable et pression différentielle variable

2.3.1.3. SAISIE de l'ECS

2.3.1.3.1. ECS : ECS sur PAC

Désignation	Valeur
Référence	ECS sur PAC
Type d'ECS	Electrique
Surface de groupe concernée	4280,5 m ²
Nombre de logements	62
Type de distribution	Prod. collective
Liée à la génération	PAC SUR NAPPE
Lié par réseau collectif	Pas de réseau collectif
Diamètre intérieur distribution	12,00 mm
Température du réseau ECS	45,00 °C

Désignation	Valeur
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison (b=1)
Part des besoins d'ECS passant par des mélangeurs	0,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des mitigeurs	100,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des robinets électro.	0,00 %

Type d'appareils sanitaires ECS lié

Désignation	Nombre	Surface totale m ²	Type d'appareil	Long. hors vol. chauff. (m)
T1	9	269,68	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T2	9	428,40	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T3	23	1605,95	Baignoire std (125L<V<175L)	7,00
T4	21	1976,51	Baignoire std (125L<V<175L)	10,00

Désignation	Valeur
Coefficient correctif besoins connu	non
Longueur en volume chauffé	Par défaut
Longueur hors volume chauffé	0,00 m

2.3.1.3.2. ECS : ECS sur GAZ

Désignation	Valeur
Référence	ECS sur GAZ
Type d'ECS	Electrique
Surface de groupe concernée	4310,2 m ²
Nombre de logements	63
Type de distribution	Prod. collective
Liée à la génération	CH GAZ APPOINT
Lié par réseau collectif	Pas de réseau collectif
Diamètre intérieur distribution	12,00 mm
Température du réseau ECS	45,00 °C
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison (b=1)
Part des besoins d'ECS passant par des mélangeurs	0,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des mitigeurs	100,00 %
Part des besoins d'ECS passant par des robinets électro.	0,00 %

Type d'appareils sanitaires ECS lié

Désignation	Nombre	Surface totale m ²	Type d'appareil	Long. hors vol. chauff. (m)
T1	9	269,68	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T2	10	478,84	Baignoire std (125L<V<175L)	5,00
T3	23	1605,95	Baignoire std (125L<V<175L)	7,00
T4	20	1888,35	Baignoire std (125L<V<175L)	10,00
Conciergerie	1	67,37	Douche(s) seule(s)	5,00

Désignation	Valeur
Coefficient correctif besoins connu	non
Longueur en volume chauffé	Par défaut
Longueur hors volume chauffé	0,00 m

2.3.1.4. SAISIE de VENTILATION

2.3.1.4.1. Ventilation : VMC EST

Désignation	Valeur
Référence	VMC EST
Type de ventilation	Ventilation mécanique Simple Flux
Système de ventilation	ALDES Hygro B LC 14.5/17-2267

Etude U22Win

Désignation	Valeur
Liens vers la CTA	EasyVEC C4 micro-watt + 10000
Composant de ventilation	Cdep = Cdep3
Gestion de la ventilation	Dispositif avec temporisation
Etanchéité du réseau	Valeur par défaut

En reprise

Désignation	Valeur
Résistance thermique des réseaux situés hors vol.	1,20 m ² /(K.W)
Ratio de conduit en volume chauffé	90,00 %

Détails des Logements

Désignation	Nbre log. id.	Nbre pièce princ.	Nbre SdB	Nbre SdB + WC	Nbre sal. d'eau	Nbre WC	Débit pointe	Débit base	Entrée d'air Smea	Entrée air auto à 20Pa	Entrée air auto à 100Pa
T1	9	1	0	1	0	0	28,59	28,59	55,2	0	0
T3	37	3	1	0	0	1	46,83	46,83	75	0	0
T4	20	4	1	1	0	1	71,48	71,48	95,8	0	0
T4 buanderie	1	4	1	1	1	1	76,63	76,63	95,8	0	0

Désignation	Valeur
Débit total de pointe	3496,25 m ³ /h
Débit total de base	3496,25 m ³ /h
Total des modules d'entrée d'air hygro (Smea)	5283,60 m ³ /h
Total des modules d'entrée d'air à 20 Pa	0,00 m ³ /h
Total des modules d'entrée d'air à 100 Pa	0,00 m ³ /h

2.3.1.4.2. Ventilation : VMC Ouest

Désignation	Valeur
Référence	VMC Ouest
Type de ventilation	Ventilation mécanique Simple Flux
Système de ventilation	ALDES Hygro B LC 14.5/17-2267
Liens vers la CTA	EasyVEC C4 micro-watt + 8000
Composant de ventilation	Cdep = Cdep3
Gestion de la ventilation	Dispositif avec temporisation
Etanchéité du réseau	Valeur par défaut

En reprise

Désignation	Valeur
Résistance thermique des réseaux situés hors vol.	1,20 m ² /(K.W)
Ratio de conduit en volume chauffé	90,00 %

Détails des Logements

Désignation	Nbre log. id.	Nbre pièce princ.	Nbre SdB	Nbre SdB + WC	Nbre sal. d'eau	Nbre WC	Débit pointe	Débit base	Entrée d'air Smea	Entrée air auto à 20Pa	Entrée air auto à 100Pa
T1	9	1	0	1	0	0	28,59	28,59	55,2	0	0
T2 WC/SDB séparés	10	2	1	0	0	1	38,75	38,75	51,2	0	0
T2 WC/SDB communs	9	2	0	1	0	0	31,07	31,07	56,6	0	0
T3	9	3	1	0	0	1	46,83	46,83	75	0	0

Etude U22Win

Désignation	Nbre log. id.	Nbre pièce princ.	Nbre SdB	Nbre SdB + WC	Nbre sal. d'eau	Nbre WC	Débit pointe	Débit base	Entrée d'air Smea	Entrée air auto à 20Pa	Entrée air auto à 100Pa
T4	19	4	1	1	0	1	71,48	71,48	95,8	0	0
T4 buanderie	1	4	1	1	1	1	76,63	76,63	95,8	0	0
Conciergerie	1	1	0	1	0	0	28,59	28,59	55,2	0	0

Désignation	Valeur
Débit total de pointe	2809,25 m³/h
Débit total de base	2809,25 m³/h
Total des modules d'entrée d'air hygro (Smea)	4164,40 m³/h
Total des modules d'entrée d'air à 20 Pa	0,00 m³/h
Total des modules d'entrée d'air à 100 Pa	0,00 m³/h

2.4. SAISIE des CTA

2.4.1. CTA : EasyVEC C4 micro-watt + 10000

Désignation	Valeur
Référence	EasyVEC C4 micro-watt + 10000
Type de ventilation	Simple flux ou extracteur ou ouverture des fenêtres
Type de ventilateur	Ventilateur de reprise
Ventilateur relié à un réseau	En pression standard
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison
Puissance débit de base	245,80 W
Puissance débit de pointe	1463,50 W

2.4.2. CTA : EasyVEC C4 micro-watt + 8000

Désignation	Valeur
Référence	EasyVEC C4 micro-watt + 8000
Type de ventilation	Simple flux ou extracteur ou ouverture des fenêtres
Type de ventilateur	Ventilateur de reprise
Ventilateur relié à un réseau	En pression standard
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison
Puissance débit de base	224,10 W
Puissance débit de pointe	1360,80 W

2.5. SAISIE des panneaux PHOTOVOLTAIQUES

2.5.1. Panneau photovoltaïque : Panneau Photovoltaïque Sud

Caractéristiques des capteurs

Désignation	Valeur
Référence	Panneau Photovoltaïque Sud
Marque des capteurs	CAPTEUR PV Standard
Dénomination	Capteur PV multicristallin
Nombre de capteurs identiques	349
Surface d'un module	1,46 m²
Technologie du capteur	Multi Cristallin
Puissance crête nominale d'un module	300,00 W
Tolérance de la puissance crête	0 %
Type de valeurs (temp., rend., coef.)	Valeurs justifiées
Temp.d'équilibre thermique du module NOCT	48,0 °C
Coefficient de température de la puissance crête	0
Type de confinement	Face arrière libre (en contact avec l'air

Désignation	Valeur
	ambiant)

Position des capteurs

Désignation	Valeur
Orientation	Sud
Inclinaison du module	0 °

Caractéristiques des onduleurs

Désignation	Valeur
Marque des onduleurs	ONDULATEUR PV Standard
Dénomination	Onduleur Générique
Nombre d'onduleurs identiques	7
Puissance nominale AC de sortie d'un onduleur	15000 W
Valeurs connues du rendement de l'onduleur	Rendement européen
Rendement européen de l'onduleur	91,00

2.6. Titres V**2.6.1. Pompe à chaleur double service électrique- Arrêté du 5 mars 2013**

Désignation	Valeur
Titre V dynamique intégré directement dans le moteur de calcul CSTB	

3. SAISIE des GENERATIONS**3.1. Génération : PAC SUR NAPPE**

Désignation	Valeur
Référence	PAC SUR NAPPE
Services assurés	Chauffage et ECS
Type de gestion	Générateurs en cascade
Raccordement des générateurs	Générateurs multiples raccordés en permanence
Raccordement hydraulique	Avec possibilité d'isolement
Position de la production	Hors volume chauffé
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison

3.1.1. Type de gestion de la température de génération en chauffage

Désignation	Valeur
Gestion de la température	Fct à la temp.moyenne des réseaux de distribution

3.1.2. Température de fonctionnement de la génération en ECS pour les générateurs instantanés

Désignation	Valeur
Température de fonctionnement	50,0 °C

3.1.3. Générateur : LG-LGP 1 - LG-LGP 1200V Eau/Eau - CIAT

Désignation	Valeur
Référence	LG-LGP 1 - LG-LGP 1200V Eau/Eau
Marque	CIAT
Type de générateur	503 / PAC à compression électrique
Service du générateur	Chauffage et ECS
Nombre identique	1

Caractéristiques

Désignation	Valeur
Type de système	Pac double service eau de nappe/ eau
Type d'émetteur raccordé	Planch. et plaf. chauff.ou raf. intégrés au bâti d'inertie forte
Fonctionnement du compresseur	Fct en mode continu ou en cycle marche

Etude U22Win

Désignation	Valeur
	arrêt
Statut des données en mode continu	Valeur par défaut
Statut de la part de puissance des auxiliaires	Valeur certifiée
Pourcent.de la puis.élec.des aux.dans la puis.élec.tot.	0,54 %
Puissances de la PAC connues	Les puissances absorbées Pabs
Type de limite de température en mode chaud	Pas de limite
Existence d'une résistance d'appoint	Non

Source Amont

Désignation	Valeur
Pour système sur l'eau	Eau de nappe avec échangeur
Ecart de temp. aux bornes du condenseur en mode chauffage	5,00 °C

Auxiliaires

Désignation	Valeur
Type de gestion de captage	Marche permanente au cours de la saison de fonctionnement
Puissance électrique des pompes	200 W
Gestion des pompes de captage	Fonctionnement à vitesse variable
Mois où la température de captage est la plus basse	Février
Temp. maximale annuelle d'eau de captage	37 °C
Temp. minimale annuelle d'eau de captage	10 °C

Chauffage

Il existe des valeurs certifiées ou mesurées

Désignation	Valeur
Température Amont	7/10;
Température Aval	35/30;45/40;55/47;

		7/10
35/30	Pabs (kW)	88,510
	COP	5,31
	Certification	Mesurée
45/40	Pabs (kW)	104,990
	COP	4,21
	Certification	Mesurée
55/47	Pabs (kW)	126,150
	COP	3,25
	Certification	Mesurée

Ecs

Il existe des valeurs certifiées ou mesurées

Désignation	Valeur
Température Amont	7/10;
Température Aval	25°C;35°C;45°C;

		7/10
25°C	Pabs (kW)	88,510
	COP	5,31
	Certification	Mesurée
35°C	Pabs (kW)	104,990
	COP	4,21
	Certification	Mesurée
45°C	Pabs (kW)	126,150
	COP	3,25
	Certification	Mesurée

Désignation	Valeur
-------------	--------

Existence d'une résistance d'appoint	Non
--------------------------------------	-----

3.1.3.5. Stockage et Système solaire : Stockage 1

Désignation	Valeur
Référence	Stockage 1
Type de stockage	Ballon de stockage sans solaire ni appoint
Service assuré	ECS seul
Nombre d'assemblages strictement identiques	1

Caractéristiques des ballons

Ballon - CORHYDRO 2500I TMO

Désignation	Valeur
Référence	CORHYDRO 2500I TMO
Mode de production	Ballon de base
Volume total du ballon	2512,0 l
Valeur connue pertes du ballon	Valeur justifiée
Ua	3,380 W/K
Type de gestion de l'appoint	Standard RT2012
Type de gestion du thermostat	Chauffage permanent
Température maximale du ballon	Par défaut
Hystérésis du thermostat du ballon	Par défaut
Hauteur relative de l'échangeur de base à partir du fond de la cuve	0,37
N° de la zone du ballon qui contient le syst. de régul. de base	1

Ballon - CORHYDRO 2000I TMO

Désignation	Valeur
Référence	CORHYDRO 2000I TMO
Mode de production	Ballon de base
Volume total du ballon	2077,0 l
Valeur connue pertes du ballon	Valeur justifiée
Ua	3,000 W/K
Type de gestion de l'appoint	Standard RT2012
Type de gestion du thermostat	Chauffage permanent
Température maximale du ballon	Par défaut
Hystérésis du thermostat du ballon	Par défaut
Hauteur relative de l'échangeur de base à partir du fond de la cuve	0,40
N° de la zone du ballon qui contient le syst. de régul. de base	1

3.2. Génération : CH GAZ APPOINT

Désignation	Valeur
Référence	CH GAZ APPOINT
Services assurés	ECS seule
Type de gestion	Générateurs en cascade
Raccordement des générateurs	Générateurs multiples raccordés en permanence
Raccordement hydraulique	Avec possibilité d'isolement
Position de la production	Hors volume chauffé
Liaison à l'espace tampon	Sans liaison

3.2.1. Température de fonctionnement de la génération en ECS pour les générateurs instantanés

Désignation	Valeur
Température de fonctionnement	60,0 °C

3.2.2. Générateur : GUI08007 - Varmax 390 Fichier :LC_Chaudière_Sol ga - ATLANTIC GUILLOT

Désignation	Valeur
-------------	--------

Référence	GUI08007 - Varmax 390 Fichier :LC_Chaudière_Sol ga
Marque	ATLANTIC GUILLOT
Type de générateur	102 / Chaudière gaz à condensation
Type de gaz	Gaz naturel
Service du générateur	ECS seul
Type ventilation du générateur	Absence de ventilateur
Puissance nominale	381,00 kW
Nombre identique	1
Rendement à la puissance nominale	97,80 %
Statut	Valeur certifiée
Pertes à l'arrêt	0,31 kW
Puissance utile intermédiaire	127,40 kW
Rendement à la puissance intermédiaire	108,90 %
Statut	Valeur certifiée
Puissance électrique des auxiliaires à Pn	480 W
Puissance électrique des auxiliaires à charge nulle	5 W
Température Mini de fonctionnement	23,00 °C
Existence d'une cogénération	Non

3.2.2.1. Stockage et Système solaire : Stockage 1

Désignation	Valeur
Référence	Stockage 1
Type de stockage	Ballon de stockage sans solaire ni appoint
Service assuré	ECS seul
Nombre d'assemblages strictement identiques	1

Caractéristiques des ballons

Ballon - CORHYDRO 2000I TMO

Désignation	Valeur
Référence	CORHYDRO 2000I TMO
Mode de production	Ballon de base
Volume total du ballon	2077,0 l
Valeur connue pertes du ballon	Valeur justifiée
Ua	3,000 W/K
Type de gestion de l'appoint	Standard RT2012
Type de gestion du thermostat	Chauffage permanent
Température maximale du ballon	Par défaut
Hystérésis du thermostat du ballon	Par défaut
Hauteur relative de l'échangeur de base à partir du fond de la cuve	0,40
N° de la zone du ballon qui contient le syst. de régul. de base	1

RESULTATS du coefficient Cep

Bâtiment n° 1 : Bâtiment Nord

SRT : 8281,00 m²
 Coefficient Cep : 14,800 Cep max : 69,000 Gain : 78,55 %
 Production ENR : 23,600 RER : 14,70 %

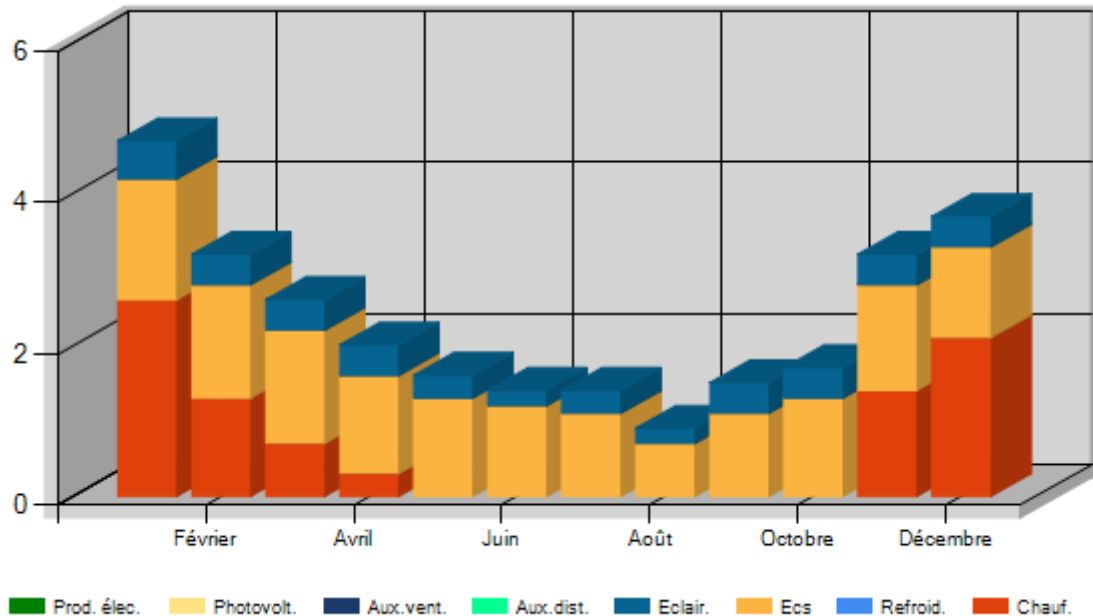
(Valeurs exprimées en kWh/m²(SRT)an)

Consommations annuelles

	Energie finale	Energie primaire
Chauf.	3,200	8,300
Refroid.	0,000	0,000
Ecs	10,800	15,100
Eclair.	1,700	4,300
Aux.dist.	0,000	0,100
Aux.vent.	0,200	0,500
Photovolt.	-5,200	-13,500

Détails des consommations en énergie primaire par mois

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Chauf.	2,6	1,3	0,7	0,3	0	0	0	0	0	0	1,4	2,1
Refroid.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecs	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,1	0,7	1,1	1,3	1,4	1,2
Eclair.	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
Aux.dist.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aux.vent.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



RESULTATS du coefficient Cep

Bâtiment n° 2 : Bâtiment Sud

SRT : 11356,14 m²
 Coefficient Cep : 12,400 Cep max : 69,000 Gain : 82,03 %
 Production ENR : 27,800 RER : 18,40 %

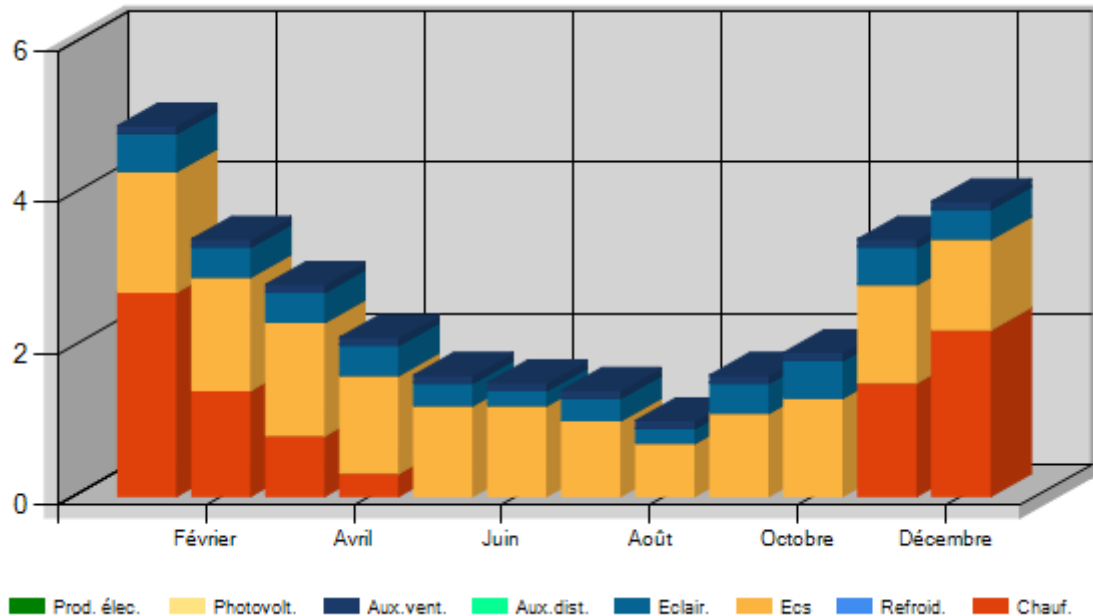
(Valeurs exprimées en kWh/m²(SRT)an)

Consommations annuelles

	Energie finale	Energie primaire
Chauf.	3,500	8,900
Refroid.	0,000	0,000
Ecs	10,900	14,900
Eclair.	1,800	4,600
Aux.dist.	0,000	0,100
Aux.vent.	0,400	1,100
Photovolt.	-6,700	-17,300

Détails des consommations en énergie primaire par mois

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Chauf.	2,7	1,4	0,8	0,3	0	0	0	0	0	0	1,5	2,2
Refroid.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecs	1,6	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	1	0,7	1,1	1,3	1,3	1,2
Eclair.	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4
Aux.dist.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aux.vent.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1



DETAILS DU CONFORT D'ETE

Zone climatique été : H1c

Bâtiment : Bâtiment Nord

Zone : Logements Nord

Groupe : Non clim Nord

Inertie Quotidienne : Très lourde

Inertie Séquentielle : Moyenne

Code vitrage	Surf. en m²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	1,98	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	3,96	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		

Etude U22Win

Code vitrage	Surf. en m²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	17,82	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	15,84	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
04	19,80	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		

Etude U22Win

Code vitrage	Surf. en m²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	19,80	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	3,96	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	1,98	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	19,80	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	17,82	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		

TIC = 26,0 - TICRéf = 31,9

Bâtiment : Bâtiment Sud

Zone : Logements Sud

Groupe : Groupe non clim Sud

Inertie Quotidienne : Très lourde

Inertie Séquentielle : Moyenne

Code vitrage	Surf. en m²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		

Code vitrage	Surf. en m²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		

Etude U22Win

Code vitrage	Surf. en m²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	23,76	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
04	7,92	0,380	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		

Etude U22Win

Code vitrage	Surf. en m ²	Fact. sol. hiver	Fact. sol. été	Fact. sol. global	Orientation	Présence masque proche	Présence masque lointain	Statut d'occup.	Expo. au bruit	Fact. sol. réf	Respect garde-fou
01	9,90	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	7,92	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Ouest	X		Normal	BR1		
02	11,88	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
01	5,94	0,400	0,100	0,100	Sud	X		Normal	BR1		
02	17,82	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
01	13,86	0,400	0,100	0,100	Est	X		Normal	BR1		
04	11,88	0,380	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
02	5,94	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	15,84	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		
01	3,96	0,400	0,100	0,100	Nord	X		Normal	BR1		

TIC = 26,0 - TICRéf = 31,6

CONTROLE des GARDE-FOUS**1. Bâtiment : Bâtiment Nord****Energies renouvelables**

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
16	Recours à une source d'énergie renouvelable	Logiciel	Sans Objet

Etanchéité à l'air de l'enveloppe

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
17	Etanchéité à l'air de l'enveloppe	Logiciel	Conforme

Isolation thermique

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
18	Isolation des séparatifs habitation / locaux occupation discontinue	Logiciel	Sans Objet
19	Respect des ponts thermiques	Logiciel	Conforme

Accès à l'éclairage naturel

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
20	Accès à l'éclairage naturel	Logiciel	Conforme

Confort d'été

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
21	Protection solaire des baies des locaux de sommeil de catégorie CE1	Logiciel	Conforme
22	Ouverture des baies des locaux	Utilisateur	Conforme

Dispositions diverses dans les bâtiments à usage d'habitation

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
23	Dispositifs de mesure des consommations des logements	Utilisateur	Conforme
24	Dispositifs d'arrêt et de régulation de chauffage par local	Utilisateur	Conforme
25	Dispositifs d'équilibrage et d'arrêt des pompes	Utilisateur	Conforme
26	Régulation des installations de refroidissement	Utilisateur	Sans Objet
27	Dispositifs de commande de l'éclairage dans les circulations	Utilisateur	Conforme
28	Dispositifs de commande de l'éclairage dans pour les parcs de stationnement	Utilisateur	Conforme
29	Interdiction de chaud et froid sur émission finale	Utilisateur	Sans Objet
30	Limitation des productions d'électricité à demeure	Logiciel	Conforme

Dispositions diverses dans les bâtiments à usage autre que d'habitation

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
31	Dispositifs de mesure des consommations	Logiciel	Sans Objet
32	Ventilation des locaux à usages différents	Logiciel	Sans Objet
33	Temporisation des systèmes de ventilation	Logiciel	Sans Objet
34	Dispositifs d'arrêt et de régulation de chauffage par local	Logiciel	Sans Objet
35	Dispositifs de régulation de chauffage par zone	Logiciel	Sans Objet
36	Dispositifs d'équilibrage et d'arrêt des pompes	Logiciel	Sans Objet
37	Dispositifs d'extinction de l'éclairage	Logiciel	Sans Objet
38	Dispositifs d'extinction de l'éclairage par le gestionnaire	Logiciel	Sans Objet

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
39	Dispositifs d'extinction de l'éclairage dans les circulations	Logiciel	Sans Objet
40	Dispositifs d'extinction de l'éclairage dans les parcs de stationnement	Logiciel	Sans Objet
41	Zonage de l'éclairage à proximité des baies	Logiciel	Sans Objet
42	Systèmes spécifiques de ventilation pour les locaux refroidis	Logiciel	Sans Objet
43	Fermeture automatique des portes des locaux refroidis	Logiciel	Sans Objet
44	Régulation des installations de refroidissement	Logiciel	Sans Objet
45	Interdiction de chaud et froid sur émission finale	Logiciel	Sans Objet

2. Bâtiment : Bâtiment Sud

Energies renouvelables

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
16	Recours à une source d'énergie renouvelable	Logiciel	Sans Objet

Etanchéité à l'air de l'enveloppe

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
17	Etanchéité à l'air de l'enveloppe	Logiciel	Conforme

Isolation thermique

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
18	Isolation des séparatifs habitation / locaux occupation discontinue	Logiciel	Sans Objet
19	Respect des ponts thermiques	Logiciel	Conforme

Accès à l'éclairage naturel

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
20	Accès à l'éclairage naturel	Logiciel	Conforme

Confort d'été

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
21	Protection solaire des baies des locaux de sommeil de catégorie CE1	Logiciel	Conforme
22	Ouverture des baies des locaux	Utilisateur	Conforme

Dispositions diverses dans les bâtiments à usage d'habitation

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
23	Dispositifs de mesure des consommations des logements	Utilisateur	Conforme
24	Dispositifs d'arrêt et de régulation de chauffage par local	Utilisateur	Conforme
25	Dispositifs d'équilibrage et d'arrêt des pompes	Utilisateur	Conforme
26	Régulation des installations de refroidissement	Utilisateur	Sans Objet
27	Dispositifs de commande de l'éclairage dans les circulations	Utilisateur	Conforme
28	Dispositifs de commande de l'éclairage dans pour les parcs de stationnement	Utilisateur	Conforme
29	Interdiction de chaud et froid sur émission finale	Utilisateur	Sans Objet
30	Limitation des productions d'électricité à demeure	Logiciel	Conforme

Dispositions diverses dans les bâtiments à usage autre que d'habitation

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
31	Dispositifs de mesure des consommations	Logiciel	Sans Objet
32	Ventilation des locaux à usages différents	Logiciel	Sans Objet
33	Temporisation des systèmes de ventilation	Logiciel	Sans Objet

N°Art.	Intitulé	Vérif.par	Conformité
34	Dispositifs d'arrêt et de régulation de chauffage par local	Logiciel	Sans Objet
35	Dispositifs de régulation de chauffage par zone	Logiciel	Sans Objet
36	Dispositifs d'équilibrage et d'arrêt des pompes	Logiciel	Sans Objet
37	Dispositifs d'extinction de l'éclairage	Logiciel	Sans Objet
38	Dispositifs d'extinction de l'éclairage par le gestionnaire	Logiciel	Sans Objet
39	Dispositifs d'extinction de l'éclairage dans les circulations	Logiciel	Sans Objet
40	Dispositifs d'extinction de l'éclairage dans les parcs de stationnement	Logiciel	Sans Objet
41	Zonage de l'éclairage à proximité des baies	Logiciel	Sans Objet
42	Systèmes spécifiques de ventilation pour les locaux refroidis	Logiciel	Sans Objet
43	Fermeture automatique des portes des locaux refroidis	Logiciel	Sans Objet
44	Régulation des installations de refroidissement	Logiciel	Sans Objet
45	Interdiction de chaud et froid sur émission finale	Logiciel	Sans Objet

RECAPITULATIF

Données administratives

Nom de l'étude : 1473-CALC-QEB-04-C-RT GLOBAL-THERM AIX LES BAINS-AR-PC3
U22Win

Référence : Etude

Date du permis : 01/07/2019

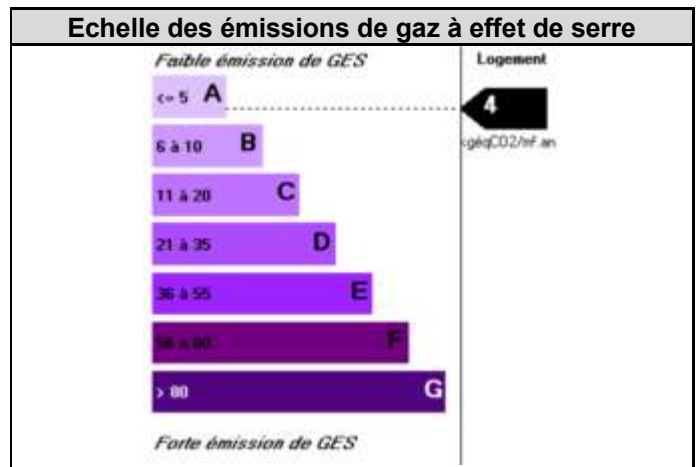
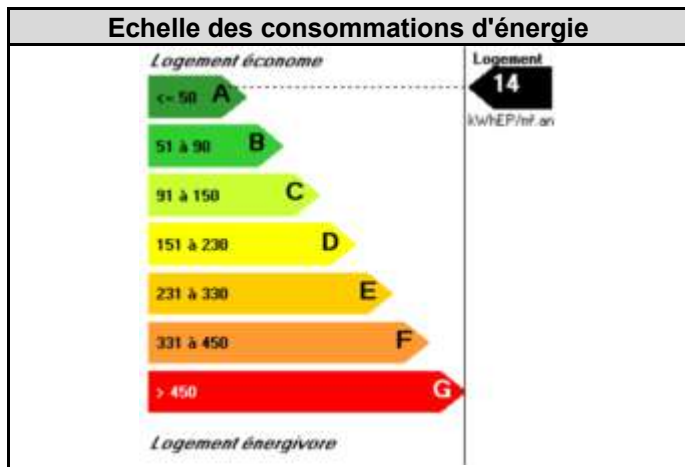
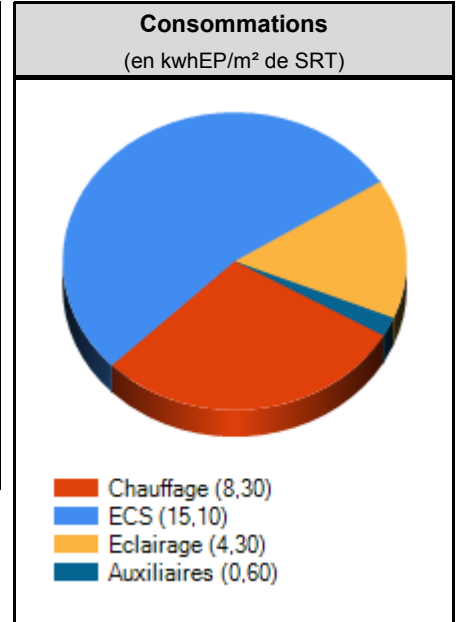
Numéro du permis : 0

Surface utile : 5938,87 m²

Surface SRT : 8281,00 m²

Maître d'ouvrage :

Bâtiment: Bâtiment Nord - bâtiment neuf					
Zone	Type			Surface m ²	
LOGEMENTS NORD	Immeuble collectif			5938,87	
Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic	Tic Réf.	
Non clim Nord	Groupe non refroidi	CE1	26,00	31,90	
		Bbio	Bbio Max	Gain en %	
		Bbio	37,900	72,000	47,36
		Cep	Cep Max	Gain en %	
		Cep	14,800	69,000	78,55
Les garde-fous sont conformes.					
Le bâtiment est conforme à la RT2012 au sens des ThBCE.					



Valeurs exprimées en fonction de la surface habitable

Nota : L'étiquette Energie et l'étiquette Emission de Gaz à effet de serre ne peuvent être équivalentes aux dispositions concernant la production du diagnostic de performance énergétique portant sur un bâtiment ou partie de bâtiment neuf qui est exigé pour les dépôts de demande de permis de construire postérieure au 30 juin 2007.

RECAPITULATIF

Données administratives

Nom de l'étude : 1473-CALC-QEB-04-C-RT GLOBAL-THERM AIX LES BAINS-AR-PC3
U22Win

Référence : Etude

Date du permis : 01/07/2019

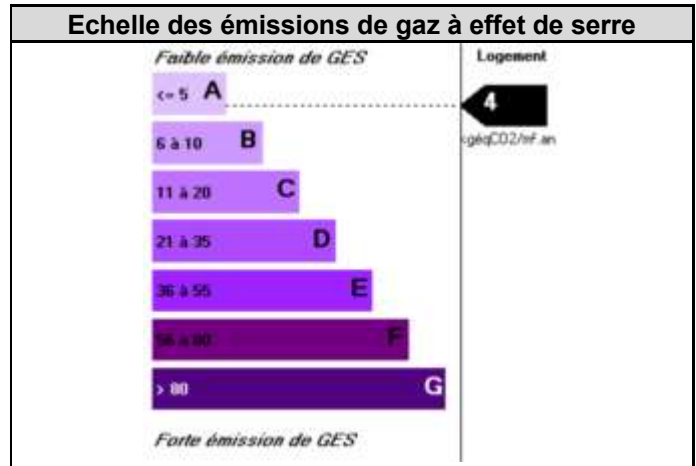
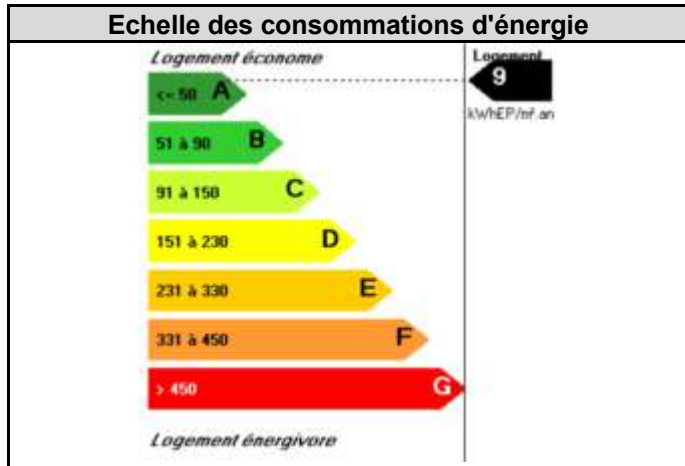
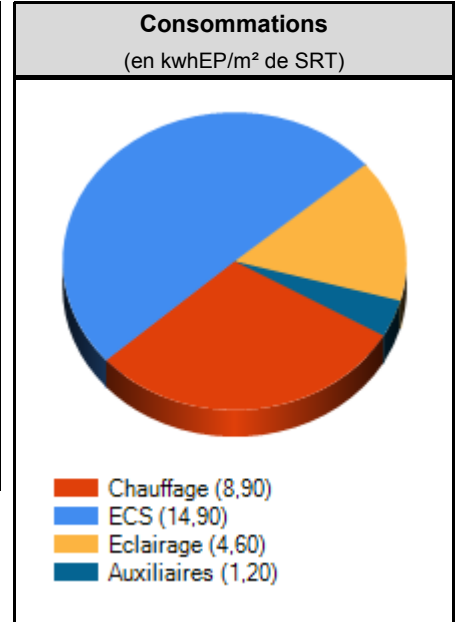
Numéro du permis : 0

Surface utile : 8606,75 m²

Surface SRT : 11356,14 m²

Maître d'ouvrage :

Bâtiment: Bâtiment Sud - bâtiment neuf					
Zone			Type	Surface m ²	
LOGEMENTS SUD			Immeuble collectif	8606,75	
Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic	Tic Réf.	
Groupe non clim Sud	Groupe non refroidi	CE1	26,00	31,60	
		Bbio	Bbio Max	Gain en %	
		Bbio	35,900	72,000	50,14
		Cep	Cep Max	Gain en %	
		Cep	12,400	69,000	82,03
Les garde-fous sont conformes.					
Le bâtiment est conforme à la RT2012 au sens des ThBCE.					



Valeurs exprimées en fonction de la surface habitable

Nota : L'étiquette Energie et l'étiquette Emission de Gaz à effet de serre ne peuvent être équivalentes aux dispositions concernant la production du diagnostic de performance énergétique portant sur un bâtiment ou partie de bâtiment neuf qui est exigé pour les dépôts de demande de permis de construire postérieure au 30 juin 2007.

BOUYGUES / SAS SAVOIE (SCCV DU SILLON ALPIN)

Réhabilitation des bâtiments des anciens
thermes nationaux d'AIX-LES-BAINS (73)

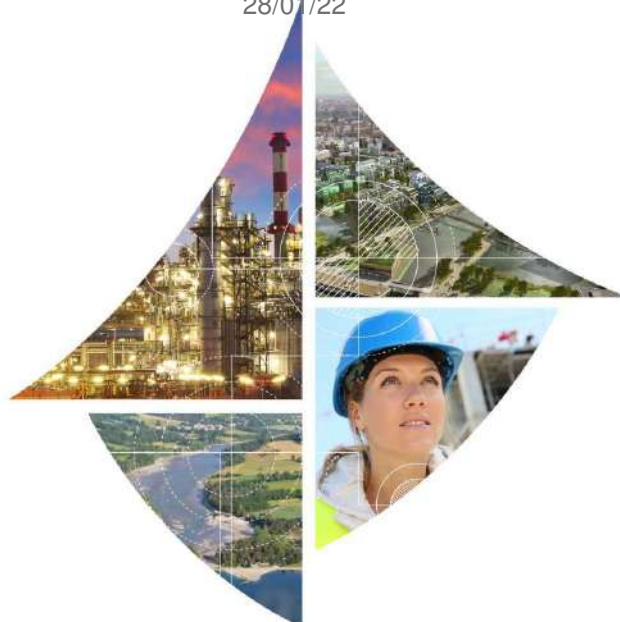
Evaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermale

Rapport final

Réf : CGHCCE213124 / RGHCCE09798-01

SGE

28/01/22






BOUYGUES / SAS SAVOIE (SCCV DU SILLON ALPIN)

Réhabilitation des bâtiments des anciens thermes nationaux d'AIX-LES-BAINS (73)

Evaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermale

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport provisoire	16/12/21	01	S.GRANGE	I. PYOT	
Rapport final	28/01/22	02	S.GRANGE 	I. PYOT p.o. 	I. PYOT p.o. 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CGHCCE213124 / RGHCCE09798-01
Numéro d'affaire :	A56456
Domaine technique :	HB01 Hydrogéologie et géologie du bâtiment et des infrastructures

GINGER BURGEAP Agence Centre-Est • Bâtiment A "Hermès" - 2, rue du tour de l'eau – 38400 Saint-Martin-D'Herès Tél : 04.76.00.75.50 • burgeap.grenoble@groupeginger.com

SOMMAIRE

Introduction	5
1. Etat initial de l'environnement – volet ressource thermique.....	6
1.1 Orientations bibliographiques	6
1.2 Contexte géomorphologique et géologique général	7
1.3 Contexte hydrogéologique – fonctionnement du circuit thermal	10
1.3.1 Terrains aquifères	10
1.3.2 Le circuit thermal et minéral	10
1.3.3 Chimie des eaux	11
1.4 Exploitation de la ressource thermique	14
1.5 Connaissances géologiques et hydrogéologiques au droit du projet	21
1.5.1 Le réseau karstique terminal	21
1.5.2 Les reconnaissances géotechniques	31
1.5.3 Les reconnaissances hydrogéologiques	34
1.5.4 Synthèse des observations– fonctionnement hydrogéologique au droit du projet....	45
2. Impacts temporaires et permanents	47
2.1 Interférence entre le projet et la ressource thermique	47
2.1.1 Rappel du projet de parking souterrain	47
2.1.2 Interférence entre le projet et les calcaires	48
2.1.3 Interférence entre le projet et les remontées thermales observées en forage	51
2.1.4 Risque vis-à-vis de la ressource thermique – Définition des enjeux	52
2.2 Impact des travaux de terrassements des parkings sur la ressource en eau thermique.....	53
2.3 Impact du projet sur les cimentations des forages Reine-Hortense et Chevalley.....	54
3. Mesures d'évitement, de réduction et de suivi.....	55
3.1 Mesures d'évitement	55
3.2 Mesures de réduction	55
3.2.1 Vis-à-vis de l'impact sur les remontées thermales dans l'aquifère urgonien	55
3.2.2 Vis-à-vis de risque sur les cimentations des forages due aux vibrations	60
3.3 Chiffrages des mesures.....	61

TABLEAUX

Tableau 1 : Bibliographie consultée	6
Tableau 2 : Synthèse des forages d'exploitation des eaux thermales (hors forage Hygié, en cours de qualification et forages eaux minérales de la SEAB extrait du rapport ANTEA n°98237/C).....	19
Tableau 3 : Résultats des carottages	27
Tableau 4 : Profondeur du toit de calcaires en forage	32
Tableau 5 : Relevé piézométrique et de température du 14/10/21	35
Tableau 6 : Relevé piézométrique et de température du 17/12/21	35
Tableau 7 : Résultats des essais de perméabilité du 23/06/21	43
Tableau 8 : Résultats des essais sur les forages de décembre 1990.....	45

FIGURES

Figure 1 : Cadre géologique régional (Extrait de la carte géologique au 1/250 000 du BRGM, annoté).....	8
Figure 2 : Log stratigraphique régional (extrait de la thèse de S. GALLINO).....	9
Figure 3 : Coupe hydrogéologique du fonctionnement du système des eaux thermales d'Aix-les-Bains (d'après JC CARFATAN).....	12
Figure 4 : Coupe hydrogéologique du fonctionnement du système des eaux minérales d'Aix-les-Bains (d'après JC CARFATAN, complété)	13
Figure 5 : Localisation des établissements thermaux d'Aix-les-Bains (Extrait du rapport ANTEA 98237/C).....	15
Figure 6 : Localisation des sources et forages des thermes nationaux	16
Figure 7 : Localisation des sources et forages des thermes Marlioz	17
Figure 8 : Vue de l'arrivée de la galerie karstique de la source Soufre (photo BURGEAP)	21
Figure 9 : Schéma de circulation des eaux du tronçon hydrothermal terminal (Hobléa et al, 2010, annoté).....	22
Figure 10 : Détail du siphon Terminator et schéma de fonctionnement du tronçon terminal vers les sources Alun et Soufre (Extrait de la thèse de S. GALLINO).....	23
Figure 11 : Détail de principales évolutions de la construction du bâtiment des thermes (Document de travail des cabinets PATRIARCHE et ARCHIPAT, annoté)	24
Figure 12 : Détail des niveaux de sous-sol R-1 et R-2 du bâtiment Pétriaux (Document de travail des cabinets PATRIARCHE et ARCHIPAT, annoté).....	25
Figure 13 : Photos des travaux de terrassement et de la construction des thermes Pétriaux (archives historiques, annoté)	26
Figure 14 : Position des carottages (GINGER CEBTP, annoté)	28
Figure 15 : Photos des travaux de terrassement du parking de l'Hôtel de ville (SAS Savoie, annotées).....	30
Figure 16 : Coupes des forages de reconnaissances (Extrait du rapport G2 AVP de KAENA, annoté).....	31
Figure 17 : Position des forages et cartographie du toit des calcaires.....	33
Figure 18 : Niveaux piézométriques mesurés le 14/10/2021 et le 17/12/2021 (en m NGF).....	36
Figure 19 : Comparaison de la température et de la conductivité électrique (corrigée à 25°C) du piézomètre PR3 et de la source Soufre (Extrait du rapport BRGM RP-70013-FR)	38
Figure 20 : Comparaison pluie / niveau piézométrique en PZ3 (Extrait du rapport BRGM RP-70013-FR, valeurs recalées dans le bon référentiel NGF)	38
Figure 21 : Comparaison pluie / conductivité électrique en PR3 et à la source Soufre (Extrait du rapport BRGM RP-70013-FR)	39
Figure 22 : Suivi de la température et du débit de la source Soufre (ATEAU).....	40
Figure 23 : Variation de la température de la source Soufre en fonction des volumes exploités aux forages Reine-Hortense et Chevalley (Extrait de la thèse de S. GALLINO)	41
Figure 24 : Variation de la température et de la conductivité électrique de la source Alun en fonction des volumes exploités aux forages Reine-Hortense et Chevalley (Extrait de la thèse de S. GALLINO)	41
Figure 25 : Localisation des forages de reconnaissance sur le site des thermes Chevalley (Extrait de la Banque du Sous-sol, annoté)	44
Figure 26 : Synthèse des observations hydrogéologiques dans l'Urgonien (K=perméabilité, T°=température, CE=conductivité électrique, NS=niveau statique, n.m.=non mesuré).....	46
Figure 27 : Plan du projet de parking	47
Figure 28 : Secteur de décaissement des calcaires pour la création des futurs parkings	49
Figure 29 : Coupes en travers des futurs parkings (en hachuré, les zones de terrassement des calcaires)	50

Introduction

La demande de Bouygues Immobilier et de la SAS Savoie concerne la rédaction du volet impact sur la ressource en eau thermique du projet de réhabilitation du bâtiment des anciens thermes d'Aix-les-Bains (Thermes Pétriaux). L'étude d'impact du projet est rédigée par le bureau d'étude SETIS. La mission de BURGEAP consiste à rédiger le volet géologie et hydrogéologie, ainsi que l'impact sur les eaux thermales.

La prestation de BURGEAP comprend :

- la rédaction de l'état initial sur le volet géologie et hydrogéologie ;
- la rédaction d'un protocole d'intervention en cas de venues karstiques et/ou fissures ouvertes thermales, , ainsi que des mesures de suivi sur la ressource thermique (Source Soufre, Alun, forages Reine-Hortense, Chevalley et Marlioz) ;
- la rédaction du volet impact temporaire et permanent sur la ressource en eau thermique ;
- la proposition de mesures de suivi de la ressource avant et pendant travaux.

1. Etat initial de l'environnement – volet ressource thermique

1.1 Orientations bibliographiques

Les principales ressources bibliographiques consultées pour l'analyse du contexte et des enjeux des travaux sur la ressource hydrothermale, sont issus de la thèse de Stéphanie GALLINO (2007) sur le gisement thermal d'Aix-les-Bains, les compte-rendus d'essais sur les forages, ainsi que les investigations et suivis récents au droit du bâtiment des thermes. Le tableau qui suit présente la liste des principales références bibliographiques consultées dans l'analyse de l'impact ses travaux sur la ressource thermique :

Tableau 1 : Bibliographie consultée

Auteur	Date	Titre
BRGM	1990	Aix -les- Bains - Thermes nationaux Forage "Reine-Hortense" Compte rendu des travaux et des pompages d'essai -R30907.RHA.45.90
BRGM	2004	Ressource en eau thermique de la station d'Aix-les-Bains - Rapport final RP-52859-FR
G. FRIECH-GIRAUD	2005	Les thermes d'Aix-les-Bains Le fil de l'eau - éditions FIGEP
S. GALLINO	2006	Le karst du dôme anticlinal d'Aix-les-Bains : nouvelles données sur le panache hydrothermal - Karstologia revue de karstologie et de spéléologie physique, n°48
S. GALLINO	2007	Hydrogéologie, géochimie et modélisation hydrodynamique-thermique d'un système hydrothermal associé à un contact structural alpin - Aix-les-Bains
C. GAUCHON	2009	Les grottes, éléments du patrimoine des stations thermales : le cas d'Aix-les-Bains – Collection EDYTEM. Cahiers de géographie, numéro 9
Ville d'Aix-les-Bains	2013	Dossier de candidature au label Ville d'Art et d'histoire
Coopérative A.T.EAU	2016	Aix-les-Bains - Métrologie sur les rejets de sources thermales dans le réseau d'eau pluviale - Compte-rendu campagne 2014-2016
GINGER CEBTP	2016	Réhabilitation des anciens thermes d'Aix-les-Bains - Diagnostic géotechnique (mission G5)
Cabinets ARCHIPAT et PATRIARCHE	2016	Document de présentation de la faisabilité des anciens thermes d'Aix-les Bains
KAENA	2018	Parking des thermes - Rapport d'étude géotechnique - Mission G2 AVP - Dossier n°18.8955.C
J.C. CARFATAN	2018	Rapport hydrogéologique sur le projet de construction du parking des thermes Commune d'Aix-les-Bains
ANTEAGROUP	2019	Construction d'un parking souterrain sise place Maurice Mollard, Aix-les-Bains - Rapport n°98237/C
BRGM	2020	Avis sur les expertises portées quant à l'impact d'un projet de restructuration du bâtiment des anciens thermes d'Aix-les-Bains sur l'hydrogéologie des sources en activité
GINGER CEBTP	2021	Compte-rendu carottages et pose d'un piézomètre - RGR3.L.064
GINGER CEBTP	2021	Fourniture et pose de piézomètres - Aix-les-Bains - Rapport RGR2.2.L.474
SSCV du sillon alpin	2022	Plans et coupes du projet de parking (permis de construire) Janvier 2022

1.2 Contexte géomorphologique et géologique général

Le ville d'Aix-les-Bains se situe en bordure orientale du lac du Bourget, qui occupe une large dépression entre Chambéry au sud et la région de l'Albanais au nord. Cette dépression appartient au bassin de la molasse miocène qui ceinture les Alpes du côté ouest (sillon molassique périalpin) et sous lequel s'envoient vers le sud les plis du Jura. Les plis jurassiens sont représentés par le dôme ou anticlinal d'Aix-les-Bains, à ossature de calcaires du Crétacé (Urgonien) qui affleurent directement au centre-ville d'Aix-les-Bains et au droit du projet de réhabilitation des anciens thermes, sous quelques mètres de dépôts quaternaires. Les chaînons jurassiens méridionaux (Monts du Chat, Charvaz, Landard, Chambotte) affleurent au nord et à l'ouest du lac du Bourget. Les hauteurs de la ville sont dominées à l'Est par le front de chevauchement du massif subalpin des Bauges (Mont Revard), sur la molasse.

Les chaînons jurassiens dans lequel se fait le circuit hydrothermal sont constitués d'une série sédimentaire, à dominante calcaires, quasi continue du Trias à la fin du Crétacé inférieur. On retrouve du bas en haut de la série :

- Les grès, argiles à intercalation de dolomie et de gypse du Trias (250 m) ;
- Les calcaires gris du Jurassique inférieur et moyen, plus ou moins argileux (450 m) ;
- Les marno-calcaires de l'Oxfordien (150 m) et les calcaires gris-sombre du Kimméridgien inférieur (200 m) ;
- Des calcaires récifaux massifs du Kimméridgien et les calcaires clairs à bancs réguliers du Portlandien (500 m) ;
- Les calcaires blancs à gros bancs et les marnes de Vions du Berriasien, les calcaires roux du Valanginien (200 m)
- Les marnes grises, puis les calcaires jaunes dits de Neuchâtel de l'Hauterivien (170 m) ;
- Les calcaires récifaux d'âge barrémien à faciès Urgonien (170 m)

Seuls sont visibles à l'affleurement les terrains plus jeunes que l'Oxfordien. Les formations plus anciennes ont été reconnues par tunnel (Mont du Chat, l'Épine) ou par forages profonds (forages pétroliers des années 1960, forages pour les eaux minérales et thermales)

On notera une zone d'émersion importante après le Crétacé inférieur effectuant essentiellement les calcaires urgoniens.

La molasse Tertiaire est représentée régionalement par deux formations, datant de l'Oligo-Miocène :

- Des marnes et grès bariolées, ou molasse rouge ;
- Des marnes et grès gris à intercalations de bancs de gypses, ou molasse grise.

Les formations superficielles sont représentées par :

- Des moraines argilo-détritiques (argiles à blocs) issues de la dernière glaciation, tapissant régulièrement les fonds de vallées et la base des versants ;
- Des éboulis au pied des escarpements rocheux et des colluvions sur les pentes ;
- Des alluvions plus ou moins grossières au droit des cours d'eau.

Figure 1 : Cadre géologique régional (Extrait de la carte géologique au 1/250 000 du BRGM, annoté)

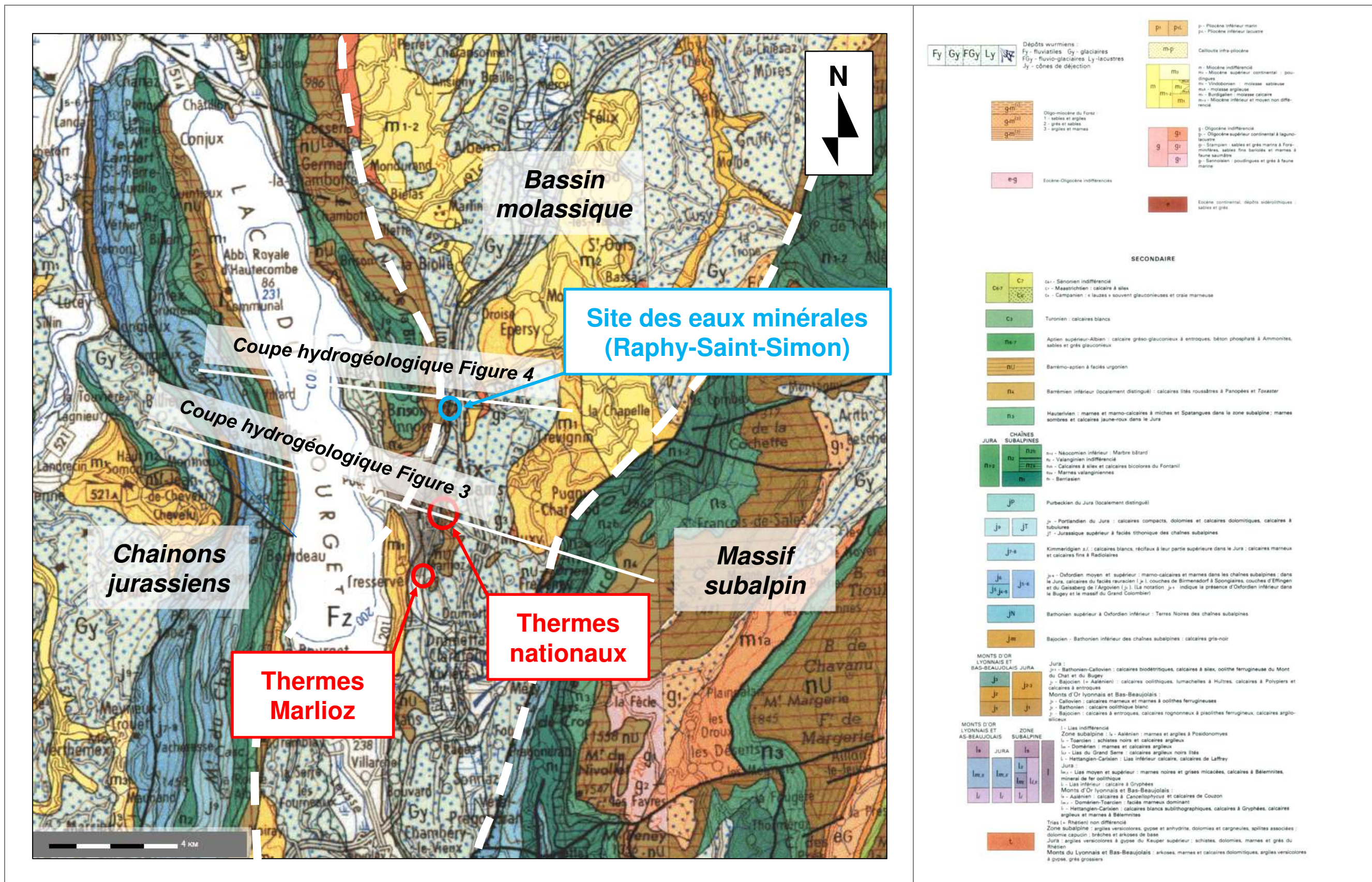
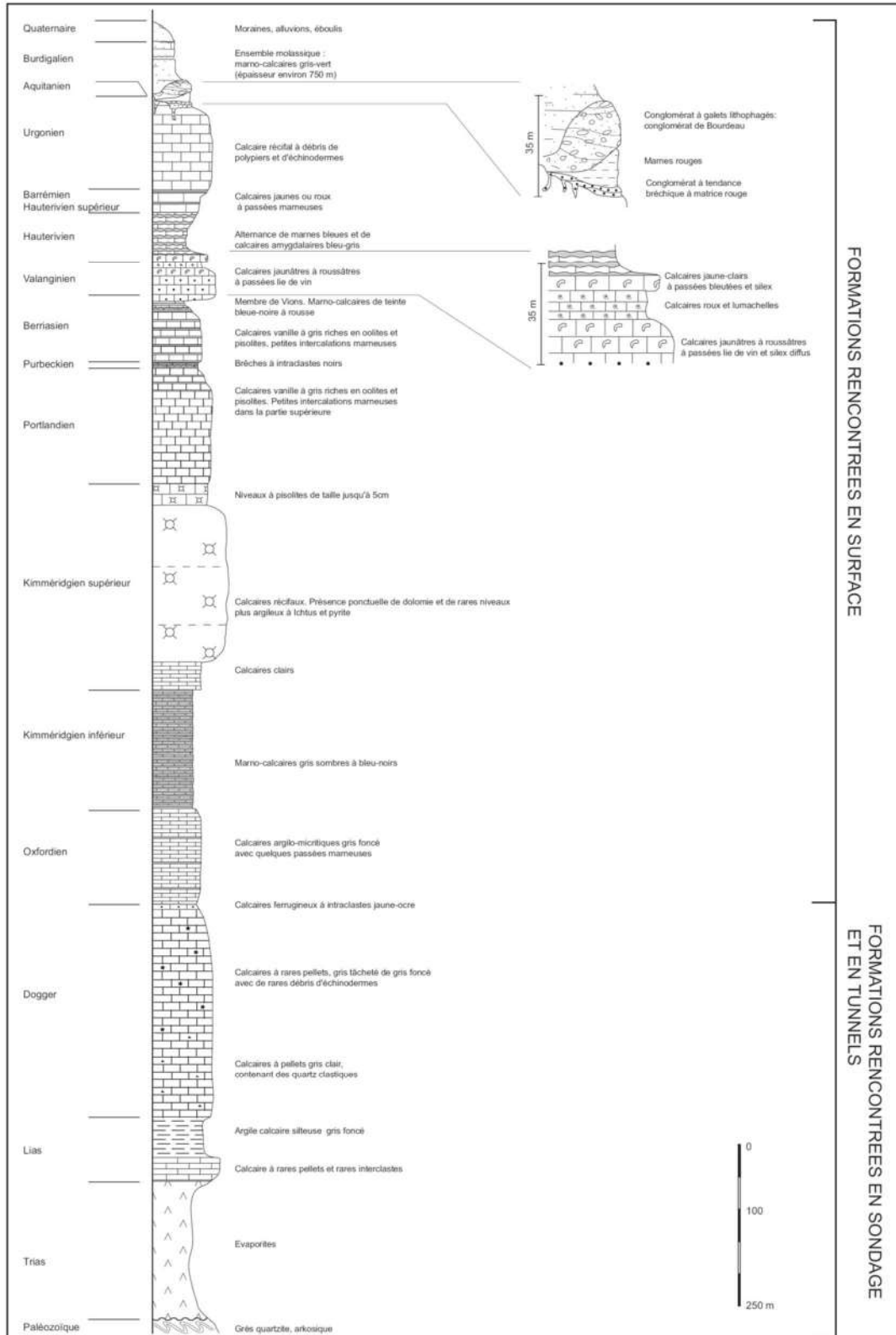


Figure 2 : Log stratigraphique régional (extrait de la thèse de S. GALLINO)



1.3 Contexte hydrogéologique – fonctionnement du circuit thermal

1.3.1 Terrains aquifères

On retrouve deux grands ensembles aquifères dans les chaînons jurassiens :

- Les calcaires du Jurassique, karstifiés, représentés par les calcaires récifaux du Kimméridgien et les calcaires blancs du Portlandien, auxquels on peut rattacher les calcaires du Bériasien et du Valanginien (peu karstifiés). Cet ensemble repose directement sur les calcaires marneux de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur (imperméable) ;
- Les calcaires karstifiés de l'Urgonien (Crétacé inférieur), qui affleurent au droit du projet.

Les marnes de l'Hauterivien forment un écran imperméable qui cloisonne ces 2 ensembles aquifères, qui peuvent être en communication à la faveur de failles ou de chevauchements entre unités tectoniques.

Les terrains molassiques, qui affleurent entre le lac du Bourget et la ville d'Aix les bains (Butte de Tresserve), pincée au cœur de l'anticlinal du Bourget, et sur les hauteurs à l'est de la ville, sont réputés imperméables.

Les formations superficielles sont présentes localement au droit du projet par des alternances d'alluvions sableuses, graveleuses et limoneuses, interprétées par J.C. CARFATN comme les alluvions torrentielles des ruisseaux de la Chaudane et des Martins. Ces formations sont moyennement perméables à perméables lorsque les alluvions sont graveleuses et épaisses.

Plus en amont, au droit du site des termes Chevalley, les moraines wurmiennes (argiles à blocs, imperméables) reposent directement sur les calcaires urgoniens, sur quelques mètres d'épaisseur. Sur les hauteurs de la ville, les moraines reposent sur la molasse oligo-miocène.

1.3.2 Le circuit thermal et minéral

Les sources thermales historiquement exploitées à Aix-les-Bains (source Soufre et source Alun) émergent dans un réseau karstique dans des calcaires urgoniens, au cœur de l'anticlinal d'Aix-les-Bains (ou dôme d'Aix-les-Bains, appelé par certains auteurs « anticlinal de la Roche du Roi »). L'origine de l'eau et du circuit thermal conditionnant une température élevée des eaux (35/42°C) a fait l'objet de plusieurs hypothèses par le passé. La connaissance du fonctionnement du circuit thermal s'est considérablement améliorée ces 20 dernières années (travaux de J.C CARFANTAN, thèse de S. GALLINO). On sait aujourd'hui que l'eau circule depuis les chaînons jurassiens à l'ouest ou au nord du lac du Bourget, puis s'infiltre en profondeur où elle acquiert sa température et sa minéralisation, et ressort dans le dôme anticlinal d'Aix les Bains à la faveur d'un jeu de failles. On distingue deux ensembles :

- **Les eaux thermales** (thermes nationaux et thermes Marlioz), sulfurées calciques, qui ont pour origine l'infiltration des eaux météoritiques dans les calcaires jurassiques de la montagne du Chat et de la Montagne de la Charvaz, à l'ouest du Lac du Bourget. Les eaux plongent à plus de 2000 m de profondeur sous le lac du Bourget, en raison de l'enfoncement des couches calcaires vers l'est (synclinal du Bourget). Les eaux chaudes (70 °C) remontent vers la surface à la faveur du plan de chevauchement de l'anticlinal d'Aix-les-Bains. Au contact des gypses du Trias, l'eau s'enrichit en sulfates et en chlorures. Le parcours final de l'eau thermique s'effectue dans les calcaires fracturés et karstifiés crétacés (urgoniens) du dôme anticlinal d'Aix-les-Bains, où les eaux se mélangent avec des eaux froides de surface (température des eaux des sources historiques entre 35 et 42 °C). Le circuit thermal est illustré sur la Figure 3.
- **Les eaux minérales** (hypo-thermales, 22-25°C) exploitées au nord de la commune pour l'embouteillage des eaux d'Aix-les-Bains par la SEAB (Société des Eaux d'Aix-les-Bains). Les eaux sont bicarbonatées-calciques et magnésiennes. Les eaux s'infiltrent dans les calcaires jurassiques de la montagne du Corsuet (massif de la Chambotte) au nord-est du lac du Bourget à 500 m de profondeur et ressortent au niveau du site de Raphy-Saint-Simon au nord d'Aix-les-Bains, par un système de failles. Le parcours terminal se fait également dans les calcaires karstifiés de l'Urgonien. Le circuit plus court et moins profond, explique la différence de température avec les sources thermales (Figure 4).

Les sources thermales historiques ne sont plus exploitées. Les eaux thermales sont aujourd'hui exploitées par des forages profonds dans les calcaires du Jurassique au droit de thermes nationaux (forage Reine-Hortense, 1104 m et forage Chevalley, 2200 m) à l'exception des thermes Marlioz qui exploite un forage dans le compartiment terminal des eaux thermales (17°C), au sein des calcaires urgoniens (forage Ariana, 232 m), en remplacement des sources historiques Bonjean, Esculape et Adélaïde de faible débit.

Les eaux minérales sont également exploitées par des forages profonds dans les calcaires du Jurassique (Forage RS4, 525 m et forage RS5, 557 m), suite à l'abandon de la source historique (RS0) et des forages superficiels dans l'aquifère urgonien (RS1, RS2 et RS3).

Le système des eaux minérales au nord, n'est pas concerné par le projet de restructuration des bâtiments des thermes. Au droit du projet, c'est le système des eaux thermales qui est présent, dont les exutoires naturels sont les sources historiques : source Soufre (thermes Pétriaux) et Alun (thermes Chevalley).

Des remontées thermales de moindre température (de l'ordre de 20 °C), diluées par des infiltrations d'eau météoritiques locales, sont également connues au droit et à proximité du bâtiment des thermes. Les eaux circulent dans un système de fractures vraisemblablement peu ouvertes avec des faibles débits, par rapport aux sources historiques. Elles ont été retrouvées dans le forage de reconnaissance du Parc (non exploité), dans le forage d'exploitation des thermes Marlioz (forage Ariana), mais également dans les forages géotechniques au droit du projet.

Le chapitre 1.5 présente une analyse d'ensemble des données au droit du tronçon terminal du circuit thermal, autour des bâtiments des thermes nationaux (thermes Pétriaux, objet de la présente étude d'impact, thermes Chevalley en exploitation, plus en amont).

1.3.3 Chimie des eaux

1.3.3.1 Pour les eaux thermales (thermes nationaux et thermes Marlioz)

Les eaux infiltrées au niveau de la Montagne de la Charvaz s'enrichissent en magnésium au contact des calcaires du Kimméridgien supérieur, dans la première partie du circuit (anticlinal du Bourget). Les eaux du forage Chevalley sont chaudes (75 °C), et peu minéralisées (bicarbonatées calciques et magnésiennes, pas d'enrichissement en sulfates).

Les eaux s'enrichissent ensuite en différents éléments, au contact du chevauchement de l'anticlinal d'Aix-les-Bains et des gypses du Trias : sulfate, sodium et potassium. La remontée thermique est influencée par les apports d'eau froide moins minéralisée dans le compartiment urgonien. Les eaux du forage Reine-Hortense sont chaudes (37°C) et minéralisées (sulfatées calciques et sodiques).

Le chimisme des sources historiques des thermes nationaux Soufre (35-37°C) et Alun (36/42°C), qui provient de la remontée thermique profonde (minéralisée), est dépendante apports météoritiques de surface dans le karst urgonien, et des équilibres de pression avec l'aquifère profond du Jurassique dû aux pompages sur les forages Reine-Hortense et Chevalley. Elles sont sulfatées calciques.

Bien que de plus faible température car mélangées à des eaux météoritiques de surface dans le compartiment urgonien, les eaux des thermes Marlioz (et des sources Bonjean et Esculape) sont minéralisées (sulfatées calciques), avec une origine profonde commune, mais une différenciation (dissolutions, précipitations et échanges ioniques) plus importante qu'aux termes nationaux.

1.3.3.2 Pour les eaux minérales (Sources Raphy-Saint-Simon)

Les eaux minérales sont bicarbonatées calciques et magnésiennes au contact des calcaires du Kimméridgien, hypo-thermales (22-25°C) du fait un circuit indépendant des eaux thermales, issues de l'infiltration dans les calcaires du Jurassique sur la montagne du Corsuet en bordure est du lac du Bourget, à 500 m de profondeur. La signature isotopique en Soufre sur les forages RS4 (séparé de RS5 par une faille) semble indiquer un mélange avec les eaux thermales d'Aix-les-Bains dans le compartiment jurassique.

Figure 3 : Coupe hydrogéologique du fonctionnement du système des eaux thermales d'Aix-les-Bains (d'après JC CARFATAN)

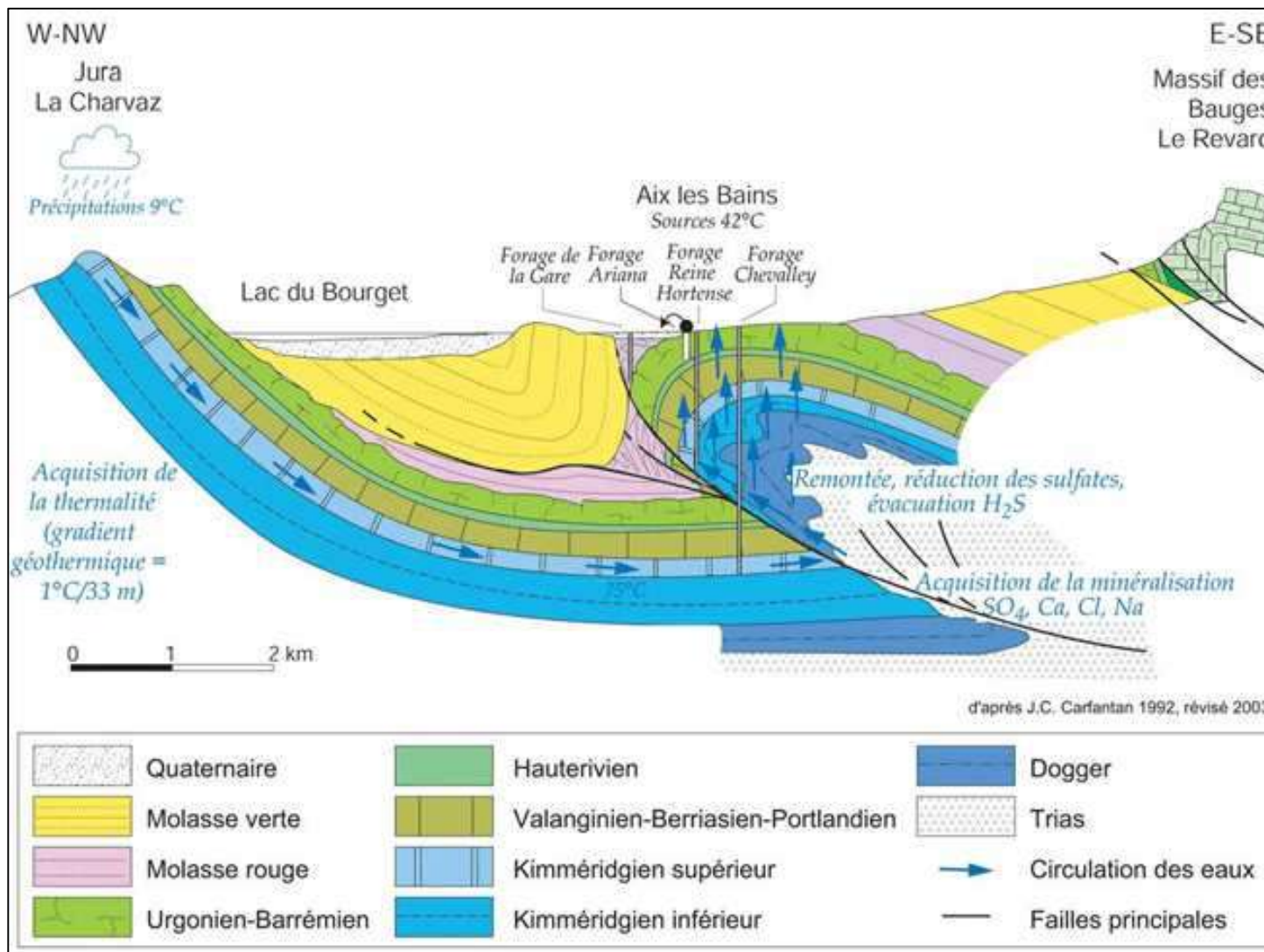
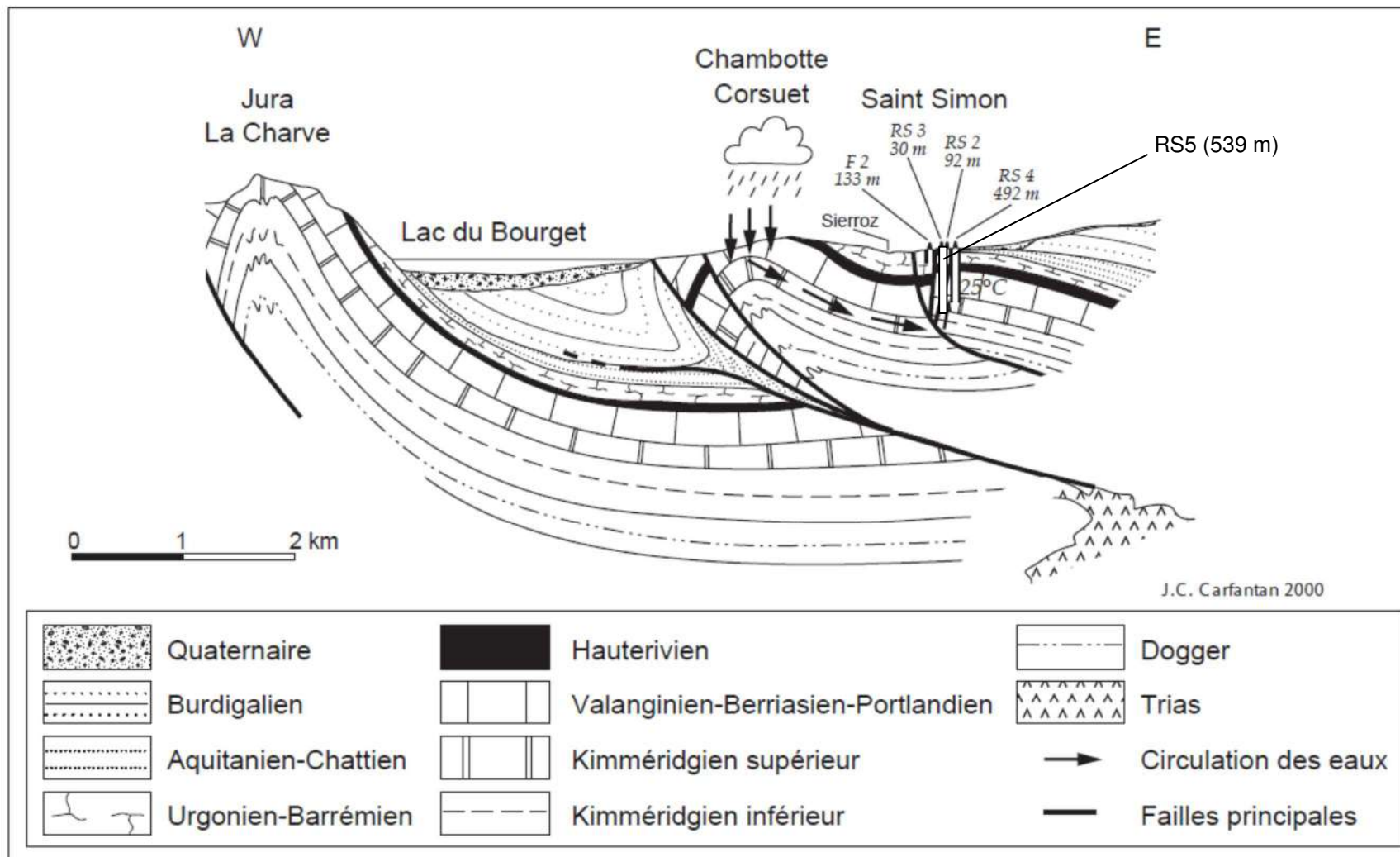


Figure 4 : Coupe hydrogéologique du fonctionnement du système des eaux minérales d'Aix-les-Bains (d'après JC CARFATAN, complété)



1.4 Exploitation de la ressource thermique

1.4.1.1 Historique de l'exploitation de la ressource thermique

L'image de la ville d'Aix-les-Bains et son activité économique sont étroitement liées à la présence d'eau thermique et minérale. En effet, comme quelques villes françaises (Evian, Vichy, Thonon), la ville possède deux établissements thermaux (thermes Chevalley, thermes Marlioz) et un site de production d'eau minérale (eau minérale naturelle d'Aix-les-Bains), et cas particulier, également un site de production d'eau de source plus confidentiel (vendue sous marque distributeur, source des Fées).

Les thermes sont connus depuis l'antiquité, d'abord par les Celtes (Allobroges), puis les Romains qui édifient de vastes thermes à vocation médicinale, et les utilisent entre le 1^{er} siècle avant J.C. et le 5^{ème} siècle après J.C. Les romains font des lieux un *Vicus* (petite agglomération à vocation commerciale et artisanale) important nommé *Aquae Allobrogum*, d'où la ville tire aujourd'hui son nom.

Les thermes, oubliés durant plusieurs siècles, font ensuite l'objet d'un regain d'intérêt partout en Europe durant les 18^{ème} et 19^{ème} siècles. De 1779 à 1783, le roi sarde Victor Amédée III fait construire un établissement thermal à l'origine de la naissance du thermalisme moderne à Aix-les-Bains.

Le thermalisme devient à la mode avec l'Empire et amène à Aix-les-Bains des personnalités de l'Europe entière. Ce sont alors les femmes qui règnent sur les salons et sur la vie intellectuelle et artistique, pendant que les hommes guerroient. La nature, les soins du corps et de l'esprit sont mis en avant et les Alpes deviennent une destination de choix.

Essentiellement utilisée en boisson jusqu'au 19^{ème} siècle, l'eau thermique commence à faire preuve de ses vertus. Grâce à des publications scientifiques, un suivi médical des curistes, une amélioration des soins, la population prend conscience des bienfaits de la médecine et le thermalisme apparaît comme la solution à tous les maux.

Le Second Empire et le rattachement de la Savoie à la France sont l'occasion d'achever les thermes en englobant les divers bâtiments dont l'établissement Royal, puis de les réunir au domaine de l'Etat en 1860. On assiste alors à la naissance de l'infrastructure hôtelière et des casinos (le château des Marquis d'Aix, actuel hôtel de ville, abrite le premier casino). La renommée d'Aix-les-Bains dans le monde ne cessa alors de s'étendre au point de la considérer, en 1900, comme « la plus mondaine des villes Thermales ».

Après la guerre de 1939-1945, Aix-les-Bains devient la première station thermique de France avec, dans les années 1980, près de 60 000 curistes. Elle est aujourd'hui la quatrième ville thermique de France, elle accueille aujourd'hui 30 000 curistes par an, pour ses cures thermales médicalisées en rhumatologie, O.R.L. et phlébologie. Aix-les-Bains a été labellisée ville santé par l'O.M.S. et station nautique. Le curiste vient chercher à Aix-les-Bains le soulagement à ses maux, un changement d'air et de rythme.

1.4.1.2 L'exploitation actuelle des thermes

Les eaux thermales sont historiquement exploitées sur 2 sites :

- Les thermes nationaux, au centre-ville d'Aix-les-Bains, composés de 2 établissements :
 - Les thermes Pétriaux, construits pour l'essentiel entre le 19^{ème} et le 20^{ème} siècle (dernière extension en 1970), greffés sur la source historique (source Soufre). L'exploitation des thermes s'est arrêtée en 2008. Les bâtiments ont été rachetés à l'Etat par la ville d'Aix-les-Bains en 2010 et font l'objet du présent projet de restructuration ;
 - Les thermes Chevalley, construits à partir de 1997, en fonctionnement depuis 2000, situés un peu en amont des thermes Petriax, et rachetés en 2010 à l'Etat par le groupe privé VALVITAL. Les thermes sont en exploitation.
- Les thermes Marlioz, plus au sud de la commune, à proximité de l'hippodrome, exploités par le groupe privé ACCOR.

Figure 5 : Localisation des établissements thermaux d'Aix-les-Bains (Extrait du rapport ANTEA 98237/C)

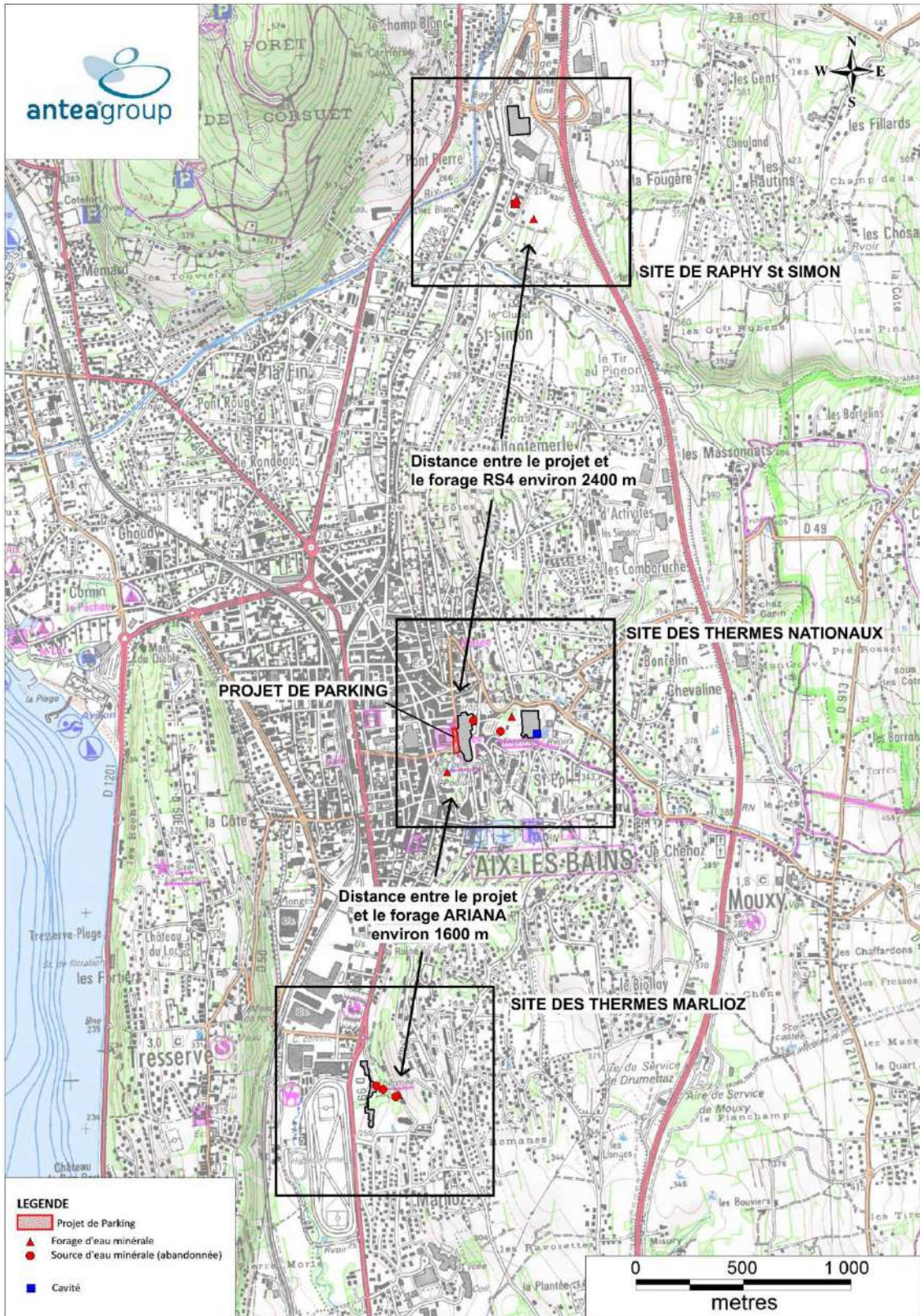


Figure 6 : Localisation des sources et forages des thermes nationaux

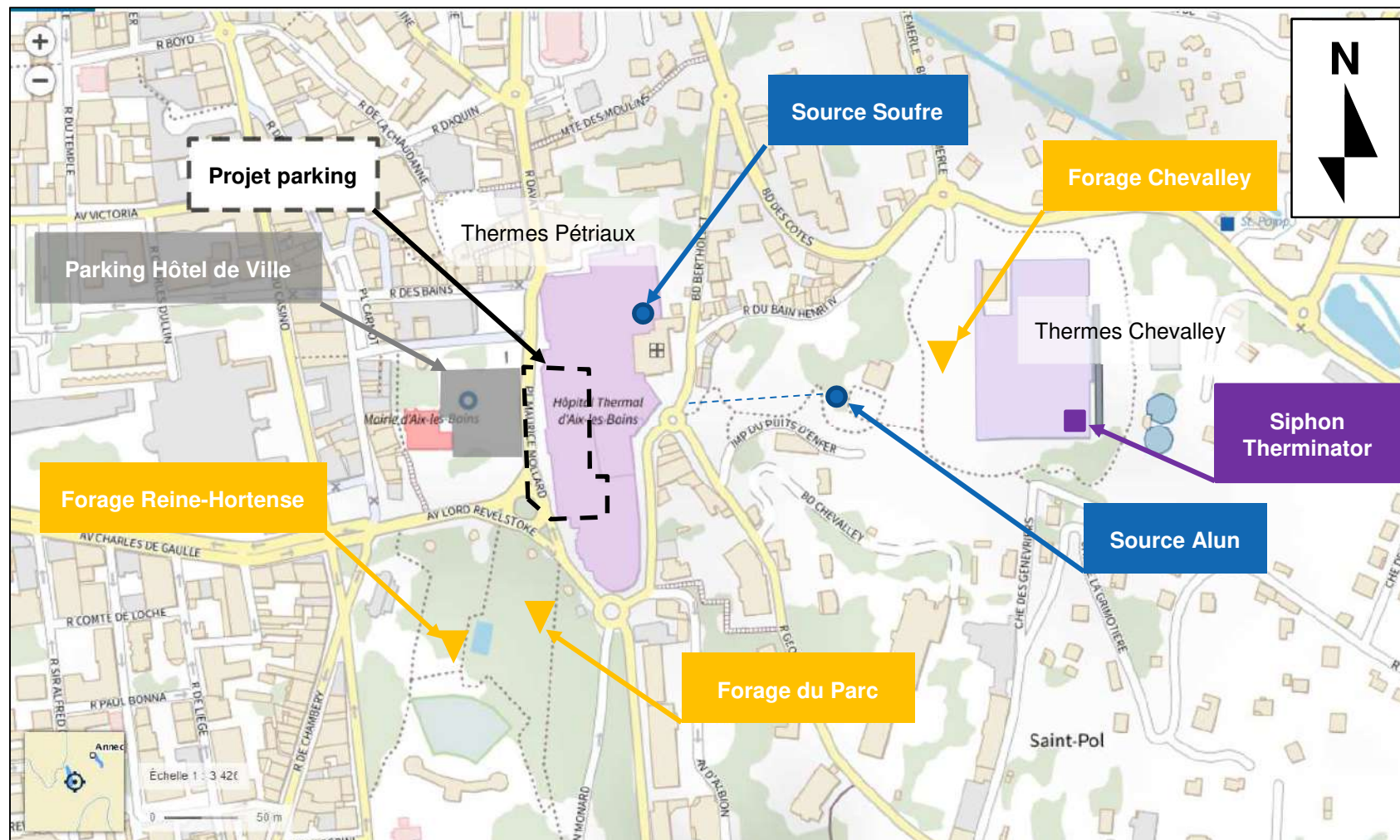
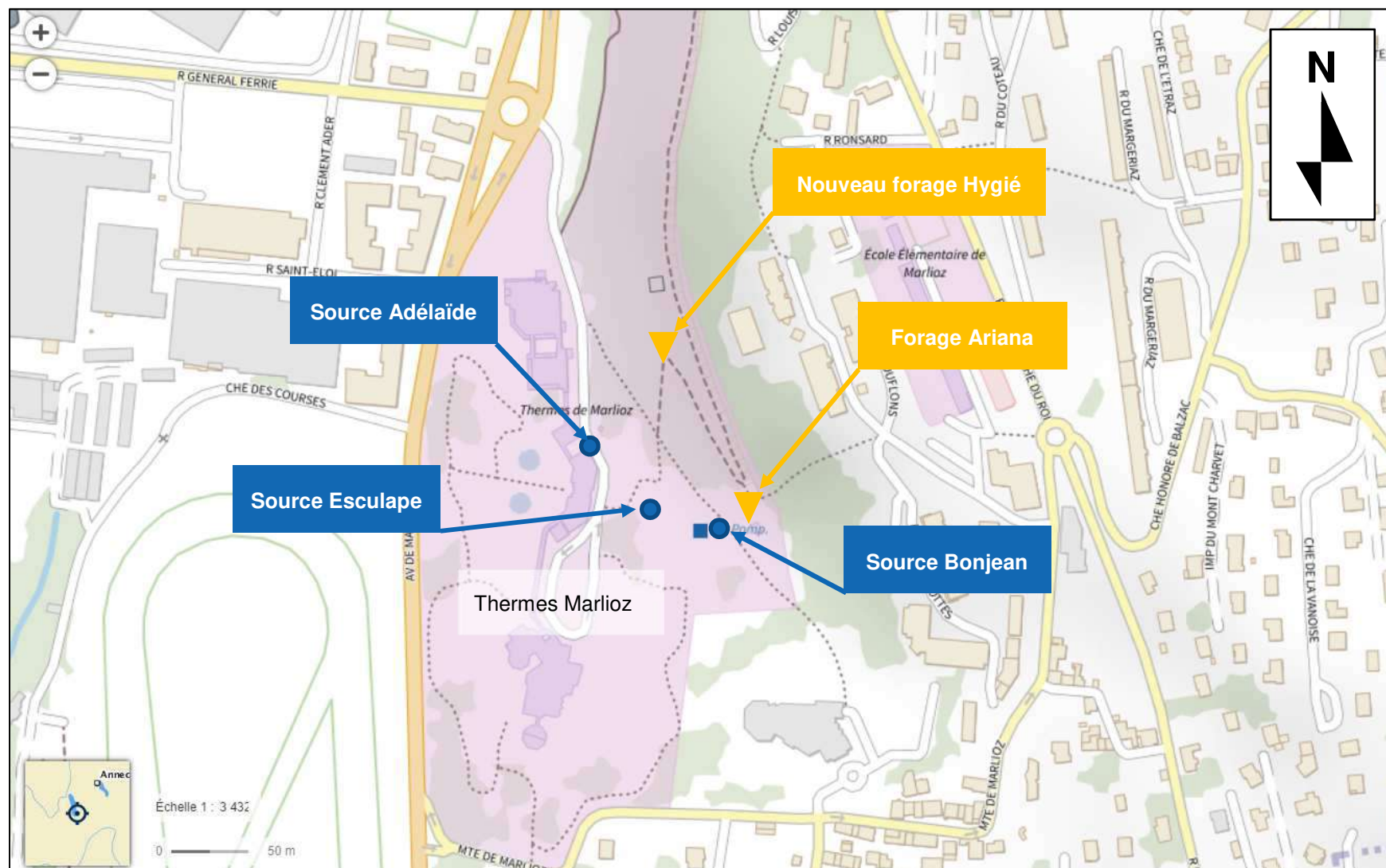


Figure 7 : Localisation des sources et forages des thermes Marlioz



Les sources historiques exploitées au droit des bâtiments des thermes nationaux, sont la source Soufre située dans la partie la plus ancienne des thermes Petriaux (bâtiment Pellegrini), et la source Alun située plus en amont, sur le site des thermes Chevalley.

Il s'agit d'un mélange entre de l'eau thermique chaude ascendante dans les calcaires urgoniens, et des eaux météoritiques froides présentant des contaminations bactériologiques.

Dans les années 1970, les établissements thermaux ont cherché à prélever la ressource dans des forages profonds avec :

- Un premier forage de reconnaissance, dit « du Parc » descendu à 150 m, situé dans le parc des thermes, au sud du bâtiment des thermes Petriaux. Il a recoupé quelques venues thermales de plus faible température (21 °c) et de faible débits dans les calcaires urgoniens et n'a pas été mis en exploitation ;
- Un second forage, le forage « Reine-Hortense », descendu à 1104 m de profondeur, foré en 1989, dans le parc des thermes à proximité du forage du Parc, atteignant les calcaires du Jurassique du dôme d'Aix-les-Bains (eau à 45°C). ;
- Un troisième forage, le forage « Chevalley » situé au droit du bâtiment des thermes Chevalley, descendu à 2200 m de profondeur, a été foré en 1993. Le forage atteint les calcaires du Jurassique du synclinal du Bourget (eau à 70°C).

Notons qu'un 4^{ème} forage a été réalisé en 2003 (487 m) pour les besoins des thermes Chevalley, le forage « de la gare ». Il est resté majoritairement dans les terrains molassiques et atteint seulement le toit des calcaires urgoniens à 450 m de profondeur (forage rebouché).

Les termes Marlioz exploitaient historiquement des sources froides (11°C), sulfureuses et de faible débit (sources Adélaïde, Bonjean et Esculape, 200 l/h autorisé). Le forage Ariana, réalisé en 1992 est descendu à 232 m de profondeur dans les calcaires urgoniens, pour ne capter que le « trop-plein » de la ressource thermique, sans influencer les forages Reine-Hortense et Chevalley. Les pertes de productivité de ce forage, passant de 8 à 3 m³/h (17°C) ces dernières années ont nécessité la réalisation du nouveau forage « Hygié » créé en 2020 et foré à 496 m de profondeur. Le forage est équipé dans les calcaires du Portlandien, du Berriasien et du Valanginien. Les essais réalisés en janvier 2021 ont permis de tester l'ouvrage jusqu'à un débit de 18,6 m³/h, pour une température de 22°C.

Les essais de qualification de longue durée sont en cours sur ce nouveau forage.

Le tableau en page suivante présente une synthèse sur les caractéristiques de chaque ressource exploitée (forages Reine-Hortense, Chevalley et Ariana).

Les cimentations des forages sont les suivantes : :

- **Sur le forage Reine-Hortense** : cimentation entre 0 et 150 m de profondeur pour le forage (calcaires urgoniens). La cimentation n'est pas complète jusqu'à la base du premier niveau imperméable, c'est-à-dire les marnes hauteriviennes reconnues à 250 m de profondeur, au-dessus du niveau aquifère capté (ici, les calcaires du Kimméridgien). Une seconde cimentation a été réalisée entre 500 et 583 m (dans les calcaires du Portlandien) ;
- **Sur le forage Chevalley** : cimentation complète entre 0 et 937 m, jusqu'aux calcaires du Kimméridgien inférieur ;
- **Sur le forage Ariana** : cimentation entre 0 et 171 m dans les calcaires urgoniens ;
- **Sur le forage Hygié** : cimentation entre 0 et 278 m jusqu'aux marnes hauteriviennes.

- Evaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermique
 1. Etat initial de l'environnement – volet ressource thermique

Tableau 2 : Synthèse des forages d'exploitation des eaux thermales (hors forage Hygié, en cours de qualification et forages eaux minérales de la SEAB extrait du rapport ANTEA n°98237/C)

Nom des forage	Forage Reine - Hortense		Forage Chevalley		Forage ARIANA	
Distance au projet	90 m au sud		260 m à l'est		1600 m au sud	
Géométrie des ouvrages	Profondeur	Cotes	Profondeur	Cotes	Profondeur	Cotes
Tête du forage	0 m	257 m	0 m	305 m	0 m	270 m
Profondeur du forage	1100 m	-843 m	2200 m	-1895 m	232 m	39 m
Cimentations	entre 0 et 150 m	entre 257 et 107 m	entre 0 et 937 m	entre 305 et -632 m	entre 0 et 171 m	entre 270 et 99 m
	entre 500 et 581 m	entre -243 et -324 m				
Aquifère capté	Calcaires du Kimméridgien		Calcaires du Portlandien et du Kimméridgien		Calcaires Urgonien	
	entre 595 et 1104 m	entre -338 et -847 m	entre 1850 et 2150 m	entre -1545 et -1845 m	entre 171 et 231,5 m	entre 99 et 38,5 m
Température	38,7°C (46°C au fond)		70°C (75°C au fond)		18,4°C	
Débit à la création des ouvrages	Forage artésien jaillant 41 m ³ /h				Forage artésien jaillant 3 m ³ /h	
Débit maximum autorisé	80 m ³ /h		80 m ³ /h			
Synthèse par rapport au projet de parking	Ouvrage proche du projet Aquifère profond (Jurassique sup.), partie captante à environ 597 m sous la base du fond de fouille		Ouvrage proche du projet Aquifère profond (Jurassique sup.), partie captante à environ 1804 m sous la base du fond de fouille		Ouvrage éloigné du projet Aquifère superficiel (Urgonien), partie captante à environ 160 m sous la base du fond de fouille	

1.4.1.3 Arrêté de protection des eaux thermales, débits et période d'exploitation

La ressource thermique historique (source Soufre et Alun) est protégée par la DIP (Déclaration d'Intérêt Publique) du 28/12/1897, étendue au 29/06/1907. Bien que la ressource soit aujourd'hui exploitée par des forages, et plus sur les sources historiques, la DIP est toujours en vigueur. La DIP s'étend sur une surface d'environ 26 km², incluant les thermes Pétriaux, Chevalley et Marlioz, mais aussi le site d'embouteillage des eaux minérales d'Aix –les Bains au nord de la commune (Raphy Saint-Simon).

La circulaire du 24 octobre 1960 relative à la police et surveillances des eaux minérales pour les travaux portants sur les captages d'eaux minérales ou effectués dans le périmètre de protection des sources minérales déclarées d'intérêt public en rappelant que « *Aussi l'article L.737 du Code de la santé publique a-t-il soumis à mon autorisation préalable [le Directeur général de la Santé publique] les sondages et travaux souterrains à pratiquer dans le périmètre de protection d'une ou plusieurs sources déclarées d'intérêt public* » et en précisant que « *les seuls travaux souterrains susceptibles d'avoir une influence sur une source minérale sont, sauf exception, les travaux profonds portant atteinte nouvelle au sous-sol géologique. Il y a lieu, en conséquence, de considérer qu'échappent en règle générale aux prescriptions de l'article 737 du code de la santé publique, d'une part les travaux descendant à moins de 5 m au-dessous du sol naturel (profondeur souvent atteinte par des fondations d'édifices) et que peuvent échapper également les travaux d'entretien ou de réparation d'ouvrages souterrains existants qui ne s'éloignent pas plus d'un mètre de ces ouvrages.* »

Les eaux des deux forages ont une composition chimique assez similaire (bicarbonatée sulfatée et calcique). En revanche, la teneur en sulfures est bien inférieure dans le forage Chevalley par rapport au forage Reine-Hortense. Les eaux des forages Reine-Hortense et Chevalley sont utilisées en mélange (température de mélange = 57°C) pour reconstituer un faciès chimique similaire à la source Alun (mélange « Victoria »).

Ce mélange est autorisé par Arrêté Préfectoral du 14/01/2008, pour une proportion de 36 % d'eau du forage Reine Hortense et 64 % du forage Chevalley. L'arrêté dans son article 4 prévoit, pour les captages abandonnés « Alun » « Soufre » et « Forage du parc » que « *ces ouvrages doivent faire l'objet d'une attention particulière de la part de l'exploitant, afin d'éviter toute contamination du gisement d'eau minérale suite à une pollution ou tout autre incident entraînant un arrêt de l'écoulement artésien des sources Alun et Soufre* ». Le débit d'exploitation autorisé est de 80 m³/h par forage.

L'arrêté d'autorisation d'exploiter le forage Reine-Hortense seul du 04/06/1996 est abrogé.

Note importante : il n'existe pas de suivi piézométrique au droit des forages Reine-Hortense et Chevalley. En effet, aucun matériel de suivi dans les gammes de pression et de température des 2 forages n'est disponible sur le marché. Seuls sont connus les débits d'exploitation des puits. Le suivi de la ressource thermique par VALVITAL se fait au droit de la source Alun, dont le débit diminue lorsque les pompages dans les 2 forages profonds sont en fonctionnement. La station de suivi sur la source mise en place depuis une quinzaine d'année (thèse S. GALLINO) permet à VALVITAL de connaître avec une bonne précision les niveaux maximum d'exploitation acceptable sur les forages.

Les thermes sont en fonctionnement toute l'année, à l'exception d'une période de fermeture généralement à partir du 15 décembre (soins thermaux) et du premier janvier (aqua-ludisme) pour une réouverture fin janvier. La période de plus forte fréquentation des curistes se fait en fin d'été et début d'automne (septembre et octobre).

Les forages sont exploités en même temps avec les gammées de débits suivants :

- 200 à 800 m³/j pour le forage Reine-Hortense ;
- 400 à 1600 m³/j pour le forage Chevalley.

Le forage Ariana est autorisé pour un débit de 8 m³/h (Arrêté Ministériel du 01/09/1995), mais le forage est exploité actuellement à moins de 3 m³/h.

1.5 Connaissances géologiques et hydrogéologiques au droit du projet

1.5.1 Le réseau karstique terminal

1.5.1.1 Les sources historiques Soufre et Alun

La source Soufre dans la partie la plus ancienne du bâtiment des thermes nationaux, émerge au travers d'une galerie karstique d'environ 1,5 m de largeur, vers 275 m d'altitude. Elle est accessible depuis une galerie creusée dans le rocher.

Le débit de la source est de l'ordre 52 m³/h (15 l/s), pour une température variant entre 35 et 37 °c.

Figure 8 : Vue de l'arrivée de la galerie karstique de la source Soufre (photo BURGEAP)



La source Alun émerge vers 280 m d'altitude d'un réseau karstique accessible par 2 puits verticaux : la grotte des Serpents et le puits de l'Enfer. Une galerie a été aménagée entre 1853 et 1855 permettant l'accès à la source depuis le carrefour entre la rue Georges Premier et l'avenue Berthollet, un peu amont du bâtiment des thermes Pétriaux. Sa température moyenne est de 40°C, mais elle peut varier sur la gamme 36 à 43 °C

Le débit moyen de la source Alun est de 150 m³/h (42 l/s). VALVITAL réalise un suivi en continu du débit de la source.

Les travaux de terrassement des thermes Chevalley, plus en amont, en 1997 ont mis à jour un réseau karstique ouvert, profond de 27 m dans sa partie dénoyée. Cette dernière correspond à un passage en siphon appelé « Therminator ». Le niveau d'eau s'équilibre vers la cote 287 m.

Un essai de traçage réalisé en avril 2006 à partir du siphon Therminator sous le bâtiment des thermes Chevalley a permis de préciser le parcours terminal des eaux thermales. 1 kg de fluorescéine a été injectée

au niveau du siphon Therminator. Le début de la restitution du colorant a démarré de manière synchrone sur la source Alun et la source Soufre, 12 heures après l'injection. Elle a duré 8 jours, avec 87 % de restitution.

Un second traçage a été réalisé en octobre 2016 en période de basses eaux, avec un suivi sur la source Soufre (pas de débordement de la source Alun), avec une arrivée du traceur en 34 heures à la source Soufre et sur une durée de 5 jours.

La synthèse des différentes observations (restitution, température, altitude et débits des sources, Thèse S. GALLINO) permet de faire les observations suivantes :

- Il existe un unique tronç hydrothermal ascendant situé entre le siphon Therminator et la source Alun ;
- Les eaux du siphon se scindent en deux pour alimenter séparément la source Alun et la source Soufre au moyen des conduits à gradient hydraulique différents.

Figure 9 : Schéma de circulation des eaux du tronçon hydrothermal terminal (Hobléa et al, 2010, annoté)

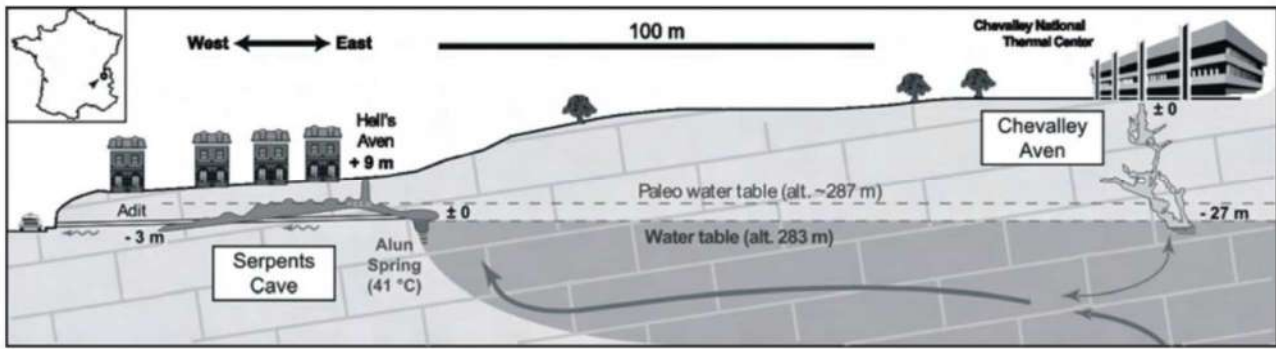
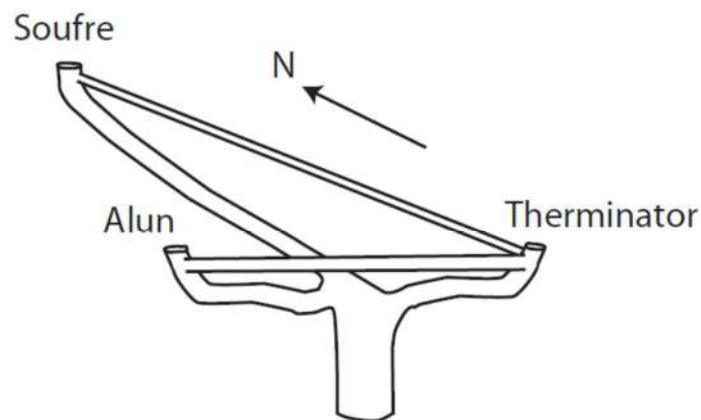
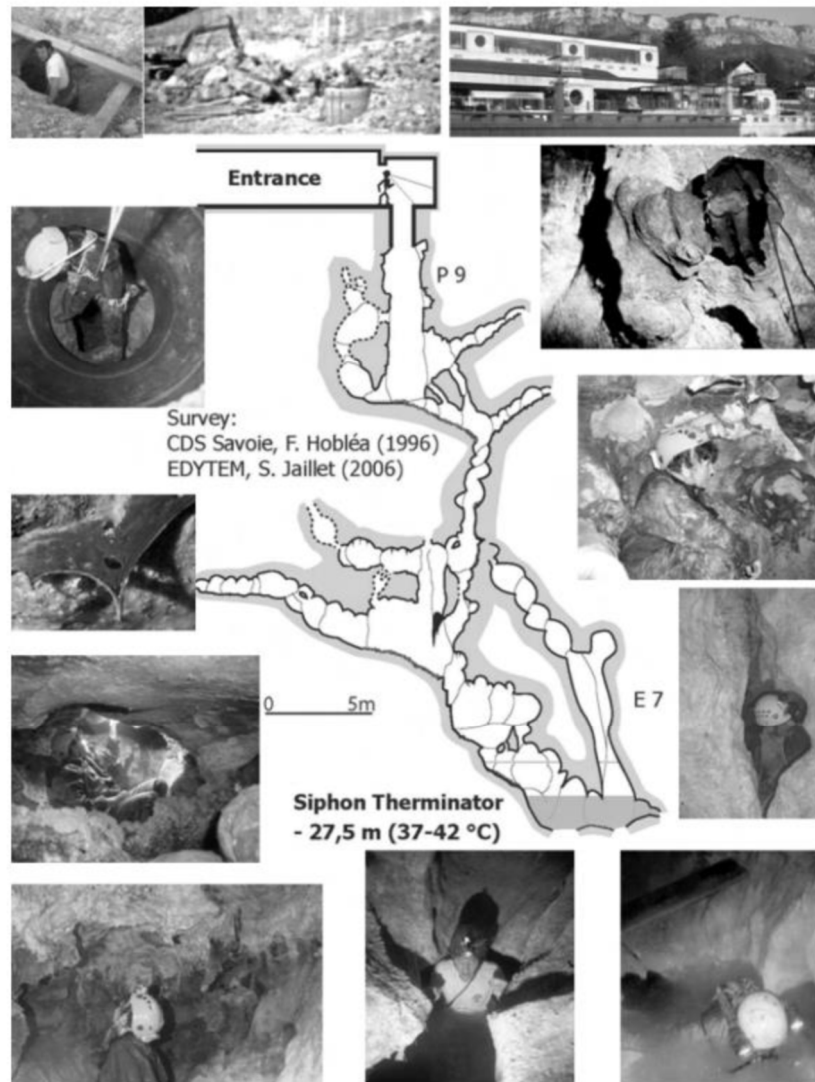


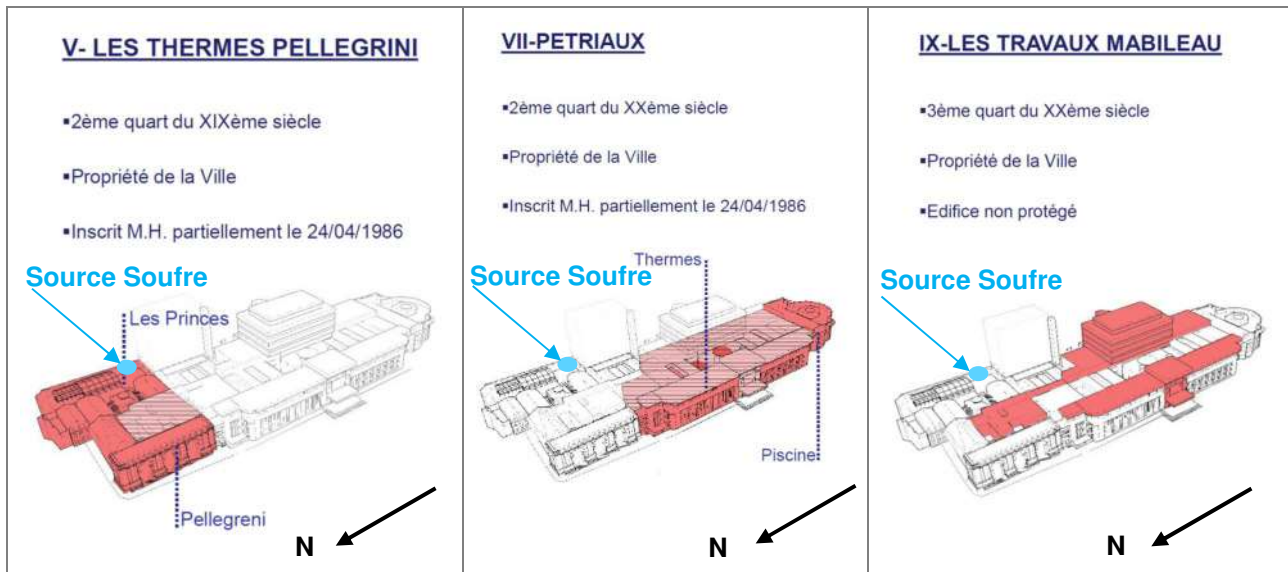
Figure 10 : Détail du siphon Therminator et schéma de fonctionnement du tronçon terminal vers les sources Alun et Soufre (Extrait de la thèse de S. GALLINO)



1.5.1.2 Les terrassements des bâtiments des thermes

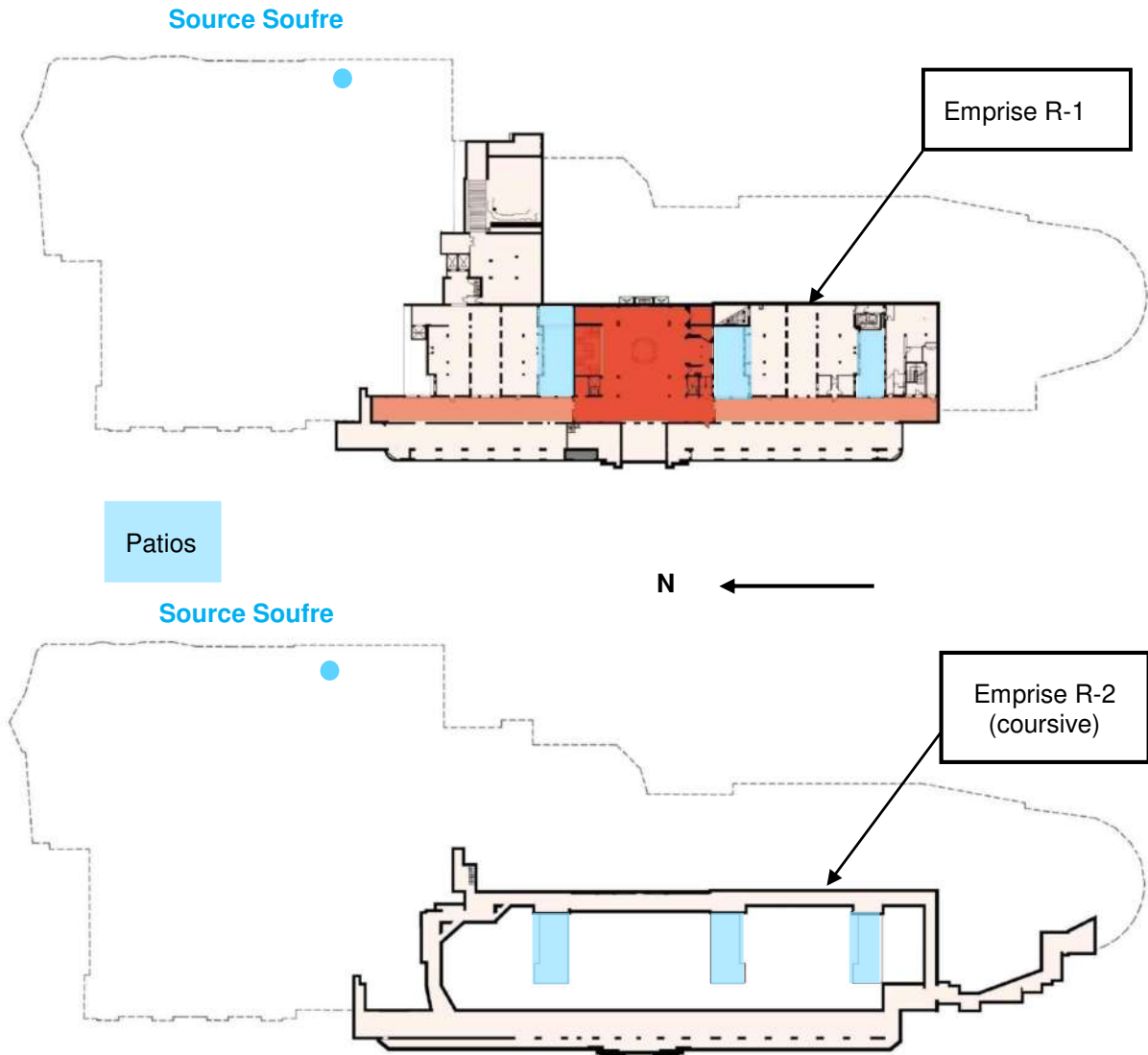
Le projet de parking va concerner pour l'essentiel la partie sud du bâtiment, ou thermes Pétriaux construits dans les années 1930. Cette construction constitue l'ossature du bâtiment des thermes, comprenant 2 niveaux de sous-sols. Le bâtiment s'appuie au nord sur des bâtiments plus anciens, les thermes Pelligrini construits en 1857, coiffant la source Soufre historique et la partie la plus ancienne des thermes (bâtiment « Les Princes »). Les principaux rajouts récents (termes Mabileau, 1974) ont été construits sur la bordure sud-est du bâtiment Pétriaux sans niveau de sous-sol.

Figure 11 : Détail de principales évolutions de la construction du bâtiment des thermes (Document de travail des cabinets PATRIARCHE et ARCHIPAT, annoté)



Le bâtiment des thermes Pétriaux a été construit en 1933. Pour ce faire, les calcaires ont été terrasseés pour créer un niveau de sous-sol complet (niveau R-1) et un second niveau de sous-sol partiel (coursive R-2). Les 3 patios à l'intérieur des bâtiments sont descendus à un niveau intermédiaire entre le R-1 et le R-2 (Figure 12).

Figure 12 : Détail des niveaux de sous-sol R-1 et R-2 du bâtiment Pétriaux (Document de travail des cabinets PATRIARCHE et ARCHIPAT, annoté)

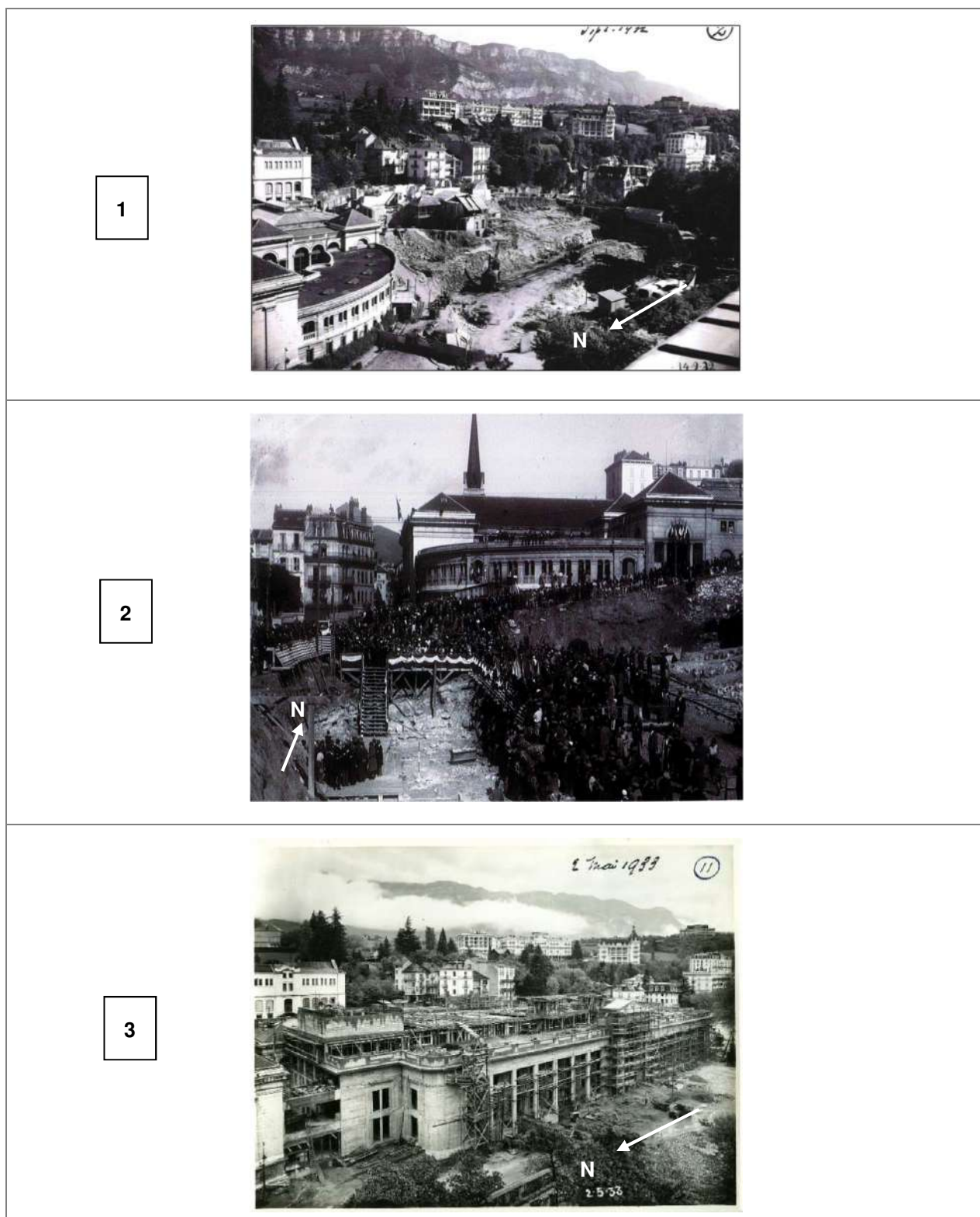


D'après les photos des travaux de 1933, l'essentiel du terrassement de l'emprise du bâtiment des thermes Pétriaux, correspondant au niveau R-1, a fait également l'objet d'un terrassement au R-2 dans les calcaires, soit environ 6 m de terrassement (Figure 13), soit vers la cote 260 m NGF (dallage inférieur R-2 = 260,2 m NGF).

- Sur la photo n°1, les terrassements se font directement dans les calcaires, y compris dans la partie du versant à l'ouest ;
- Sur la photo n°2, les terrassements sont visiblement de l'ordre de 6 m avec des terrassements dans les calcaires sur plus de 3 m de hauteur, dans la bordure ouest du bâtiment, le long de l'actuelle place des thermes où est projeté le futur parking.

Des vérifications ont été faites à partir de carottage de dalles sur la présence ou non des calcaires (voir chapitre suivant).

Figure 13 : Photos des travaux de terrassement et de la construction des thermes Pétriaux (archives historiques, annoté)



1.5.1.3 Les reconnaissances des calcaires sous le bâtiment

A défaut de pouvoir réaliser des forages à l'intérieur du bâtiment (pas d'accès possible pour une foreuse dans le bâtiment et dans les 2 niveaux de sous-sol), des carottages horizontaux et verticaux ont été réalisés dans les dalles et les murs du niveau R-1 et R-2 des thermes Pétriaux. La méthode, utilisée normalement pour le carottage de dalles en béton, a été adaptée pour sonder les niveaux calcaires. Ces carottages ont été réalisés en octobre 2021 par GINGER CEBTP, afin de déterminer la présence ou non d'affleurements calcaires dans les zones d'extension du futur parking supposée non terrassée (ou partiellement terrassée), dans le bâtiment Pétriaux, mais aussi en bordure nord (Pellegrini) et en bordure est (Mabilleau).

Les résultats des sondages (et de sondages plus anciens retrouvés sur le terrain) sont les suivants :

Tableau 3 : Résultats des carottages

N° Carottage	Horizontal (H) / vertical (V)	Niveau de réalisation du sondage	Observations
C1	H	R-2	Remblais derrière le mur sur au moins 1,6 m
C2	H	R-2	Calcaire massif derrière le mur
-2C5	H	R-2	Remblais derrière le mur sur au moins 1,6 m
-2C9	H	R-2	Cavité d'environ 5 m derrière le mur
-2C12	H	R-2	Calcaire massif derrière le mur
C3	V	R-1	Remblais sur 0,75 m sous la dalle, puis blocage de l'outil (calcaires non atteints)
C4	V	RDC	Calcaires altérés sous la dalle, puis calcaire massifs (blocage de l'outil à 0,85 m)
C5	V	R+1	Remblais calcaire sous dalle, jusqu'à 1,10 m puis calcaire massif jusqu'à 6,85 m de profondeur /sol Equipé en piézomètre

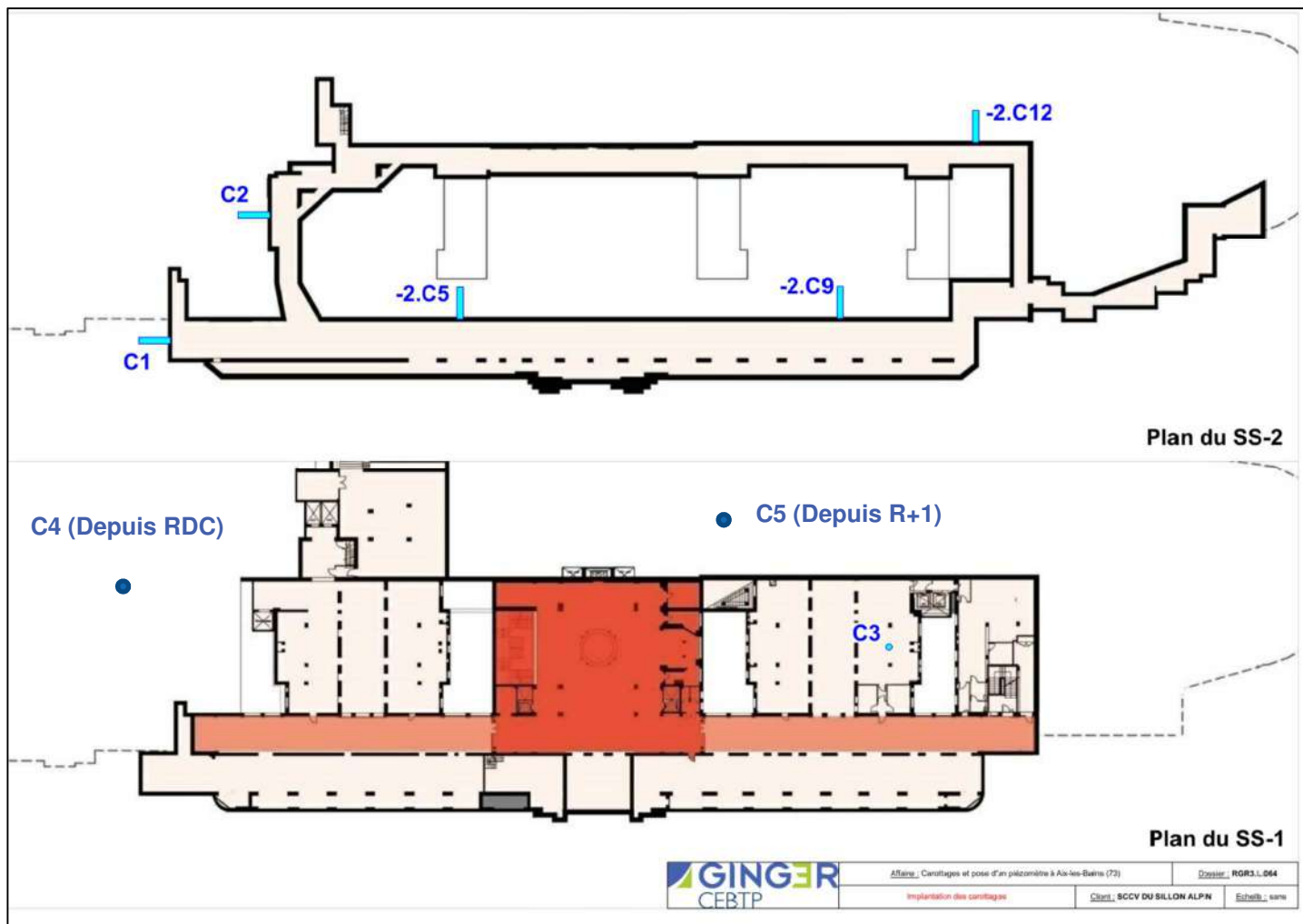
Les différents carottages réalisés depuis la coursive du R-2 vers l'intérieur de la coursive, ou depuis le niveau R-1 confirment les observations des photos des terrassements de 1933 (cf chapitre 1.5.1.2) : le bâtiment Pétriaux a été terrassé sur un niveau R-2 complet ou quasi complet, avec présence de remblais au centre de la coursive.

Le carottage C4 vers la partie nord (extension du parking vers le bâtiment Pellegrini) confirme la présence des calcaires sous la dalle du rez-de chaussée, en se décalant vers l'est du bâtiment.

Il en est de même vers la partie sud-est du bâtiment (extension du parking vers le bâtiment Mabilleau). Le carottage C5 a été réalisé depuis un point bas du niveau R+1 du bâtiment Mabilleau (environ 1,5 m sous le dallage, ancienne piscine). Il atteint une cote d'environ 1 m au-dessus de la dalle inférieure du niveau R-2 du bâtiment Pétriaux. Dans le détail, les calcaires sont parfois massifs parfois fissuré (fissures millimétriques soulignées par des dépôts d'oxyde de fer). Une remontée d'eau artésienne de faible débit a été observé au moment du détubage du carottier avec une odeur soufrée. Après détubage, l'eau a disparue (vidange probable d'une fissure fermée). Le trou du sondage a été équipé en piézomètre (sec le jour de l'équipement, le 15/10/21). Aucune mesure physicochimique ou de température n'a pu être réalisée. **Le piézomètre est toujours sec le 17/12/2021.**

- Evaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermique
1. Etat initial de l'environnement – volet ressource thermique

Figure 14 : Position des carottages (GINGER CEBTP, annoté)



1.5.1.4 Les terrassements du parking de l'hôtel de ville

Ce parking a été creusé sur 2 niveaux de sous-sols entre le bâtiment Pétriaux et l'hôtel de ville (environ 5,5 à 6 m de terrassement) durant l'hiver 1988-1989. Aucun document relatif aux travaux de terrassements n'a été retrouvé dans les archives de la ville d'Aix-les-Bains et seules des photos des terrassements sont disponibles (Rapport J.C. CARFATAN 2018). Dans son rapport de 2020 (RP-70013-FR), le BRGM a consulté les archives municipales et a pu retrouver des informations complémentaires sur les terrassements :

- Mention d'un avis positif de la DDASS du 31/10/1988 dans le permis de construire (le détail de cet avis n'est pas présent) ;
- Le parking aurait une hauteur totale de 5,65 m, construit par l'entreprise SCB (cette entreprise n'existe plus) ;
- Un article dans le journal municipal (date non déterminée) fait mention de 8 sondages de reconnaissance à 6 m de profondeur (pas de détail des résultats des sondages) ;
- Un article du journal municipal du 18/06/1987 fait mention de « conditions hydrogéologiques particulières » sans plus de détail ;
- Un courrier des services techniques d'Aix-les-Bains, mentionne entre autre une demande d'avenant par l'entreprise CBS pour une « zone de portance de sol inférieure à 5 bars qui a nécessité de modifier les plans de fondation ». Comme le précise le BRGM, on ne sait pas si cette faible portance provient des dépôts quaternaires ou d'un vide karstique. Dans son rapport de 2018, KAENA trouve des terrains de portance limitée dans la couverture limoneuse, au-dessus des calcaires.

L'analyse des photos disponibles des terrassements (Figure 15), montrent les informations complémentaires suivantes :

- Les calcaires affleurent dans l'angle nord-est du parking, coté Arc de Campanus / entrée des thermes Pétriaux, comme le souligne J.C. CARFANTAN dans son rapport de 2018 (Photo 4). Ces résultats sont cohérents avec les campagnes de reconnaissances géotechniques récentes pour l'extension du parking (cf chapitre 1.5.2) ;
- Les terrains quaternaires sont cohésifs (photos 4, 5 et 6), donc probablement argileux, comme le montrent les bords de fouilles terrassés verticalement sans aucun soutènement (résultats également cohérents avec les études géotechniques) ;
- On ne voit aucun dispositif de drainage ou de rabattement de nappe par puits en phase chantier (photos 4, 5 et 6) ;
- Le remplacement de la conduite de la rivière « Chaudanne » passant sous le parking (photo 4), en diamètre 1500 mm, nécessite une tranchée entre 1,5 et 2 m sous le fond de fouille de la photo. On peut imaginer que vers l'amont (hors photo), soit vers le nord, le creusement de la conduite a pu nécessiter de terrasser une partie dans les calcaires dans la zone connue de remontée du toit des calcaires (ou la canalisation ancienne était déjà mis en place dans les calcaires).

Actuellement, le parking de l'hôtel de ville ne présente aucun dispositif de drainage ou de rabattement permanent de nappe.

Figure 15 : Photos des travaux de terrassement du parking de l'Hôtel de ville (SAS Savoie, annotées)

4



5



6



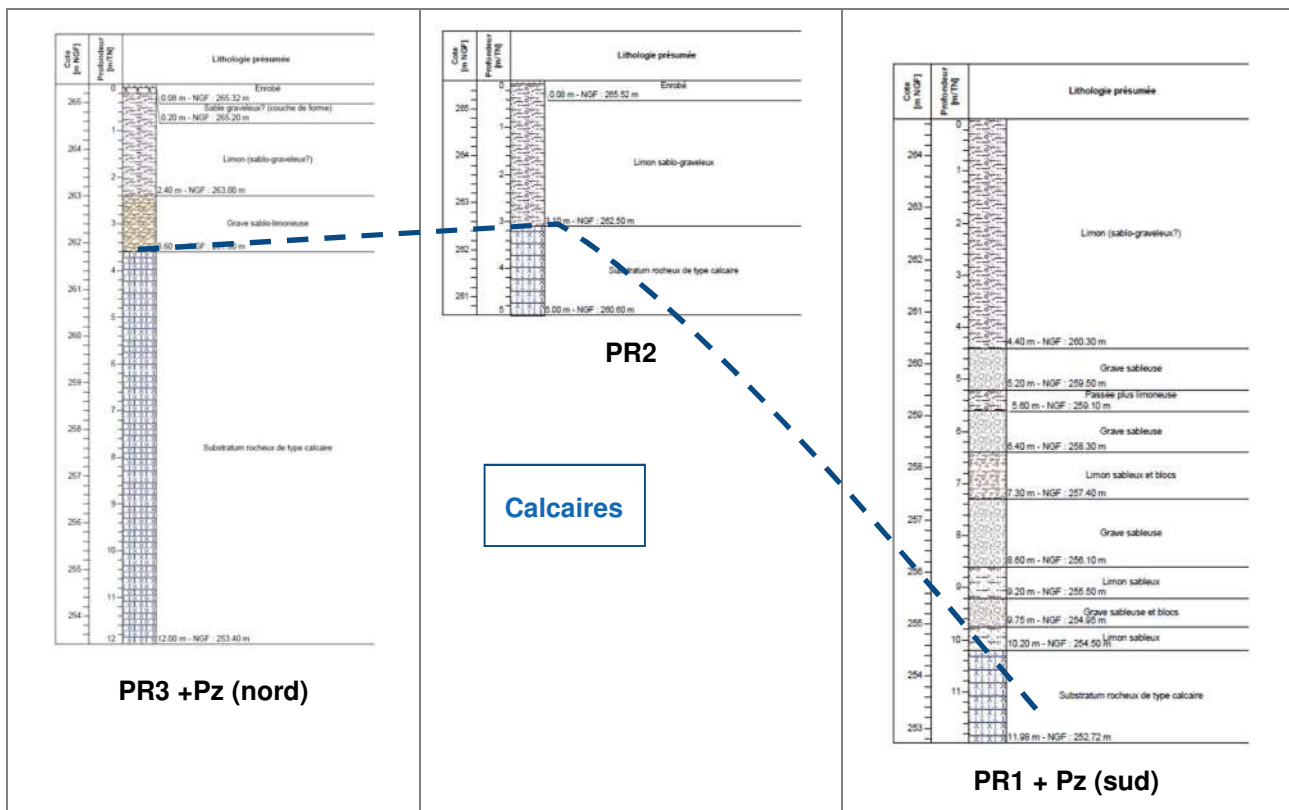
1.5.2 Les reconnaissances géotechniques

1.5.2.1 Campagnes de reconnaissance géotechnique

Une première campagne de reconnaissance géotechnique a été réalisée en 2018 par le bureau d'étude KAENA pour le compte de la SCCV du sillon alpin (Rapport G2 AVP du parking des thermes, dossier n°18.8955.C).

Deux sondages pressiométriques équipés en piézomètres ont été réalisés dans partie nord (PR3) et dans la partie sud (PR1), sous la supervision de l'hydrogéologue agréé, Monsieur Jean-Charles CARFATAN. Le dernier sondage pressiométrique (PR2) a été stoppé à 5 m de profondeur, à la demande de Monsieur CARFATAN, et n'a pas été équipé. Le reste des investigations a consisté en la réalisation de 17 pénétromètres dynamiques.

Figure 16 : Coupes des forages de reconnaissances (Extrait du rapport G2 AVP de KAENA, annoté)



Une seconde campagne de reconnaissance a été réalisée par GINGER BCEBTP en septembre 2021 (Rapport GINGER CEBTP RGR2.L.473). L'objectif initial de cette campagne était de réaliser des puits d'essai à moins de 5 m de profondeur pour tester la perméabilité des calcaires et des alluvions. 6 ouvrages ont été réalisés au total dans la zone d'extension du futur parking entre le parking de l'hôtel de ville et le bâtiment des thermes Pétriaux.

Note importante : l'enregistrement des paramètres de forages par KAENA et par GINGER CEBTP (vitesses d'avancement, pressions de poussée, pression d'injection et couple de rotation) ne montre pas de présence de vides (conduit karstique ou faille ouverture) dans les calcaires.

Ces données permettent d'avoir une cartographie précise du toit des calcaires urgoniens et de la nature des formations superficielles, dans la zone d'extension du parking, entre le parking de l'hôtel de ville et les sous-sols des thermes Pétriaux :

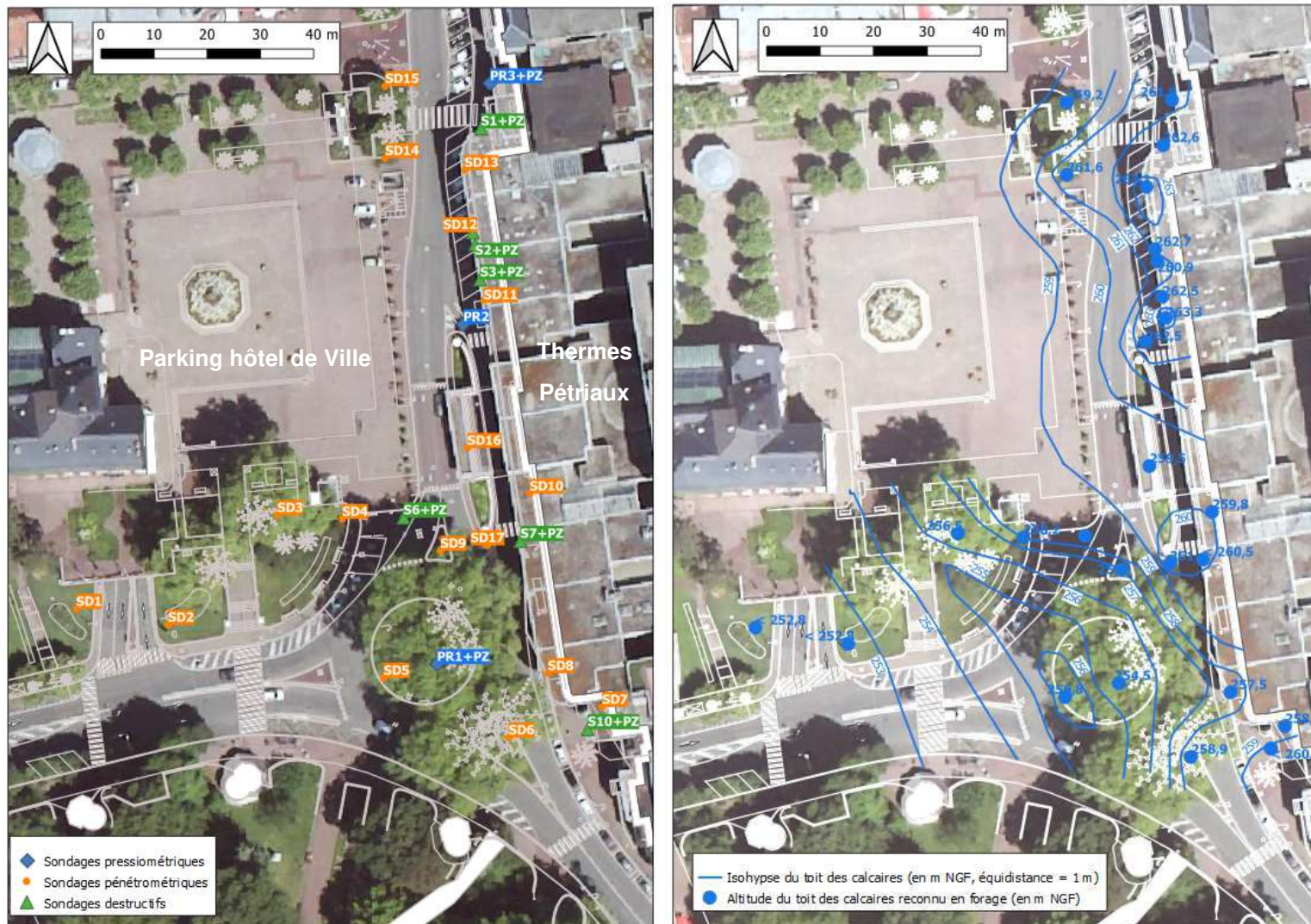
- Le toit des calcaires, présent entre 3 et 4 m de profondeur dans la partie nord, entre le parking de l'hôtel de ville et le bâtiment des thermes, plonge au sud où il est reconnu à 10 m de profondeur.
- La couverture au-dessus des calcaires, est assez hétérogène, avec une dominante limono-graveleuse et des passées plus franchement sableuses et graveleuses.

Le Tableau 4 ci-après présente la synthèse des observations en forage avec le report de la profondeur du toit des calcaires. La Figure 17 qui suit présente une cartographie du toit des calcaires entre le parkings de l'Hôtel de Ville et les la bâtiment des thermes Pétriaux.

Tableau 4 : Profondeur du toit de calcaires en forage

Nom forage	Z TN (m NGF)	Profondeur des calcaires (m)	Altitude toit des calcaires (m NGF)
PR1	264,7	10,2	254,5
PR2	265,6	3,1	262,5
PR3	265,4	3,6	261,8
SD1	262,8	> 10	< 252,8
SD2	262,8	> 10	< 252,8
SD3	265,4	8,9	256,5
SD4	265	6,8	258,2
SD5	264,2	7,4	256,8
SD6	265,1	6,2	258,9
SD7	265,6	7,4	258,2
SD8	265,5	8	257,5
SD9	265,2	8,2	257,0
SD10	265,5	5,7	259,8
SD11	265,4	2,1	263,3
SD12	265,2	2,5	262,7
SD13	265,2	2,1	263,1
SD14	265,1	3,5	261,6
SD15	265,1	5,9	259,2
SD16	265,4	5,9	259,5
SD17	265,3	4,3	261
S1	265,4	2,8	262,6
S2	265,2	4,3	260,9
S3	265,3	2,8	262,5
S6	265,1	> 5,3	< 259,8
S7	265,4	> 5,2	< 260,2
S10	265,6	> 5,1	< 260,5

Figure 17 : Position des forages et cartographie du toit des calcaires



1.5.3 Les reconnaissances hydrogéologiques

1.5.3.1 Niveau d'eau et température en forage et sur la source Soufre

► Mesures ponctuelles sur les piézomètres

Lors de la foration des 2 piézomètres par KAENA, des venues d'eau ascendantes et thermales ont été rencontrées :

- Le Forage PR3 (côté nord), descendu à 12 m profondeur (calcaires urgoniens atteints à 3,6 m) a rencontré des arrivées d'eau thermique (20°C). La profondeur des premières arrivées n'est pas connue. Le niveau est situé à 8,3 m le 23/10/18, le jour de la foration, puis à 4,9 m le lendemain. J.C. CARFANTAN mentionne un niveau à 3 m en fin de chantier (24/10/18 ?). Le rapport KAENA mentionne un niveau d'eau à 4,4 m le 24/10 et un niveau d'eau à 4,49 m le 30/10/2018. Le niveau d'eau est mesuré à 4,83 m par GINGER BURGEAP le 23/06/21, pour une température de 20,7°C.
- Le forage PR1 (côté sud), descendu à 12 m (calcaires atteints à 11,2 m), mais crépiné uniquement sur les 10 premiers mètres dans les alluvions, a rencontré un niveau d'eau à 6,3 m le 24/10/18 et à 9,29 m le 30/10/18. Le niveau d'eau est mesuré à 9,5 m par GINGER BURGEAP le 23/06/21, pour une température de 19,0°C.

Sur les 6 ouvrages complémentaires à 5 m de profondeur créés par GINGER CEBTP l'ensemble des terrains étaient sec lors des travaux de foration (du 30/09/21 au 05/10/21).

Deux relevés piézométriques complémentaires ont été réalisés par GINGER BURGEAP le 14/10/2021 (basses eaux relatives) et le 17/12/2021 (après une période marquée de précipitations en novembre et décembre, hautes eaux relatives).

En basses eaux, les relevés montrent la présence des niveaux d'eau thermique au fond des ouvrages (tranche d'eau de quelques centimètres). Dans la partie nord, les niveaux du piézomètre S1 s'équilibrent avec ceux du piézomètre PR3 à la cote 260,75 m. On note toujours un très fort gradient vers le sud (5%), entre PR3 et PR1 (255,25).

En haute eaux, après un épisode de pluie marquée, on remarque que certains niveaux d'eaux sont inférieurs ou équivalents à ceux en basses eaux (PR1, PR3, S6). Ces points gardent sensiblement la même température en hautes et basses eaux (19 à 20 °C). Les points S1 et S3 présentent des niveaux sensiblement plus hauts en hautes eaux (0,9 à 1 m plus haut qu'en basses eaux), mais ils présentent également des températures plus faibles (environ 15 à 16°C), liées aux apports d'eau météoritiques.

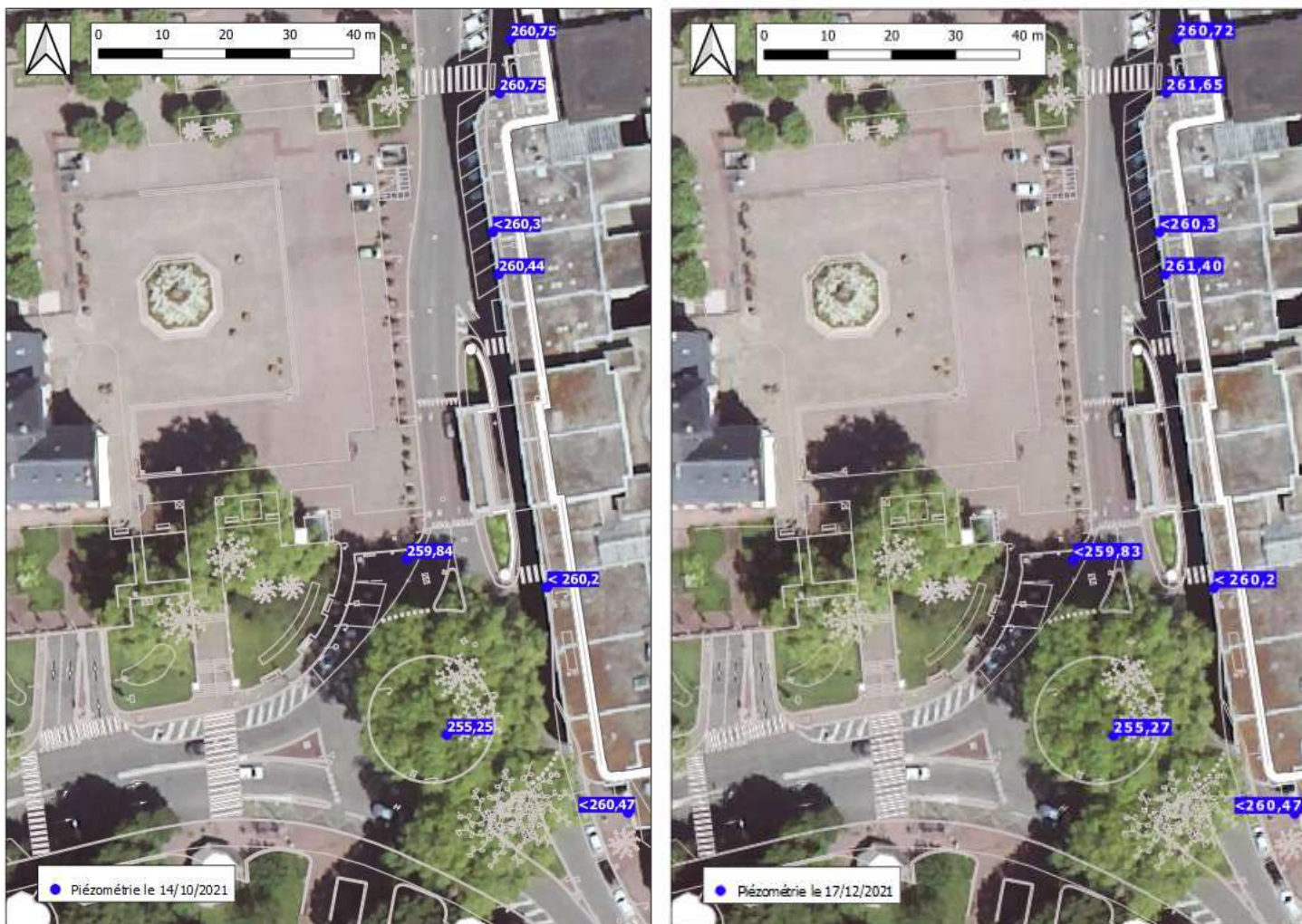
Tableau 5 : Relevé piézométrique et de température du 14/10/21

Nom piézomètre	Profondeur piézomètre	Niveau d'eau le 14/10/21 (m)	Température de l'eau (°c)	Altitude niveau d'eau le 14/10/21 (m NGF)
PR1	10	9,45	19,9	255,25
PR3	10	4,65	20,2	260,75
S1	4,9	4,65	19,3	260,75
S2	4,9	Sec (fond à 260,3 m NGF)	-	-
S3	4,9	4,86	19,9	260,44
S6	5,27	5,26	19,6	259,84
S7	5,2	Sec (fond à 260,2 m NGF)	-	-
S10	5,13	Sec (fond à 260,47 m NGF)	-	-

Tableau 6 : Relevé piézométrique et de température du 17/12/21

Nom piézomètre	Profondeur piézomètre	Niveau d'eau le 17/12/21 (m)	Température de l'eau (°c)	Altitude niveau d'eau le 17/12/21 (m NGF)
PR1	10	9,43	19,9	255,27
PR3	10	4,88	20,2	260,72
S1	4,9	3,75	15,3	261,65
S2	4,9	non accessible	-	-
S3	4,9	4,00	16,6	261,40
S6	5,27	Sec (fond à 259,83)	-	-
S7	5,2	Sec (fond à 260,2 m NGF)	-	-
S10	5,13	Sec (fond à 260,47 m NGF)	-	-

Figure 18 : Niveaux piézométriques mesurés le 14/10/2021 et le 17/12/2021 (en m NGF)



► Suivi en continu sur les piézomètres et la source Soufre (BRGM, 2020)

Un suivi en continu a également été réalisé sur les piézomètres PR1 et PR3 par le BRGM entre le 29/01/2020 et le 25/05/2020 à l'aide de sondes autonomes mesurant le niveau d'eau, la conductivité électrique (marqueur de la minéralisation globale de l'eau) et la température de l'eau, dans les piézomètres PR3 (où des remontées thermales ont été observées), mais également dans la source Soufre (Figure 19, Figure 20 et Figure 21).

Ce suivi intègre la période de confinement liée au COVID (du 17 mars au 11 mai 2020) où l'activité aux thermes Chevalley était à l'arrêt (peu ou pas de pompage sur les forages Reine-Hortense et Chevalley¹). **Ces suivis présentent donc une image réaliste du fonctionnement hydrogéologique au droit du projet de parking, sans l'influence (ou l'influence réduite) des pompages sur les forages Reine-Hortense et Chevalley (susceptibles de faire diminuer le niveau dans le niveau dans le compartiment urgonien), en conditions de moyenne à hautes eaux.**

Notes importantes :

- La température enregistrée sur la source Soufre semble erronée en valeur absolue (+/- 29°C sur la Figure 19). Une mesure ponctuelle du BRGM à 35 °C le 25/05/2020 est proche des valeurs connues des températures de la source (35/37 °C, thèse de S. GALLINO et Figure 23). Il y a probablement une erreur d'étalonnage du matériel et/ou de recalage de la courbe ;
- Il y a une erreur sur le niveau NGF de la courbe de suivi (inversion des nivellements de PR1 et PR3, (le nivellement du piézomètre PR3 est de 265,4 m NGF et non 264,8 m NGF). L'altitude en NGF des points de la courbe est a été corrigée sur la Figure 20.

Ces suivis montrent :

- Une forte influence des pluies sur la température de l'eau au droit de PR3, passant de 22 °C à 18 °C de manière très rapide lors des épisodes pluvieux les plus intenses (Figure 19). La température de la source Soufre (à prendre ici en relatif), est assez stable sur la même période d'observation, et n'est pas influencée par les différents épisodes pluvieux ;
- Une forte influence des pluies sur le niveau d'eau dans le piézomètre PR3, avec une remontée de 60 cm lors des épisodes pluvieux les plus intenses (fin/février/début mars 2020). L'amplitude maximum du battement observé sur la période est de 0,8 m (entre 260,8 et 261,4 m NGF, valeur corrigée de l'erreur de référentiel altimétrique du piézomètre) ;
- La source Soufre présente une conductivité électrique (à 25°C) plus élevée (800 à 870 µS/cm) qu'au droit de PR3. Cette conductivité est relativement stable dans le temps et ne semble pas se corrélérer aux épisodes pluvieux. On note une diminution à partir du 15 mars, et une relative stabilité après. Cette observation pourrait se corrélérer à l'arrêt des pompages des forages Reine-Hortense et Chevalley durant la période de confinement dû au COVID ;
- Sur la même période, la température de la source Soufre augmente (en relatif sur le graphique) après le 15/03/20. Cette augmentation a déjà été observée et corrélée à la baisse des débits de pompage en 2007 (Figure 23) ;
- La conductivité électrique au droit du piézomètre PR3 est proche de 600 µS/cm, mais chute à moins de 400 µS/cm lors des épisodes pluvieux.

¹ « Malgré une sollicitation du BRGM, la société VALVITAL n'a pas communiqué les débits et volumes journaliers des forages Reine-Hortense et Chevalley »

Figure 19 : Comparaison de la température et de la conductivité électrique (corrigée à 25°C) du piézomètre PR3 et de la source Soufre (Extrait du rapport BRGM RP-70013-FR)

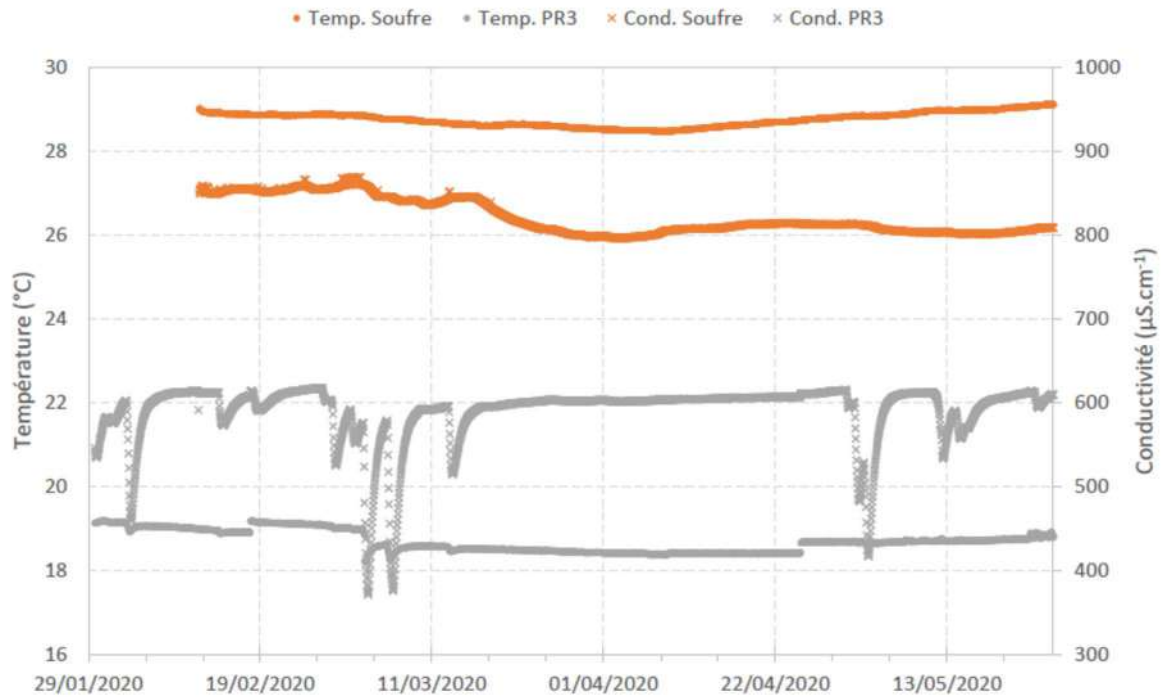


Figure 20 : Comparaison pluie / niveau piézométrique en PZ3 (Extrait du rapport BRGM RP-70013-FR, valeurs recalées dans le bon référentiel NGF)

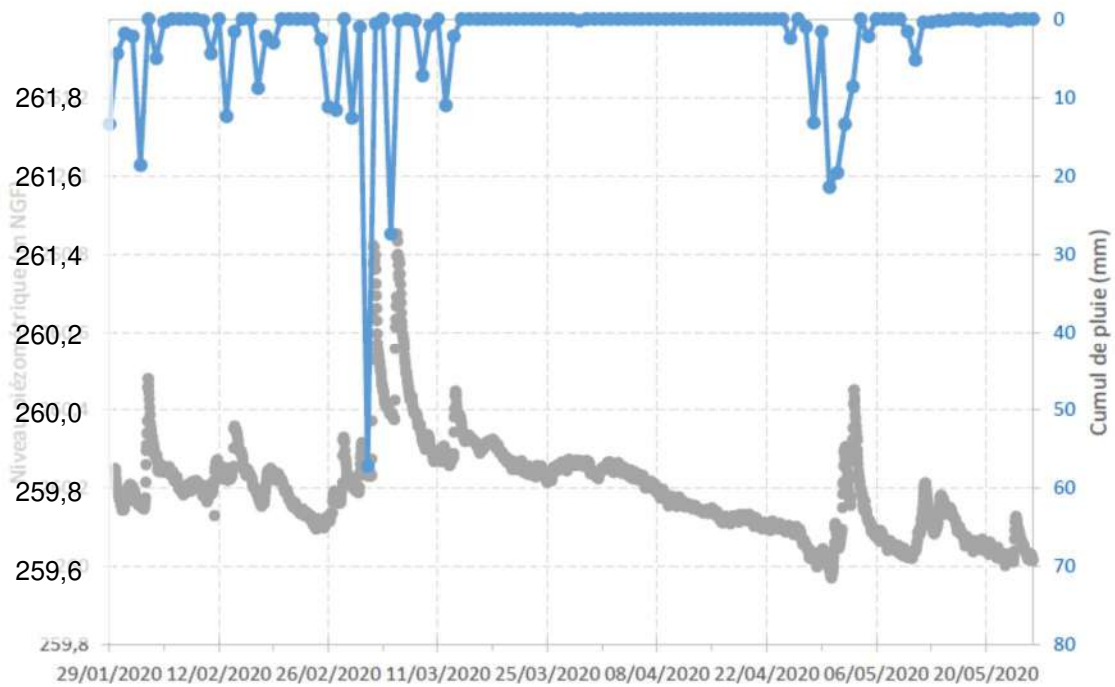
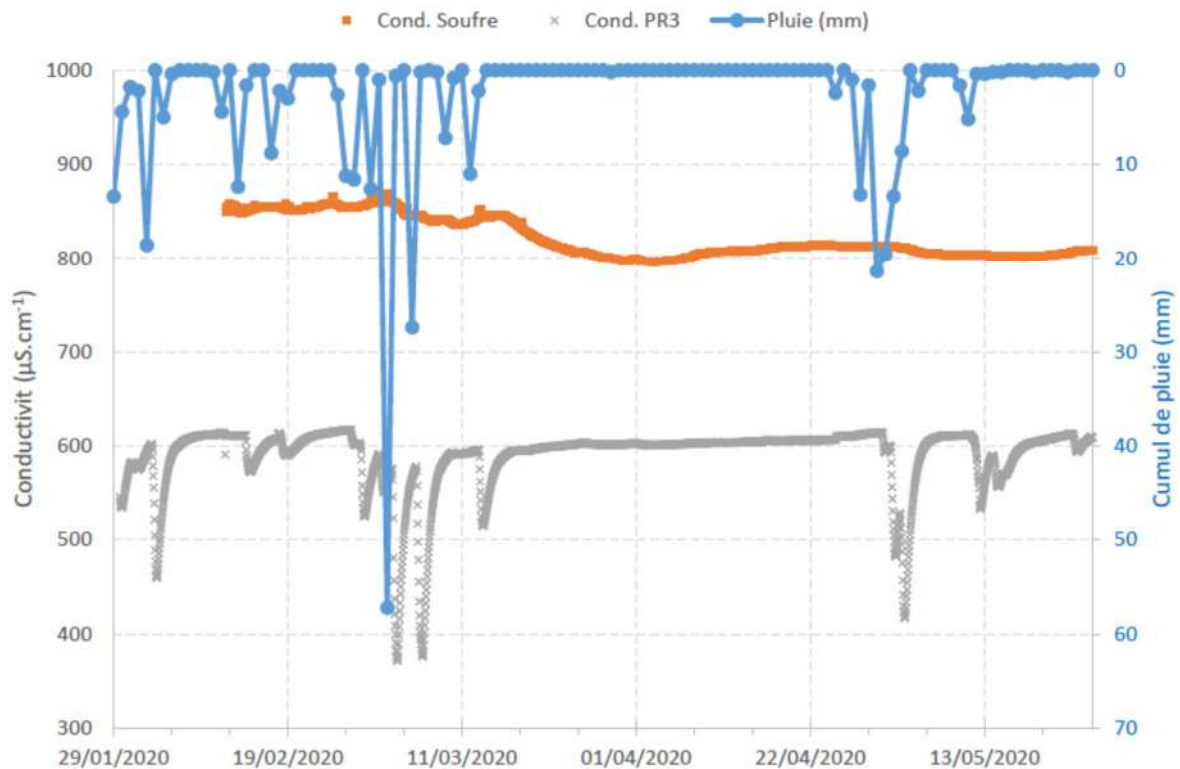


Figure 21 : Comparaison pluie / conductivité électrique en PR3 et à la source Soufre (Extrait du rapport BRGM RP-70013-FR)



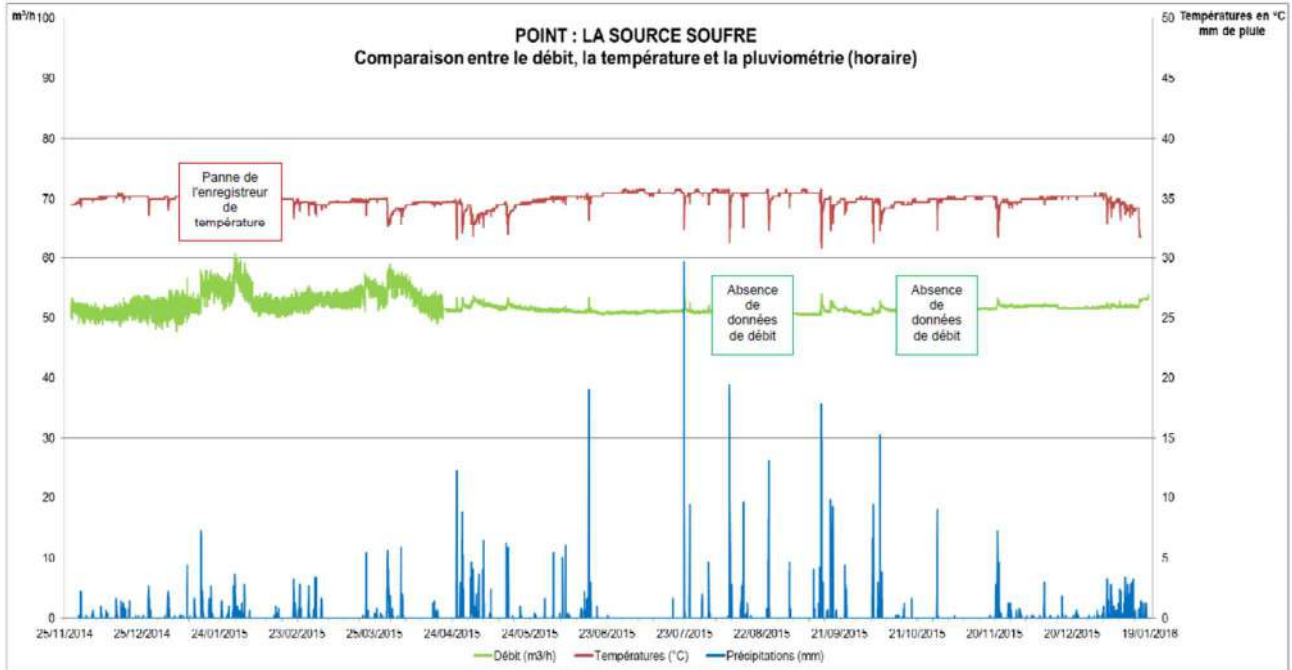
► **Autres suivis sur la Soufre et Alun**

Des suivis ont été réalisés par la coopérative ATEAU sur différents rejets en cours d'eaux des établissements thermaux, avec entre autres :

- Un suivi du débit et de la température sur le rejet de la source Alun entre le 22/08/2013 et le 07/09/2013. Ce suivi montre une température de l'eau très constante de 40°C, pour un débit également constant à 150 m³/h (42 l/s), par temps sec (épisode pluvieux du 24/08 peu marqué, 12 mm) ;
- Un suivi du débit et de la température sur le rejet de la source Soufre entre le 22/08/2013 et le 07/09/2013. Ce suivi montre une température de l'eau assez constante autour de 35°C avec une légère baisse de débit lors de l'épisode pluvieux du 24/08 (34 °c). Le suivi de débit semble erroné (86 m³/h soit 24 l/s, valeur non cohérente avec toutes les autres mesures connues sur la source) ;
- Un suivi du débit et de la température sur le rejet de la source Soufre entre le 25/11/2014 et le 19/01/2016 (Figure 22). Le débit mesuré sur la période est stable (débit moyen assez constant autour de 52 m³/h, soit 14,5 l/s, oscillation possible sur la gamme 47 à 60 m³/h). Le débit de la source présente une légère augmentation à chaque épisode pluvieux (quelques m³/h). La température mesurée sur cette période d'un peu plus d'une année est assez stable, avec une moyenne de 34,9 °C. La température de l'eau baisse de 2 à 3°C à chaque épisode de pluie.

Note : le suivi sur la source Soufre, situé dans la canalisation de sortie des eaux de la source Soufre, et non au griffon de la source, est probablement influencé par des apports eaux pluviales (information orale de la Mairie d'Aix-les-Bains), qui explique la baisse de température de la source à chaque pluie.

Les suivis réalisés par VALVITAL sur la source Alun ne nous ont pas été communiqués.

Figure 22 : Suivi de la température et du débit de la source Soufre (ATEAU)


► L'influence des pompages Reine-Hortense et Chevalley sur les températures des sources Soufre et Alun

La température de la source Soufre, entre décembre 2005 et avril 2007 (résultats pour la conductivité électrique difficilement interprétables du fait de la présence de biofilm), ainsi que la température et la conductivité électrique de la source Alun, entre Janvier 2006 et juillet 2007 ont été suivies par S. GALLINO. Les mesures sont réalisées directement au droit des griffons des sources (pas de perturbation d'eau parasite). Les suivis ont été comparés aux débit moyens pompés sur les forages Reine-Hortense et Chevalley.

Le suivi sur la source Soufre (Figure 23) montre que de manière saisonnière, les températures de la source sont maximales aux périodes où les débits d'exploitation des forages sont les plus faibles, soit de novembre à février. Les températures de l'eau sont les plus faibles aux périodes d'exploitation des forages. Selon S. GALLINO « *la sollicitation répétée de l'aquifère durant les fortes périodes d'exploitation entrainerait une chute de pression au sein de l'aquifère, permettant à un débit moindre de remonter en direction des sources et une diminution des températures* ».

Des variations de second ordre sont interprétées comme les variations des débits d'exploitation des forages (qui varie au cours de la journée et baisse en fin de semaine) et aux précipitations (baisse de la température de l'ordre de 1°C lors des épisodes pluvieux d'octobre et novembre 2005).

Cette observation, conforme aux observations de la coopérative ATEAU en 2015 (avec des eaux parasites), confirme l'hypothèse d'un apport d'eau froide de surface dans la partie terminale karstique de la remontée thermique.

Selon S. GALLINO « *On observe de manière inexplicée que la source durant les périodes de forte exploitation des forages, ne réagit plus aux précipitations* ».

La source Alun (Figure 24) présente des variations de température (40 °c +/- 2°C) similaires à celles observées sur la source Soufre : diminution de la température de la source lorsque les volumes prélevés sont importants sur les forages. Cette observation se corrèle à une augmentation de la conductivité électrique lorsque les pompages sont au maximum.

Figure 23 : Variation de la température de la source Soufre en fonction des volumes exploités aux forages Reine-Hortense et Chevalley (Extrait de la thèse de S. GALLINO)

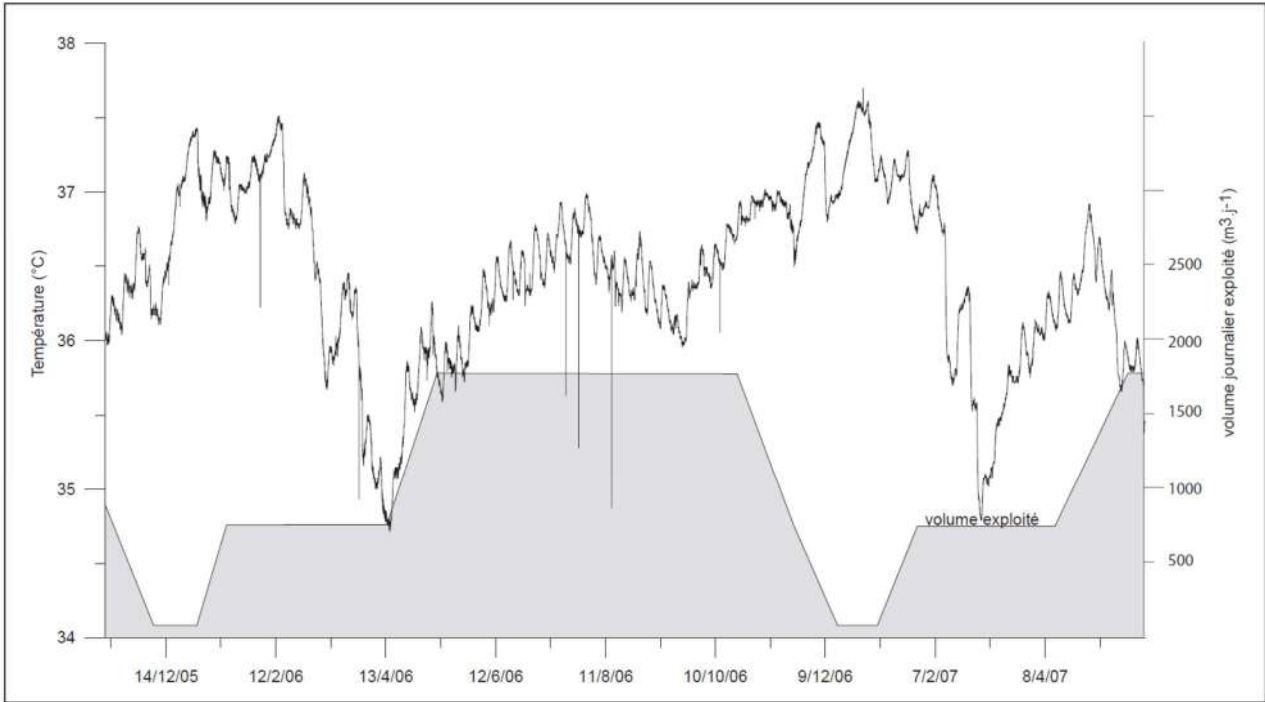
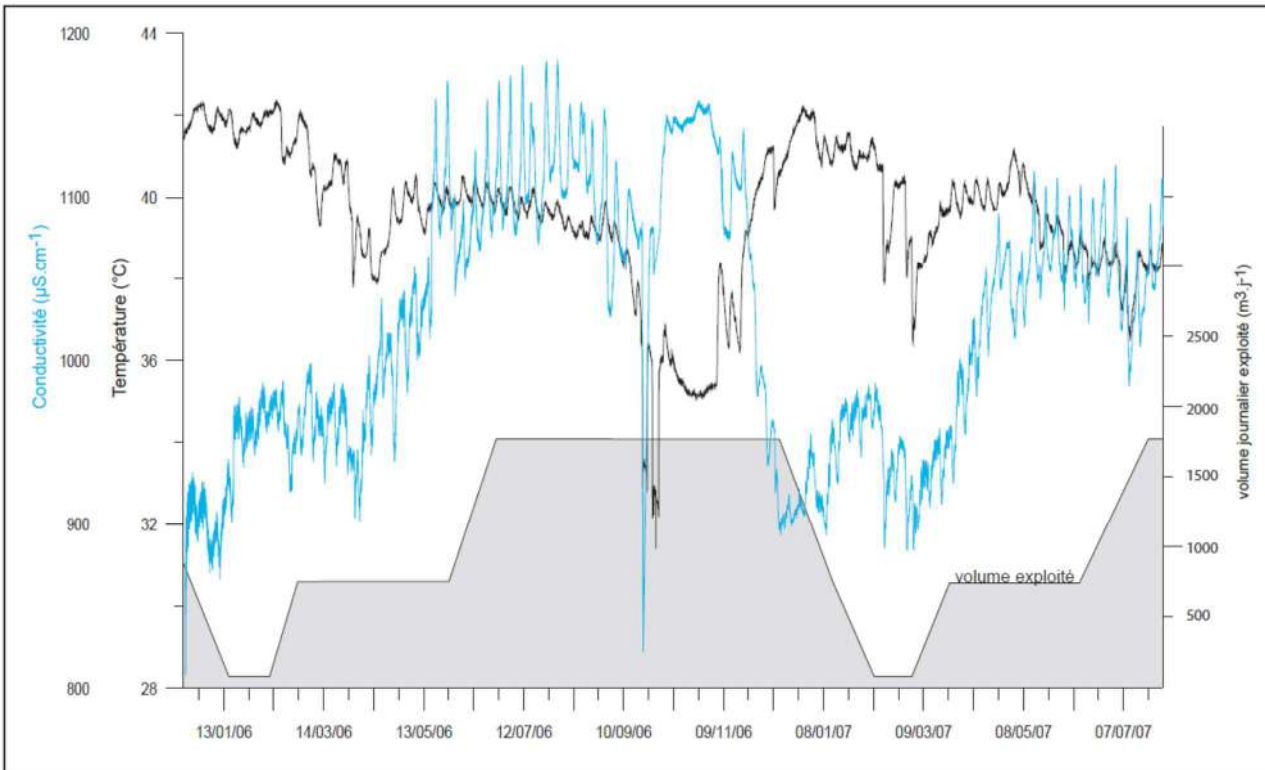


Figure 24 : Variation de la température et de la conductivité électrique de la source Alun en fonction des volumes exploités aux forages Reine-Hortense et Chevalley (Extrait de la thèse de S. GALLINO)



► Synthèse des observations

Ces observations montrent une différence très nette entre la source Soufre est l'arrivée thermique observée au droit du piézomètre PR3 :

- La source Soufre (35/37°C, 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) correspond à une des sorties de la remontée thermique principale, via un conduit karstique situé plus en amont, comme démontré dans la thèse de S. GALLINO (cf chapitre 21). La température de l'eau et sa conductivité électrique sont relativement constantes dans le temps et sont influencées par les pompages des forages Reine-Hortense et Chevalley (augmentation de la température lorsque les pompages sur les forages profonds diminuent, provoquant un moindre apport des eaux de surface).
- Les venues d'eau thermales observées dans PR3 (21°C, 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sont un mélange d'eau thermique et d'eau météoritique dans les calcaires fissurés, avec un effet de dilution marqué lors des épisodes pluvieux (19°C, 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dans tous les cas, les débits de circulation semblent être faibles (fissures peu ouverte, pas de conduit karstique).

1.5.3.2 Les essais de perméabilité sur les piézomètres

Des essais de perméabilité de type slug test (en pompage ou en injection) ont été réalisés par BURGEAP le 23/06/21 respectivement sur PR1 (dans les alluvions) et PR3 (dans les calcaires). Les résultats des essais sont les suivants :

Tableau 7 : Résultats des essais de perméabilité du 23/06/21

Nom de l'ouvrage	Z TN (m NGF)	Niveau statique (m/TN / NGF)	Niveau testé (m/TN)	Perméabilité (en m/s)
PR1	264,7	9,5 / 255,22	8,6 - 10,4 m (graves sablo-limoneuse et limon sableux)	$2,9 \cdot 10^{-7}$
PR3	265,4	4,83 / 259,57	6,4 - 9,9 m (calcaire)	$2,7 \cdot 10^{-6}$

La perméabilité est faible dans les calcaires (de l'ordre de $3 \cdot 10^{-6}$ m/s), en phase avec l'hypothèse de remontées des fissures peu ouvertes au droit du piézomètre PR3. Les perméabilités dans les alluvions au-dessus des calcaires sont plus faibles (de l'ordre de $3 \cdot 10^{-7}$ m/s), mais le niveau de saturation de ces dernières est faible (tranche 8,6 - 10,4 m). On peut estimer une gamme de perméabilité moyenne allant de $1 \cdot 10^{-5}$ à 10^{-7} m/s dans les alluvions, qui tient compte de leur forte hétérogénéité (passées plus sableuses, graveleuses ou limoneuses).

1.5.3.3 Les essais sur le forage du Parc

Le forage du Parc a été foré sur 162 m de profondeur en 1987. Sous 11 m d'alluvions, le forage a traversé les calcaires urgoniens fissurés. Des faibles venues d'eau sont observées à 11 m issues du drainage des alluvions au toit des calcaires. Les premières venues d'eau dans les calcaires commencent à 35 m de profondeur, leur débit augmente en profondeur, et plus fortement au-delà de 118 m de profondeur, d'après une diagraphie de vitesse.

Le forage est artésien (niveau statique +1,5 m au-dessus de la tête du forage). Il a été testé à un débit de 11 m³/h pour un débit spécifique de 1,23 m³/h/m. La transmissivité calculée lors des essais longue durée à 5 m³/h est de $2 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Si on considère les 120 m utiles de calcaires fissurés, la perméabilité des calcaires est de $1,7 \cdot 10^{-6}$ m/s, valeur du même ordre de grandeur que la perméabilité mesurée au droit du piézomètre PR3 ($2,7 \cdot 10^{-6}$ m/s)

Aucune observation existe sur l'effet du pompage dans ce puits sur les forages Reine-Hortense et Chevalley, ainsi que sur le débit des sources Soufre et Alun.

En revanche, l'effet des forages Reine-Hortense et Chevalley est bien connu : en pompant dans les calcaires profonds du Jurassique, le niveau dans la compartiment aquifère urgonien s'abaisse au droit du forage du Parc, qui n'est plus artésien (niveau d'eau mesuré le 07/09/21 à 5,91 m, en pleine période d'activité des thermes Chevalley, soit vers +/- 254 m NGF).

1.5.3.4 Les essais au droit des thermes Chevalley

Des forages de reconnaissance ont été réalisés par le BRGM en décembre 1990 (avant la réalisation du forage Chevalley en 1993 et des thermes en 1997). Ces forages, de 45 à 55 m de profondeur ont atteints les calcaires urgoniens sous quelques mètres de couverture morainique et ont été équipés pour la réalisation de pompages d'essai de quelques heures (PZ1, PZ2 et PZ3). Ces forages sont tous situés à proximité la source Alun et du tronc de la remontée thermique principale (Figure 25).

Les transmissivités et les perméabilités, interprétées à partir du débit spécifique en pompage, mais aussi les températures d'eaux et conductivité électriques mesurées en forage sont présentées dans le Tableau 8.

Les perméabilités et les températures les plus élevées sont observées sur PZ3 entre la source Soufre et la source Alun avec une perméabilité de $2,2 \cdot 10^{-4}$ m/s et une température 40,2°C. Elles sont plus faibles sur PZ1 plus éloigné au nord ($2,4 \cdot 10^{-6}$ m/s / 27 °C). Cette dernière valeur de perméabilité est semblable à celle observée au droit du projet de parking ou du forage du Parc, mais avec des températures plus levées : 27 °C en PZ1 contre 20°C sur PR3 ou sur le forage du Parc.

Figure 25 : Localisation des forages de reconnaissance sur le site des thermes Chevalley (Extrait de la Banque du Sous-sol, annoté)

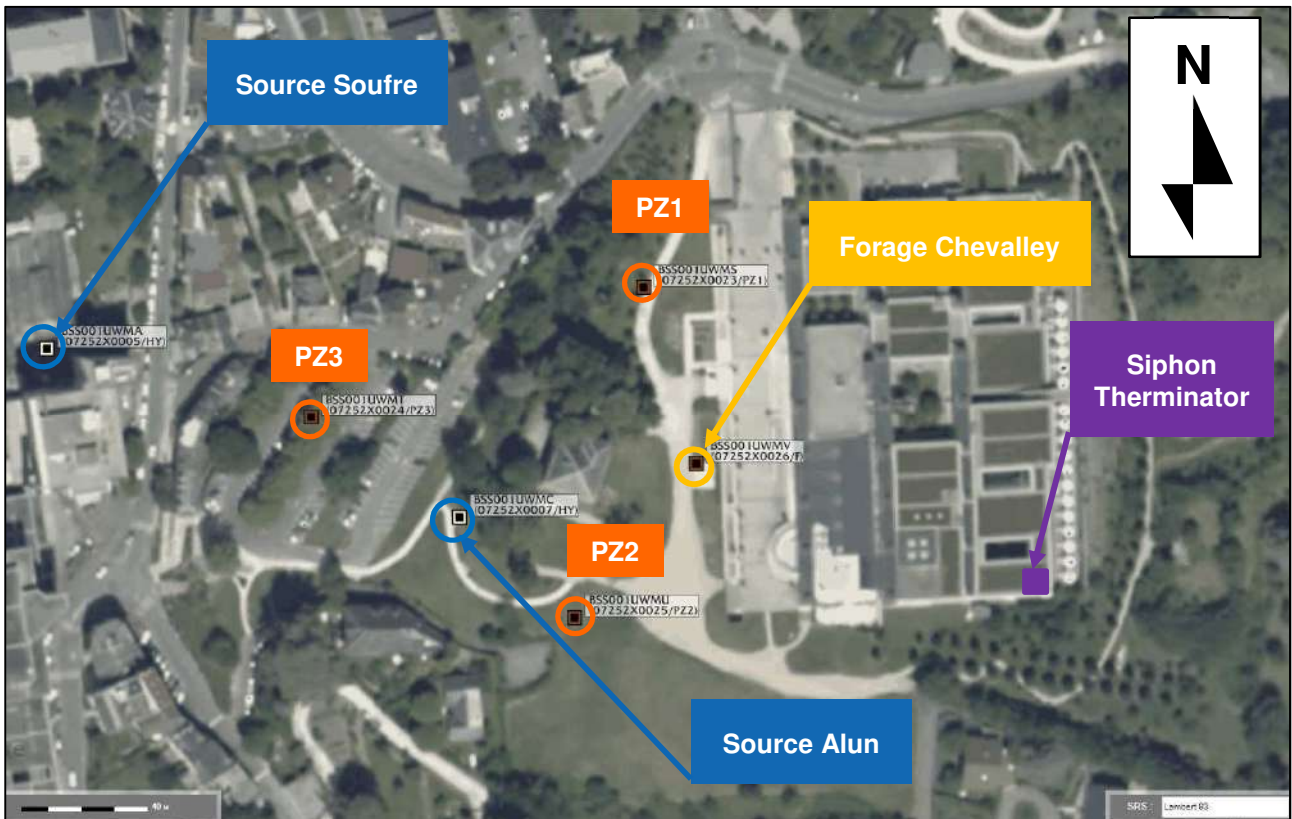


Tableau 8 : Résultats des essais sur les forages de décembre 1990

	PZ1	PZ2	PZ3
Code BSS	BSS001UWMS / 07252X0023/PZ1	BSS001UWMU / 07252X0025/PZ2	BSS001UWMT / 07252X0024/PZ3
Profondeur forage (m)	55	50	45
Profondeur niveau d'eau statique (m/TN)	30,28	17,15	15,40
Altitude niveau statique - précision métrique (m)	+/- 276	+/- 287	+/- 274
Débit de pompage (m ³ /h)	2,3	2,5	4,5
Rabatement (m)	10,48	1,90	0,19
Transmissivité (m ² /s)	6,1.10 ⁻⁵	3,7.10 ⁻⁴	6,6.10 ⁻³
Perméabilité (m/s)	2,4.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁵	2,2.10 ⁻⁴
Température de l'eau (°c)	27,0	33,4	40,2
Conductivité électrique (µS/cm)	587	617	640

1.5.4 Synthèse des observations– fonctionnement hydrogéologique au droit du projet

La remontée thermique principale dans les calcaires urgonien, via un réseau karstique est située entre le siphon Therminator et la source Alun, sur le site Chevalley en amont des thermes Pétriaux. Les exutoires naturels sont les sources historiques Alun (site des thermes Chevalley) et Soufre (site des thermes Pétriaux).

Les eaux du siphon se scindent en deux pour alimenter séparément la source Alun et la source Soufre au moyen des conduits à gradient hydraulique différents.

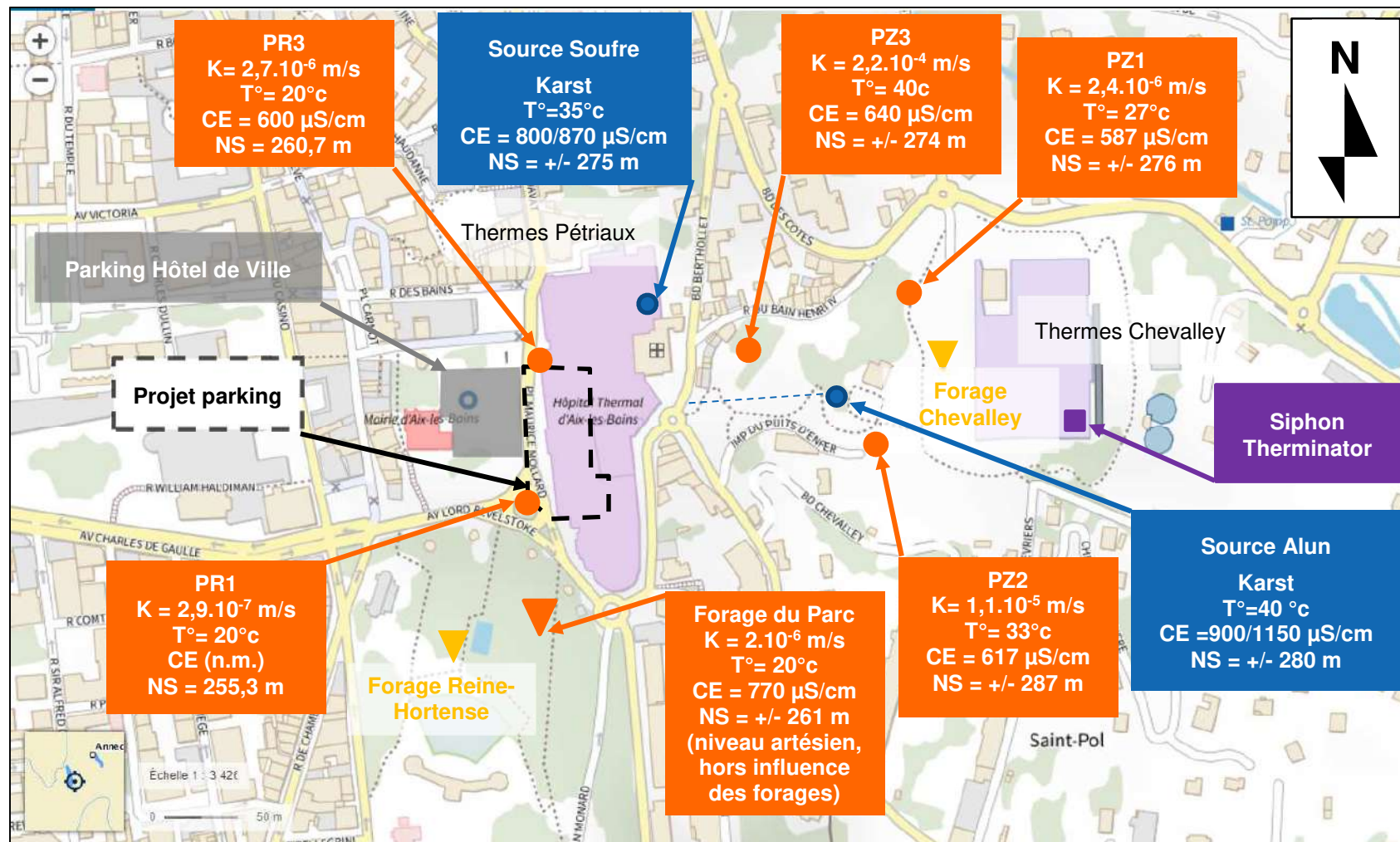
D'autres venues thermales (> 30°C) ont été rencontrées en forage sur le site des thermes Chevalley, et confirment la position de la remontée thermique principale en amont du projet de parking, sur le site Chevalley.

La perméabilité dans des calcaires, mesurée in-situ, entre le parking de l'hôtel de ville et les thermes Pétriaux est faible (+/- 10⁻⁶ m/s, PR3, forage du parc), les fissures sont réduites, et il n'a pas été mis à jour de fissures ouvertes ou de conduits karstiques de plus gros diamètre dans la zone envisagée des travaux. Les eaux sont plus froides (20°C) que les sources historiques (Soufre 35-37°C, Alun, 38-40°C) ou que les forages, de plus fortes perméabilité (+/- 10⁻⁴ à 10⁻⁵ m/s, 10 à 100 fois plus perméable) sur le site des thermes Chevalley.

Il existe une remontée des calcaires dans la zone projetée des travaux, encadrée par deux zones d déjà terrassées dans les calcaires (parking de l'Hôtel de ville, bâtiment Pétriaux). Le niveau d'eau s'équilibre vers la cote 260,7 m. On peut supposer qu'il existe un drainage naturel sous les structures enterrées existantes (parkings des thermes, battement Pétriaux) qui ne présentent aucun signe de remontée de nappe. Ces structures enterrées ne présentent aucun dispositif de rabattement permanent de nappe.

Les observations des niveaux piézométriques montrent un fort drainage des écoulements du nord vers le sud (gradient de 5%), en lien avec le plongement de couches calcaires vers le sud.

Figure 26 : Synthèse des observations hydrogéologiques dans l'Urgonien (K=perméabilité, T°=température, CE=conductivité électrique, NS=niveau statique, n.m.=non mesuré)



2. Impacts temporaires et permanents

2.1 Interférence entre le projet et la ressource thermique

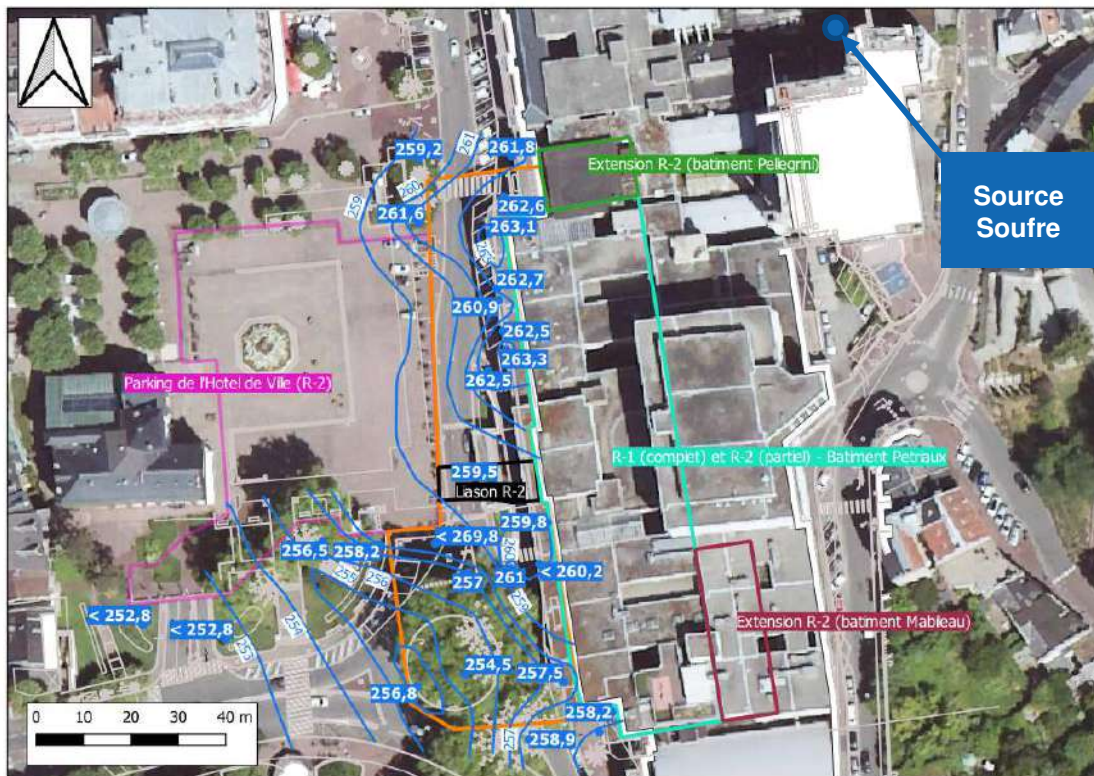
2.1.1 Rappel du projet de parking souterrain

Le parking souterrain projeté est réalisé en prolongement du parking actuel de l'Hôtel de ville et des 2 niveaux de sous-sols existants du bâtiment Pétriaux. Le projet de parking se compose de :

- Un niveau de sous-sol R-1, entre le parking de l'Hôtel de ville et les thermes Pétriaux. **Ce secteur était initialement prévu avec 2 niveaux de parking (R-2), mais compte tenu des campagnes de reconnaissance géotechniques et hydrogéologiques, et de l'avis de l'hydrogéologue agréé JC CARFANTAN de novembre 2018, la SSCV du Sillon Alpin a réduit le projet à un seul niveau de sous-sol dans ce secteur à enjeux. Seule a été maintenue une galerie (véhicules et piétons) de circulation en R-2 permettant la liaison entre le parking de l'Hôtel de ville et les parkings sous le bâtiment Pétriaux**
- Deux niveaux de sous-sol en R-2 dans le bâtiment Pétriaux, sur les bases des niveaux de sous-sol existants : R-1 complet, R-2 partiel, **mais avec un terrassement des calcaires en R-2 déjà effectif sur la surface projetée (travaux de 1933) ;**
- Un agrandissement du parking sous le bâtiment Pétriaux à 2 endroits :
 - Au nord, avec une extension limitée, 2 niveaux de parking en R-2 ;
 - Au sud-est, avec une extension limitée, 2 niveaux de parking en R-2 ;

Les parkings seront envisagés avec des cuvelages étanches.

Figure 27 : Plan du projet de parking



2.1.2 Interférence entre le projet et les calcaires

Hypothèses retenues :

- Dallage R-1 :
 - 262,2 m NGF dans la partie nord du parking entre le parking des thermes et le bâtiment Pétriaux, niveau de terrassement retenu 262,0 m NGF (si atteinte des calcaires) ;
 - 261,6 m NGF dans la partie sud du parking entre le parking des thermes et le bâtiment Pétriaux, niveau de terrassement retenu 261,4 m NGF (si atteinte des calcaires) ;
- Dallage R-2 à l'intérieur du bâtiment Pétriaux : 260,2 m NGF niveau de terrassement retenu 260,0 m NGF (si atteinte des calcaires) ;
- Liaison R-2 :
 - 259,8 m NGF coté parking de l'Hôtel de ville ;
 - 260,2 m NGF coté parking sous le bâtiment Pétriaux.

Il existe 3 secteurs où les calcaires urgoniens vont devoir être terrassés pour la construction du parking :

- Dans la partie nord, entre le parking de l'Hôtel de ville et les thermes Pétriaux, là où la remontée des calcaires avait été identifiée dans la première étude géotechnique de KAENA. Les calcaires remontent localement à la cote 263,1 et 263,3 m NGF, pour des terrassements dans les calcaires respectivement de 1,1 et 1,3 m au maximum sur ces 2 points.
- A l'intérieur du bâtiment des thermes, dans l'extension envisagée, du parking en R-2 vers le nord. La profondeur et le volume des calcaires à terrasser reste à préciser.
- A l'intérieur du bâtiment des termes, dans sa partie sud-est dans l'extension du parking en R-2 vers le sud-est. Les calcaires sont déjà partiellement terrassés (travaux de 1933 bâtiment Pétriaux et travaux du bâtiment Mabileau de 1974). La profondeur et le volume des calcaires restent à terrasser est à préciser.

Les plan et la coupe ci-après présentent l'interaction entre le projet de parking.

Figure 28 : Secteur de décaissement des calcaires pour la création des futurs parkings

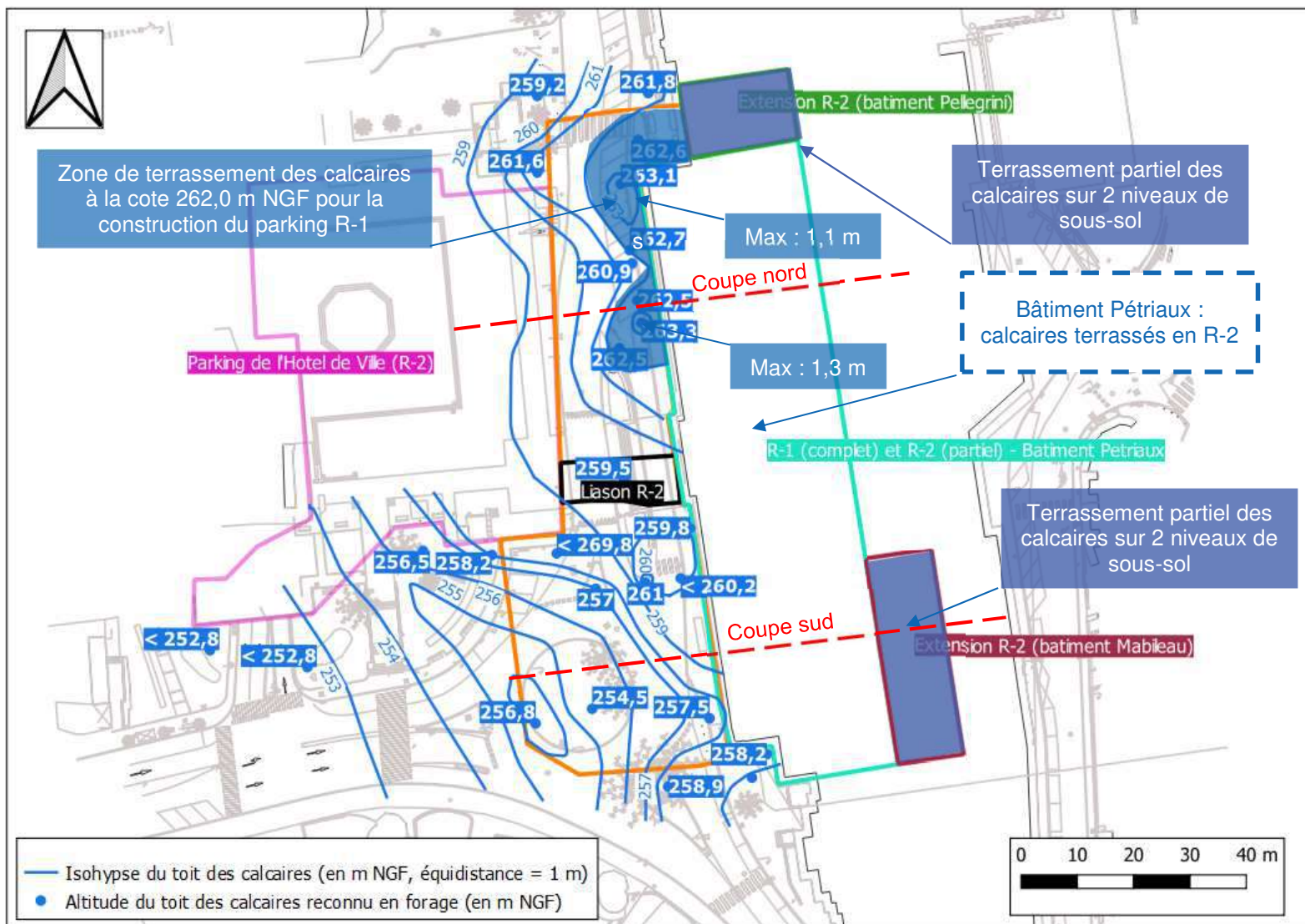
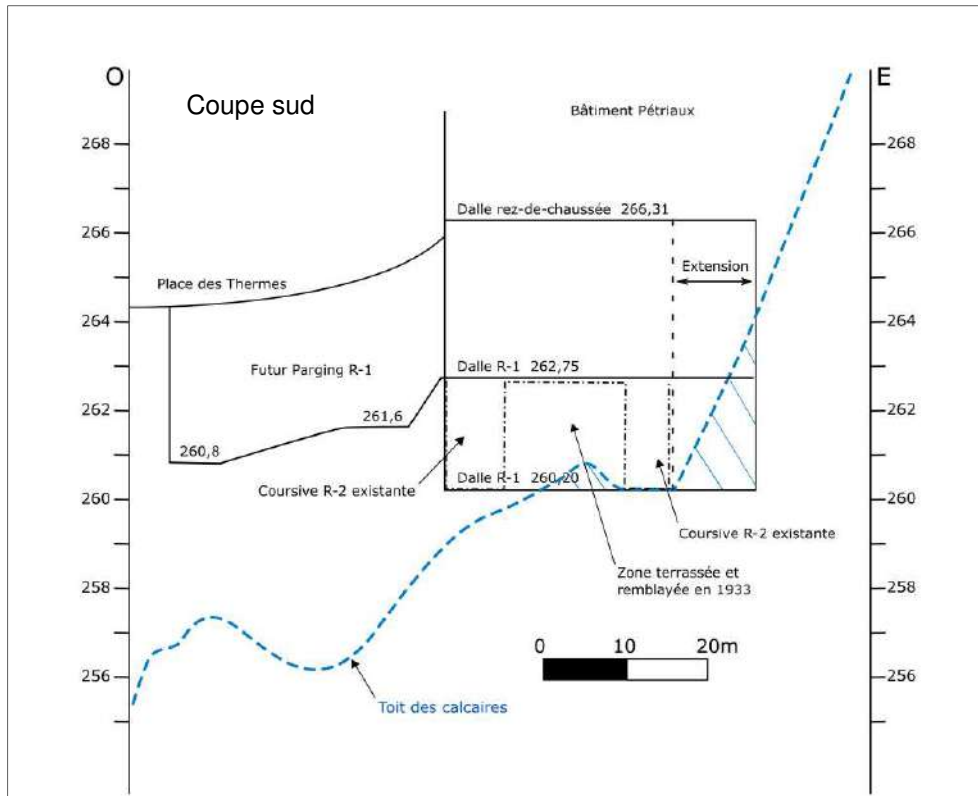
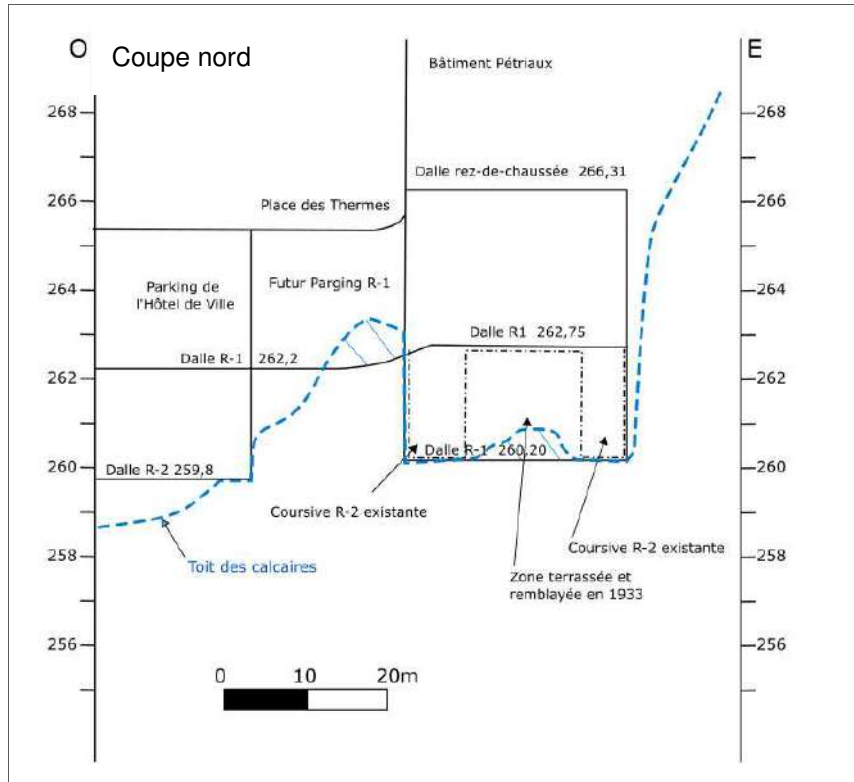


Figure 29 : Coupes en travers des futurs parkings (en hachuré, les zones de terrassement des calcaires)



2.1.3 Interférence entre le projet et les remontées thermales observées en forage

Le niveau d'eau observé dans le piézomètre PR3 en amont hydrogéologique varie entre 260,7 m NGF (basses eaux, octobre 2021), et 261,4 m NGF (hautes eaux, février 2020). Les terrassements **du parking en R-1** à la cote 262,0 m NGF se feront à sec, sans interception d'eau souterraine (thermale ou non).

Le terrassement dans l'extension R-2 au nord du Pétriaux, vers le bâtiment Pellegrini à la cote 259,6 m NGF, sur la base des niveaux observés sur PR3 (261,4 m NF en hautes eaux), est susceptible de recouper des venues d'eau, sur une hauteur maximum de 1,8 m.

Nous ne disposons pas d'information piézométrique dans le secteur des terrassements de l'extension R-2 au sud-est de Pétriaux, vers le bâtiment Mabileau à la cote 260,0 m NGF. D'après les relevés piézométriques (Figure 18), il est possible que le fort gradient vers le sud implique un niveau d'eau plus bas que la cote de terrassement. Le piézomètre réalisé dans les calcaires à partir d'un carottage à proximité de la future extension sud-est est sec.

2.1.4 Risque vis-à-vis de la ressource thermique – Définition des enjeux

L'enjeu vis à vis de la protection de la ressource thermique est double :

- Ne pas modifier les écoulements liés à la ressource en eau thermique et en particulier l'équilibre des pressions entre le compartiment prélevé en profondeur par forage (calcaires du Jurassique) et la partie terminale de la remontée thermique (source historiques, calcaires urgoniens). L'aquifère profond exploité par forage n'est pas directement concerné par les travaux de création des parkings. L'aquifère supérieur (calcaires urgoniens) dans lequel se fait la remontée thermique peut être affecté par les travaux. Les terrassements des niveaux de parking envisagés ne doivent pas rencontrer de conduit karstique ou de fissures ouvertures, en lien avec la remontée thermique principale susceptible de modifier l'écoulement dans l'aquifère de l'urgonien et par conséquent le débit des sources Soufre et Alun et donc l'équilibre des pressions entre aquifères.
- Le risque de vibration vis à vis de la protection des forages Reine-Hortense et Chevalley, c'est à dire le maintien de la cimentation en tête qui permet d'isoler le compartiment supérieur (urgonien) du compartiment inférieur (Jurassique). L'enjeu est ici le maintien d'une bonne qualité d'exploitation des eaux. Les vibrations liées aux travaux, et tout particulièrement le terrassement dans les rochers calcaires doivent être compatibles avec la protection des forages en eaux thermales.

2.2 Impact des travaux de terrassements des parkings sur la ressource en eau thermique

Pour rappel, cet impact n'est effectif, que si les travaux de terrassement affectent de manière significative l'équilibre de pression dans l'aquifère urgonien, et en particulier le débit des sources Soufre et Alun. Cet impact peut être temporaire lors des travaux, et permanent si une venue d'eau thermique de fort débit, correspondant à une fissure ouverte ou à un conduit karstique en équilibre avec la remontée thermique, est recoupée par les terrassements des parkings, et si les débits ne sont pas maîtrisés.

Aujourd'hui, les travaux envisagés sur les parkings en R-1 sont situés au-dessus des niveaux d'eau souterraine (thermale) observé dans les piézomètres de suivi, entre le parking des thermes et le bâtiment des thermes Pétriaux.

En l'état des connaissances, pour les terrassements des niveaux de parking R-2 en extension du bâtiment Pétriaux au nord et sud-est, des venues d'eaux thermales dans des fissures peu ouvertes et de faibles débits sont susceptibles d'être recoupées.

Sur la base des perméabilités observées dans les calcaires sur le piézomètre PR3 ($2,7 \cdot 10^{-6}$ m/s), et des niveaux maximums de désaturation des calcaires (1,8 m) attendus pour 2 niveaux de sous-sol :

- Le débit théorique de rabattement de nappe nécessaire à mettre en œuvre en phase chantier serait de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$, sur la base de la formule de Schneebeli en régime permanent (approche sécuritaire) pour l'extension nord du parking R-2. Ce débit théorique est supérieur au flux réel transitant dans les calcaires ;
- Le flux réel, transitant dans les calcaires, susceptible d'être intercepté, sur une largeur d'écoulement de 50 m est de $0,04 \text{ m}^3/\text{h}$ selon la formule de Darcy (transmissivité de $4,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ pour 1,8 m de calcaires interceptés et un gradient de 5 %) ;
- Le rayon d'action théorique selon les formules de calcul varie entre 10 et 40 m (pour un coefficient d'emmagasinement de 1%).

Les débits en jeu sont négligeables au regard des débits des sources Soufre ($52 \text{ m}^3/\text{h}$) et Alun ($150 \text{ m}^3/\text{h}$), et ne sont pas susceptibles de modifier les équilibres de pressions dans le compartiment urgonien, dans le cas de fissures peu ouvertes et de faibles perméabilités.

Les rayons d'actions sont trop faibles pour avoir une influence sur les thermes Marlioz à 1,6 km au sud.

Sur la base des perméabilités et gradients observés sur les piézomètres en place entre le parking de l'Hôtel de Ville et les thermes Pétriaux, l'impact de l'interception des niveaux d'eaux dans les calcaires sur la ressource thermique est négligeable.

Au regard des connaissances actuelles sur le fonctionnement des remontées karstiques, de leur éloignement de la zone de travaux des perméabilités observées en forage, et des terrassements déjà effectués (parking de l'hôtel de ville, thermes Pétriaux), le risque de recouper une fissure ouverte de plus fort débit ou un conduit karstique en lien avec les sources Soufre et Alun apparaît faible dans les secteurs des travaux projetés de parking. L'enjeu est de sécuriser les connaissances avant travaux sur les circulations d'eau dans les zones circonscrites de terrassement des calcaires.

Des vérifications et des précautions complémentaires seront nécessaires pour s'assurer de l'absence de circulations importantes d'eau thermique dans les secteurs où les calcaires seront terrassés, avant et pendant les travaux.

2.3 Impact du projet sur les cimentations des forages Reine-Hortense et Chevalley

Cet impact est lié à l'utilisation des engins de chantier (pelle mécanique, BRH, explosif) et tout particulièrement pour les creusements nécessaires des zones d'affleurement des calcaires, qui pourrait fragiliser les cimentations des forages Reine-Hortense et Chevalley. Ce risque est également rappelé dans le rapport de l'hydrogéologue agréé J.C. CARFATAN de novembre 2018. Cet impact est potentiellement permanent.

Pour rappel, ces cimentations assurent l'étanchéité au droit des forages entre les niveaux profonds du Jurassique où est exploitée l'eau thermique, du compartiment supérieur dans les calcaires urgoniens.

Il n'existe pas de norme ou de référence à prendre en compte vis-à-vis de la protection de la cimentation de forages. L'impact des vibrations sur les cimentations va dépendre :

- De la qualité de la cimentation des forages (nature du ciment utilisé, densité de remplissage) ;
- De la résistance de la cimentation à différentes gammes de vibrations (intensité, fréquence) ;
- De l'importance des vibrations au droit de la source ;
- Et de la propagation des vibrations vers les forages.

Le BRGM (Rapport RP-70013-FR) a étudié l'impact des vibrations sur la cimentation du forage Reine-Hortense et Chevalley. L'étude fait référence à des études plus anciennes sur les terrassements des bâtiments des thermes Chevalley, pour lesquels le bureau d'étude ANTEA et le BRGM ont été sollicités.

Les principales conclusions du BRGM sont les suivantes :

- Il n'a pas été retrouvé de documents relatant l'impact des vibrations de la construction des thermes Chevalley sur le forage Chevalley. Visiblement, le terrassement du bâtiment des thermes à 6 m de profondeur, majoritairement dans les calcaires urgoniens, à proximité immédiate du forage Chevalley, était envisagé à l'explosif, sans impact attendu sur le forage. Des tirs d'essais et des ont été réalisés en septembre 1995 avec mesure sur 4 géophones. Les conclusions sont les suivantes :
 - Vibrations : « L'effet d'un BRH semble équivalent à une charge de 12 g » ;
 - Sonométrie « Il semble que le BRH fasse plus de bruit en se déplaçant qu'en travaillant, cela peut s'expliquer par le fait que le bruit de percussion est globalement haute fréquence : il s'atténue plus rapidement que le bruit de moteur qui émet des fréquences plus basses »
- La bibliographie sur la vibration des engins de travaux ou des d'explosifs (charge de 100 g), donne une atténuation forte des vibrations au-delà de 100 m de la source ;
- Un forage n'est pas assimilable à une masse mobile, car en contact avec l'encaissant. Or une masse non mobile n'est généralement pas affectée par les risques vibratoires.

Pour le BRGM (Rapport RP-70013-FR), le risque de déstabiliser la cimentation est le suivant :

« En considérant les éléments décrits dans le présent rapport (forage considéré comme structure non mobile, atténuation des vibrations, marge de sécurité concernant la résistance des matériaux...) et sous réserve d'ouvrages souterrains réalisés correctement (encrage, cimentation), le risque vibratoire pour le forage Reine-Hortense est jugé faible, et très faible pour le forage Chevalley ».

3. Mesures d'évitement, de réduction et de suivi

3.1 Mesures d'évitement

La cohérence du projet dans son ensemble ne peut se passer de la réalisation de places de stationnement souterrain, compte tenu de la destination du bâtiment (commerces et logements). La place disponible pour réaliser ces parkings (centre urbain d'Aix-les-Bains), mais aussi l'obligation de conservation des structures classées du bâtiment, la présence d'une voirie, contraignent fortement la réalisation de ces parkings. Une création de parking plus au sud (parc des thermes, élément emblématique du patrimoine aixois, sous bail emphytéotique de VALVITAL) n'est pas envisageable.

Il était initialement prévu la réalisation de 2 niveaux de parking (R-2) sur l'ensemble du projet, en continuité du parking existant de l'Hôtel de ville et des niveaux de sous-sol du bâtiment Pétriaux. A la lumière des résultats des campagnes de reconnaissance géotechnique et hydrogéologique, et de l'avis de l'hydrogéologue agréé J.C. CARFANTAN de novembre 2018, la SSCV du Sillon Alpin a réduit le projet à un seul niveau de sous-sol dans ce secteur à enjeux.

3.2 Mesures de réduction

3.2.1 Vis-à-vis de l'impact sur les remontées thermales dans l'aquifère urgonien

En l'état de l'occupation du site, (route, intérieur du bâtiment partiellement occupé, opérations de désamiantage du bâtiment en cours...) la réalisation d'investigations dans les secteurs à enjeux identifiés vis-à-vis des circulations thermales (remontée des affleurements calcaires) est très limitée, en particulier par forage. De plus, toutes les méthodes indirectes de reconnaissance par géophysique (radar, micro-gravimétrie, mesures électriques ou électromagnétique) ne sont pas utilisables en l'état.

Les premières investigations ont montré la présence de remontées thermales (20 °C) dans des fissures peu ouvertes et peu perméables. Leur découverte en sondages n'est pas susceptible de modifier les équilibres de pressions dans l'aquifère urgonien.

Même si ces premières investigations sont rassurantes vis-à-vis de l'impact du projet sur la ressource thermique, il n'est pas possible, du fait des conditions d'accès actuelles, de s'assurer de la présence de fissures plus ouvertes (et donc de débits plus forts), voire de conduits karstiques. Le terrassement de telles fissures ou conduits karstiques pourrait déstabiliser la pression dans l'aquifère de l'Urgonien. D'après la connaissance de la position du tronç principal de la remontée thermique (situé entre la source Alun et le siphon Terminator) l'existence d'un conduit karstique au droit du projet de parkings en lien avec la remontée thermique principale (sources Soufre et Alun) apparaît peu probable.

Dans les zones à enjeux vis-à-vis du risque de déséquilibre dans l'aquifère urgonien (4 zones de terrassement des calcaires), **la poursuite des travaux devra passer par une phase complémentaire d'investigation pour sécuriser le projet et s'assurer de l'absence de fissures ouvertes ou de conduits karstiques. Le principe d'évitement sera privilégié dans tous les cas, après les étapes complémentaires de reconnaissance. Le projet de parking est susceptible d'être adapté si de telles zones étaient découvertes.**

3.2.1.1 Mise en place de suivis complémentaires (fin 2021/début 2022)

La SSCV a mis en place en novembre 2021 un suivi en continu du débit de la source Soufre. Ce suivi sera maintenu en place durant toute la durée des travaux.

Dès 2022, la SSCV mettra en place 2 sondes enregistreuses (hauteur d'eau et température) sur les piézomètres PR1 et PR3 pour confirmer les variations possibles de hauteur d'eau et l'indépendance observée des travaux vis-à-vis des niveaux piézométriques (parking extérieur R+1 et R+2). Ce suivi sera maintenu jusqu'au démarrage du chantier.

3.2.1.2 Investigations complémentaires (avant le démarrage des travaux)

Avant le démarrage des travaux, lorsque la SSCV du Sillon alpin aura pris pleinement possession des bâtiments, et/ou dès que possible sur les secteurs accessibles, un protocole de reconnaissances des zones à enjeux sera mis en œuvre.

► Recherche de fissures ouvertes ou conduits karstiques aquifères – Entre le parking de l'hôtel de ville et le bâtiment Pétriaux et dans l'extension nord

Entre le parking de l'hôtel de ville et le bâtiment Pétriaux, **lors des opérations de pré-terrassement des alluvions au-dessus des calcaires** (sur une plateforme plane, terrassée sur un 1 à 2 m maximum), après le dévoiement de tous les réseaux, **une campagne de géophysique** couplant plusieurs méthodes complémentaires sera mise en œuvre sur l'ensemble de la zone. Elle comprendra :

- **Une couverture radar** pour la recherche de vides karstiques dans les zones de terrassement des calcaires. La méthode de recherche par micro-gravimétrie sera difficilement applicable du fait de perturbations périphériques (bâtiment des thermes, parking de l'hôtel de ville) ;
- **Une couverture par méthode électriques/ électromagnétique** (panneaux électriques et/ou couverture EM31) sous la cote des terrassements des parkings, pour la recherche d'anomalie électrique liée à la circulation d'eau souterraine ;
- **Dans les zones d'anomalies identifiées, la réalisation de nouveaux forages de reconnaissance**, dont le fond sera descendu à la cote de terrassement envisagée. Tout ou partie des forages seront équipés en piézomètres ;
- **Des essais systématiques de perméabilité** sur chaque piézomètre, couplés à des mesures de conductivité et de températures de l'eau ;
- **Une couverture thermique de la surface du sol à partir d'une caméra infrarouge (indices de remontées thermales).**

Cette campagne géophysique sera accompagnée de la réalisation des forages de reconnaissances avec un maillage serré, dans les zones d'anomalies, mais aussi de manière systématique (1 forage tous les 10 à 15 m²) sur l'ensemble des zones terrassées, en fonction des possibilités d'accès, soit 10 à 20 forages descendus dans l'extension nord à 6 m de profondeur.

L'appréciation de la présence de fissures ouvertes ou de conduit karstique plus important se fera, par un hydrogéologue, sur la base :

- Des vitesses d'avancement en forage, très élevées en cas de zone broyée (fissure ouverte) ou de conduit karstique, mais aussi les pertes de fluide à l'injection (eau ou air) ;
- Des perméabilités : elles restent faibles dans le cas de fissures peu ouvertes ($k < 1.10^{-4}$ m/s) ;
- Des mesures de températures de l'eau et du sol, indiquant la connexion possible avec la remontée karstique principale (température de la source Soufre entre 35 et 37 °C) ;
- Des niveaux piézométriques : en cas de fissures fermées et/ou non connectées au réseau karstique thermal, le niveau n'est pas artésien et s'équilibre avec les niveaux observés dans les forages de reconnaissance.

En cas de doute sur une zone prospectée, avec des indices potentiels de conduits karstiques en lien avec la remontée thermique principale, un protocole complémentaire pourra être mis en place pour prospecter la zone, par une campagne tomographie sismique en ondes P entre 2 forages. La distance entre les forages doit être proche de la longueur des forages pour avoir une couverture angulaire suffisante. La taille des cavités détectées est proportionnelle à la distance entre forages.

Dans tous les cas, la présence de fissures ouvertes ou d'un réseau karstique connecté hydrauliquement aux conduit karstique thermal, implique des venues d'eau importantes, en charge et proches de la température de la Source Soufre dans les forages. En cas de découverte de telles arrivées d'eau en forage, un protocole spécifique sera appliqué :

- Pour boucher le forage (mis en place d'un packer et cimentation sous pression) ;
- Pour abandonner le secteur concerné et adapté le projet de parking.

► Recherche de fissures ouvertes ou conduits karstiques aquifères – Extension sud-est

La zone 3, lorsque le bâtiment Mabileau sera partiellement accessible depuis la rue Georges Premier, sera difficile à prospecter par géophysique (talus).

En cas d'impossibilité de mise en œuvre de la géophysique, la reconnaissance se fera par forages dirigés horizontaux ou obliques sur 2 niveaux depuis le bâtiment Pétriaux (+/- 15 ml par forage) et/ou des forages verticaux depuis la Rue Georges Premier (6/8 m de profondeur), dont la densité sera à adapter aux conditions d'accès (10 à 20 forages estimés).

Le même protocole sera mis en place que sur les zone 1 et 2 pour apprécier la présence de fissures ouvertes ou de conduits karstiques plus importants, par un hydrogéologue, en fonction :

- Des vitesses d'avancement en forage, très élevées en cas de zone broyée (fissure ouverte) ou de conduit karstique, mais aussi les pertes de fluide à l'injection (eau ou air) ;
- Des perméabilités mesurés dans les forages verticaux ou des débits dans les forages horizontaux : perméabilité faibles ($k < 1.10^{-4}$ m/s) ou faible débit pour les forages horizontaux en cas de fissures peu ouvertes ;
- Les mesures de températures de l'eau et du sol, indiquant la connexion possible avec la remontée karstique principale (température de la source Soufre entre 35 et 37 °C) ;
- Les niveaux piézométriques pour les forages verticaux équipés en piézomètre : en cas de fissures fermées et/ou nous connecté au réseau karstique thermal, le niveau n'est pas artésien et s'équilibrent avec les niveaux observés dans les forages de reconnaissance.

En cas de doute sur une zone prospectée, avec des indices potentiels de conduits karstiques en lien avec la remontée thermique principale, un protocole complémentaire pourra être mis en place pour prospecter la zone, par une campagne tomographie sismique en ondes P entre 2 forages. La distance entre les forages doit être proche de la longueur des forages pour avoir une couverture angulaire suffisante. La taille des cavités détectées est proportionnelle à la distance entre forages.

Dans tous les cas, la présence de fissures ouvertes ou d'un réseau karstique connecté hydrauliquement au conduit karstique thermal principal, implique des venues d'eau importantes, en charge et proches de la température de la source Soufre. En cas de découverte de telles arrivées d'eau en forage, un protocole spécifique sera appliqué :

- Pour boucher le forage (mis en place d'un packer et cimentation sous pression) ;
- Pour abandonner le secteur concerné et adapter le projet de parking.

3.2.1.3 Précautions complémentaires en phase travaux

► Suivi hydrogéologique des zones terrassées

Les principes du suivi en phase travaux sont décrits dans le paragraphe qui suit. Un protocole détaillé sera défini à l'issue de la première phase d'investigations complémentaires (avant la phase de travaux).

Les terrassements dans les calcaires se feront **par passes successives**, sous la supervision d'un **hydrogéologue présent sur site pour contrôler de manière systématique les fonds de fouilles ou les fronts de taille**. Les contrôles porteront sur :

- La présence de fissures, d'indices de coloration (oxyde de fer, dans le cas de circulations d'eau thermique) et d'indices de tassement du terrain ;
- La présence de venues d'eau, avec mesure in-situ du débit, de la température et de la conductivité électrique ;
- La température du fond de fouille (à l'aide d'une caméra thermique), mesure à adapter aux conditions climatique du moment.

L'hydrogéologue assurera également durant la phase de travaux la coordination des suivis sur la ressource thermique (source Soufre et Alun) et vérifiera toute anomalie (voir protocole de suivi de la ressource thermique).

Si nécessaire, les travaux seront arrêtés à la demande de l'hydrogéologue pour :

- Lancer des investigations complémentaires en fond de fouille, en cas d'indice de présence de remontées thermales et/ou préciser la présence de vides :
 - Par géophysique (radar/électrique/tomographie entre puits) ;
 - Par sondages pénétrométriques ou destructifs ;
- Faire des injections/comblements préventifs localisés, pour combler de petites fissures uniquement.

Si nécessaire, les terrassements seront abandonnés dans les secteurs à risque et le projet de parking sera adapté.

Un compte-rendu des observations sera dressé au fur et à mesure du chantier. Toute anomalie sera immédiatement signalée à la Mairie d'Aix-les-Bains, aux sociétés VALVITAL et ACCOR, et à l'ARS.

► Suivi de la ressource thermique durant les travaux

Un suivi sera mis en place (température et débit) sur la source Soufre, 3 mois avant le démarrage des travaux (état initial), **incluant les phases de reconnaissances complémentaires**, et durant toute la durée des travaux, jusqu'à la fin des travaux de génie-civil des parkings.

La SSCV du sillon alpin conventionnera avec la société VALVITAL pour le partage des données de suivi de débit, température et conductivité électrique de la source Alun, et des débits pompés sur les forages Reine-Hortense et Chevalley, ainsi que le suivi qualité des eaux thermales, a minima 3 mois avant le démarrage des travaux, **incluant les phases de reconnaissances complémentaires**, et durant toute la durée des travaux, jusqu'à la fin des travaux de génie-civil des parkings. Pour rappel, les forages Reine-Hortense et Chevalley ne sont pas équipés de sondes enregistreuses.

La SSCV du sillon alpin conventionnera avec le Groupe ACCOR pour le partage des données de suivi de débit, température et conductivité électrique du forage ARIANA, et du nouveau forage Hygié, a minima 3 mois avant le démarrage des travaux jusqu'à la fin des travaux de génie-civil des parkings.

Un compte-rendu des observations sera dressé au fur et à mesure du chantier. Toute anomalie sera immédiatement signalée à la Mairie d'Aix-les-Bains, aux sociétés VALVITAL et ACCOR, et à l'ARS.

► Protocole en cas de découverte de vide karstique

Le protocole présenté précédemment (reconnaissance avant travaux, et suivi) est mise en œuvre afin de limiter au maximum les risques de recouper des conduits karstiques ou fissures ouvertes, en connexion hydraulique avec le circuit karstique thermal principal (sources Soufre et Alun).

En cas de fissure ouverture, sans perturbation du débit des sources Soufre et Alun, le principe retenu sera l'injection localisée (coulis, résine).

En cas de découverte d'un conduit karstique, le principe retenu sera l'évitement et le renforcement par mise en place de voiles de béton projeté (avec armature métallique si besoin) depuis le fond de fouille. Il n'est pas prévu d'injection qui pourrait obstruer le conduit et modifier les conditions d'écoulement. La zone à risque traitée sera condamnée et le projet de parking adapté.

Dans le cas extrême où un conduit karstique en charge, en lien avec le circuit karstique thermal principal, serait mis à jour, le protocole d'intervention prévoit :

- La mise en place d'un système de pompage, de rabattement de nappe avec rejet vers la Chaudanne, après décantation ;
- La mise en place d'un packer pour obstruer (sans combler le conduit), et d'une cimentation. Des techniques innovantes de type « CAVIBAG » pourront être mise en œuvre.

Dans tous les cas, tous les indices de présence de tels réseaux seront pris en compte au fur et à mesure, et toutes les étapes de terrassements dans les calcaires feront l'objet de précautions afin d'éviter ce dernier cas.

Le principe d'évitement sera privilégié dans tous les cas et le projet de parking adapté autant que nécessaire.

Un protocole détaillé d'intervention sera défini à l'issue de la première phase d'investigations complémentaires (avant la phase de travaux).

3.2.1.4 Protocole spécifique pour les forages de reconnaissance

L'ensemble des forages d'essai sera cimenté au fur et à mesure de l'avancement des terrassements.

3.2.1.5 Précautions complémentaires vis-à-vis des engins à moteurs

Il n'y aura pas de stockage d'hydrocarbures a même le sol sur les zones terrassement : stockage uniquement sur une plateforme étanche prévu à cet effet.

Les huiles de coupe et hydrauliques seront biodégradables.

Les pleins des réservoirs des engins seront réalisés de préférence avant le début du chantier. En cas de nécessité de réaliser le plein en cours de chantier, il sera fait avec beaucoup de précautions (moteurs coupés, interdiction de fumer, polyane étanche et bordures sous la zone de remplissage pour recueillir les égouttures, présence sur site de produits absorbants, etc...).

Du produit d'absorption des hydrocarbures sera mis à disposition du personnel de chantier durant toute la durée des travaux ; ce produit est réputé efficace pour les déversements ou fuites légers ;

Dans l'hypothèse d'un déversement accidentel d'hydrocarbures ou de tout autre produit polluant, un protocole de réaction pour le bon déroulement des interventions, préalablement établi par l'Entreprise dans un Plan d'Assurance Environnement (PAE), sera suivi et scrupuleusement respecté. Il sera basé sur les principes suivants :

- Arrêt de la source de pollution ;
- Confinement des déversements et récupération immédiate, par terrassement, du maximum de terres polluées et utilisation des produits absorbants ;
- Stockage immédiat et provisoire de ces terres sur une aire étanche en dehors du périmètre de protection immédiate du captage et à l'aval hydraulique ;
- Arrêt des postes à proximité de la zone de sinistre ; intervention d'une entreprise spécialisée pour l'évacuation des terrains pollués (une liste d'entreprises spécialisées dans les problèmes de pollution/dépollution sera en possession du responsable de chantier, et inscrite dans le PAE établi par l'Entreprise).

3.2.2 Vis-à-vis de risque sur les cimentations des forages due aux vibrations

3.2.2.1 A l'état initial

► Contrôle de la cimentation des ouvrages

Un contrôle de la cimentation par digraphie CBL est envisagé dans le cadre du référé-préventif pour vérifier la qualité de la cimentation des forages Reine-Hortense et Chevalley, situé à proximité de la zone des travaux et pris en charge par la SCCV du sillon Alpin.

La digraphie est réalisée à l'aide d'un émetteur magnétostrictif capable de générer des ondes acoustiques haute fréquence, et de deux récepteurs distants de 0,90 m et 1,50 m de l'émetteur, capables de réceptionner les ondes réfractées sur les milieux rencontrés. Dans le cas d'un bon couplage tubage / terrain (c'est-à-dire dans le cas d'une bonne cimentation du forage), les ondes se réfractent sur le terrain. Dans le cas d'une mauvaise cimentation (donc d'un mauvais couplage tubage / terrain) le tubage entre en vibration et produit une onde réfractée entretenue haute fréquence, d'autant plus énergétique que la cimentation est mauvaise.

Ces digraphies doivent être réalisées le forage en eau, donc en période de moindre activité des forages (période d'arrêt des forages, décembre ou janvier).

Une seconde digraphie sera réalisée à l'issue de la fin des travaux.

Les digraphies CBL à l'état et final seront accompagnées sur ces deux forages de digraphies de température et de conductivités électrique de l'eau. **Un protocole strict de désinfection sera mis en œuvre pour l'introduction du matériel de diaggraphie des forages. Il est probable que les corps de pompes et colonnes de pompes soient à démonter lors des opérations de diggraphie.**

► Contrôle de l'effet des vibrations

Avant la phase de chantier, une phase d'essai sera réalisée visant à enregistrer les vibrations au droit du site et au droit des forages Reine-Hortense et Chevalley, par la mise en place de géophones.

Des essais sont réalisés à l'aide d'un brise roche hydraulique (BRH) pour contrôler l'intensité des vibrations au droit des forages Reine-Hortense et Chevalley.

3.2.2 En phase chantier

Les précautions suivantes seront appliquées à toutes les phases de terrassement dans les calcaires ;:

- L'utilisation d'explosif est proscrite ;
- On privilégiera le décrottage des calcaires par blocs à la pelle mécanique ;
- L'utilisation d'un brise-roche hydraulique (BRH) sera limitée aux seules zones non terrassables à la pelle mécanique.

Le nombre et la puissance des engins intervenants seront adaptés pour limiter les vibrations au droit des forages Reine-Hortense et Chevalley, en fonction des résultats des essais avant travaux.

Un suivi sera maintenu durant toute la phase de terrassement au droit des forages Reine-Hortense et Chevalley (géophones).

3.3 Chiffrages des mesures

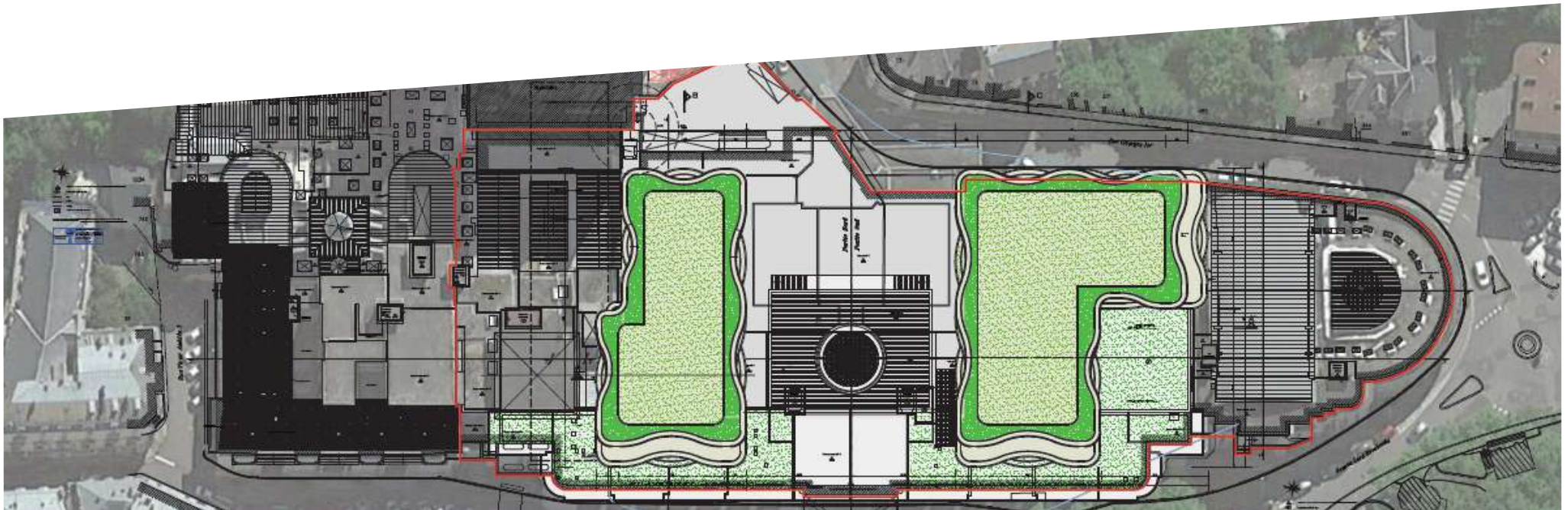
Pour la phase des compléments d'investigations avant travaux, l'enveloppe budgétaire est estimée entre 100 000 et 200 000 € HT suivant les possibilités d'accès, et la densité des forages qui sera adaptée en fonction des premières observations.

Pour les suivis en phase travaux, l'enveloppe budgétaire est estimée entre 100 000 et 150 000 € HT.

NOTE TECHNIQUE

Société d'Aménagement de la Savoie – Bouygues Immobilier / Aix-les-Bains – Décembre 2021

Volet circulation de l'étude d'impact du projet de réhabilitation des anciens Thermes Nationaux



Sommaire

Contexte et présentation de l'étude

Analyse du fonctionnement actuel

Offre multimodale

Conditions d'accès

Situation de référence 2028-2030

Projet de réhabilitation des anciens
thermes – premiers impacts

Génération de trafic du projet et
affectation

Situation projetée

Evolution à horizon +20 ans

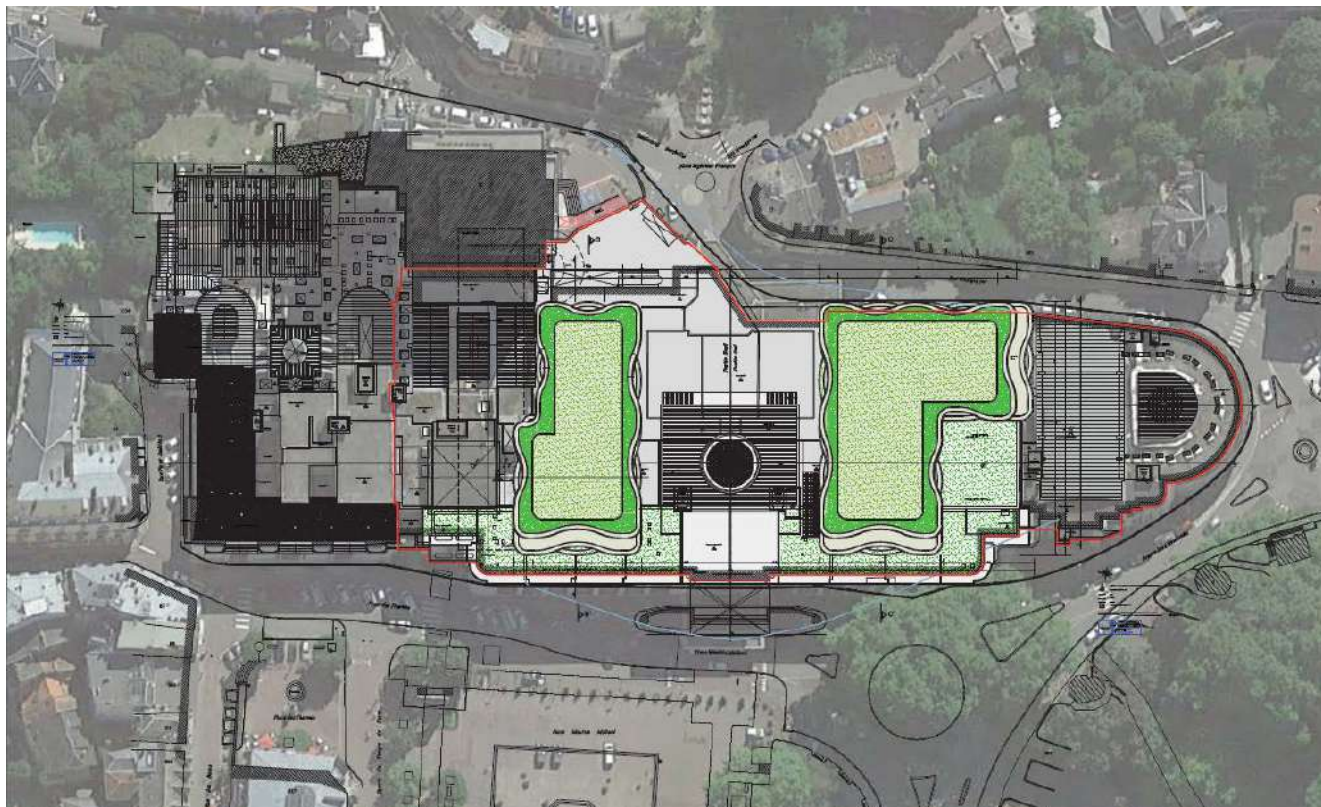
Synthèse



Contexte et présentation de l'étude



Contexte du projet

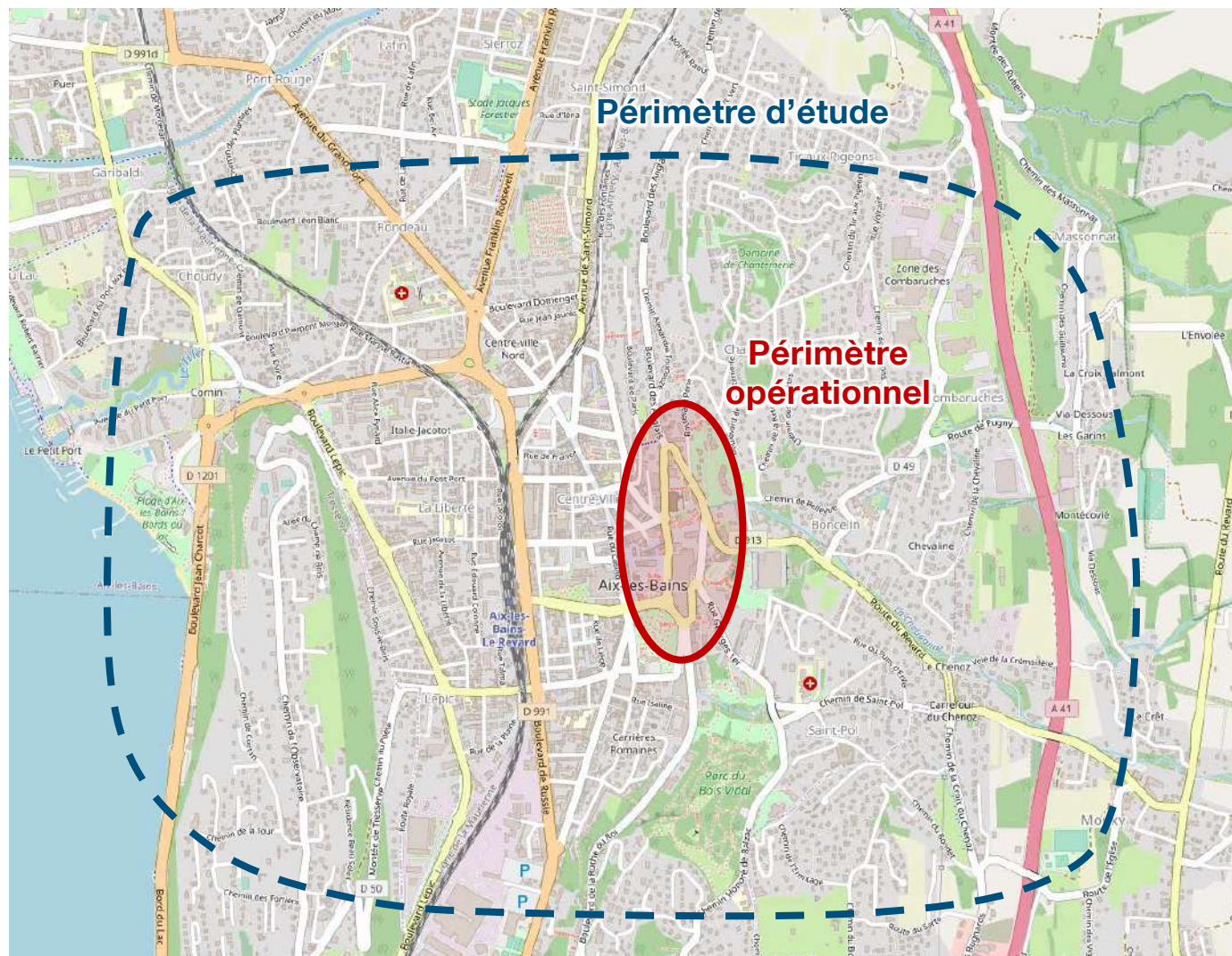


Source : SETIS

- Projet de réhabilitation des anciens Thermes Nationaux d'Aix-les-Bains ;
- Programmation diversifiée : logements, bureaux, commerces, restaurant, musée, office du tourisme ;
- Création d'offre en stationnement, et extension du parking de l'hôtel de ville ;
- Projet médiathèque en parallèle à la réhabilitation des thermes.

Le projet situé dans le centre-ville d'Aix-les-Bains, à moins de 10 minutes à pied de la gare SNCF, s'implante dans un cadre urbain dense aux usagers divers. Les impacts sur le secteur doivent ainsi être étudiés et quantifiés. Transitec intervient sur le volet mobilité de l'étude d'impact globale portée par SETIS.

Périmètre d'étude



Périmètres de l'étude

- Un périmètre opérationnel resserré autour du projet, intégrant l'ensemble des principales voies d'accès au site, au sein duquel seront quantifiés les impacts de la réhabilitation ;
- Un périmètre d'étude plus élargi, permettant de prendre en compte l'ensemble des projets connexes ayant un impact sur le secteur opérationnel.

Démarche et méthodologie

Analyse du fonctionnement actuel

- Analyse des enquêtes de comptages
- Diagnostic multimodal et prospectif

Estimation de la génération de trafic du projet de réhabilitation

- Caractéristiques du projet (programmation, accès...)
- Génération de trafic du projet (parts modales, données socio-économique...)
- Croisement avec l'offre en stationnement prévue dans le projet

Evaluation des impacts mobilité

- Affectation du trafic sur le réseau
- Evaluation des impacts par rapport à la situation de référence

Analyse du fonctionnement actuel

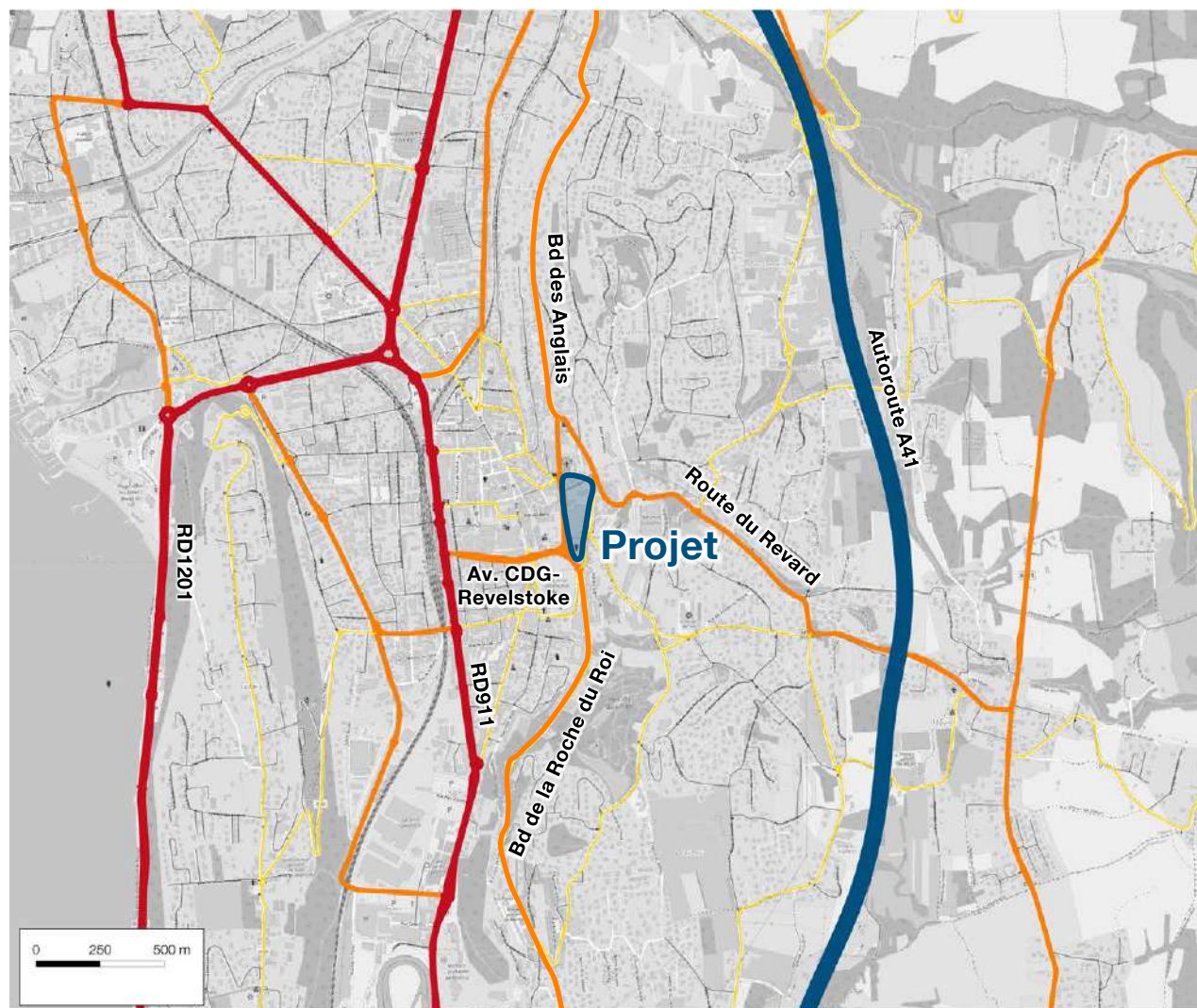


Analyse du fonctionnement actuel

Offre multimodale



Hiérarchie du réseau routier



- L'autoroute A41, qui passe à l'Est de la commune, est le principal accès à Aix-les-Bains, via les diffuseurs 13 au Sud (Drumettaz-Clarafond) et 14 au Nord (Grésy-sur-Aix) ;
- Un réseau principal communal articulé autour des routes départementales 1201 et 911 ;
- L'accessibilité au site se fait via le réseau secondaire : la route du Revard à l'Est, et les avenues De Gaulle et Revelstoke à l'Ouest, axe de connexion avec la gare et la RD911. Le bd des Anglais et le bd de la Roche du Roi permettent de rejoindre le site depuis l'autoroute.

Légende

- Autoroute
- Réseau primaire
- Réseau secondaire
- Réseau tertiaire
- Réseau de desserte

Une localisation privilégiée, avec une bonne accessibilité routière sur le réseau de distribution de la ville.

Offre de transports en commun (TC)

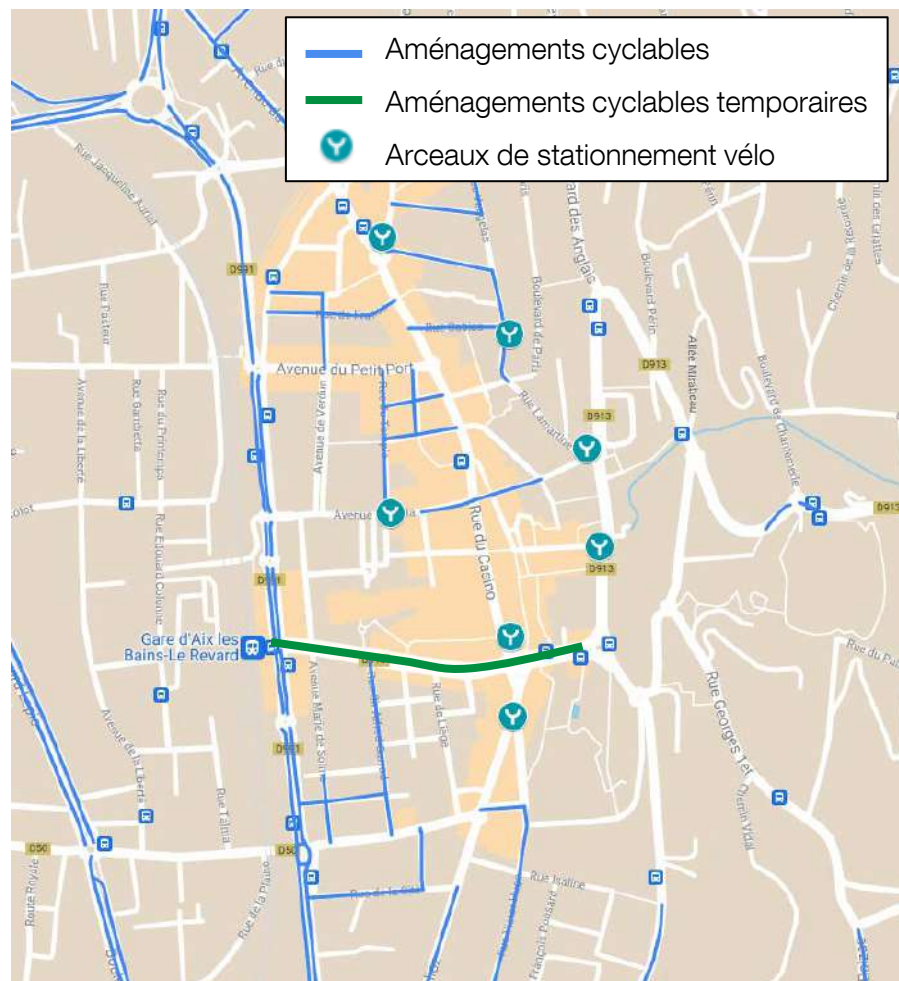


- La gare SNCF Aix-Les-Bains Le Revard située à 500m, soit moins de 10 minutes à pied ;
- Le réseau de transport est articulé autour de 3 lignes de bus toutes connectées à la gare et au pôle d'exploitation « Hôtel de ville », à proximité immédiate du projet :
 - Les lignes Nord-Sud 1 et 2 ;
 - La ligne 3, effectuant une boucle à proximité du projet.
- Des fréquences de 2 à 3 bus/sens/h par ligne aux heures de pointe ;
- La présence d'une ligne supplémentaire le dimanche et de transport à la demande pour compléter l'offre TC.

Une très bonne desserte ferroviaire et en TC urbains du site vers les principaux pôles de l'agglomération, ainsi que les quartiers résidentiels proches.

Source : Ondea-bus.fr

Aménagements cyclables



Source : Mairie d'Aix-les-Bains

- Des bandes cyclables bidirectionnelles le long de la D911, au droit de la gare ;
- Des aménagements temporaires sur l'avenue Charles de Gaulle (bandes cyclables) et sur l'avenue Revelstoke (piste cyclable bidirectionnelle centrale) ;
- Quelques contre-sens cyclables dans le centre-ville

Piste cyclable temporaire sur av. Revelstoke



Une connexion directe du site au réseau cyclable local grâce aux aménagements pérennisés (voie bus/cycles sur Revelstoke et bandes cyclables sur Charles de Gaulle).

Analyse du fonctionnement actuel

Conditions d'accès



Trafic Journalier Moyen Annuel (TMJA)

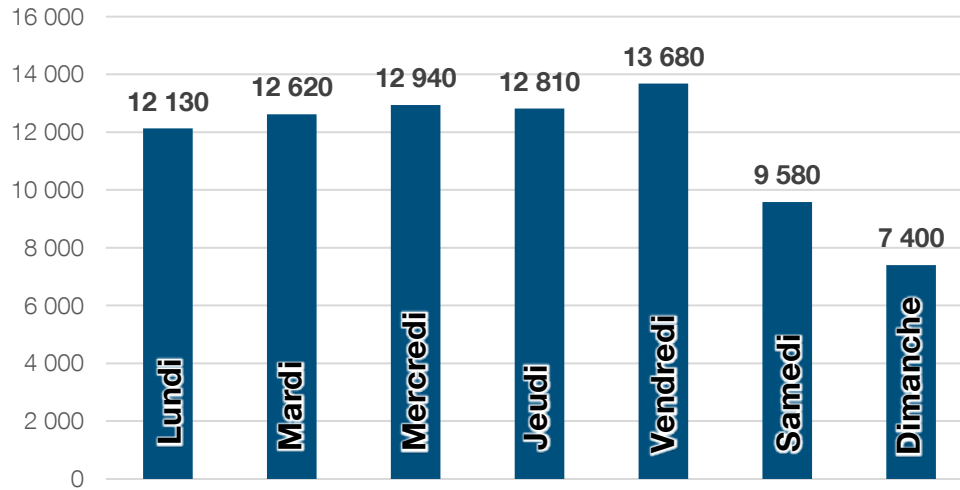


- L'avenue de Revelstoke, liaison structurante Est-Ouest en lien avec la gare, est l'axe le plus chargé du secteur avec en moyenne **11'500 véh/j** ;
- Au droit du bâtiment des anciens thermes, le TMJA est d'environ **6'000 véh/j**. Le trafic en direction du Nord est plus important que dans le sens inverse, les rues du Casino et de Genève étant particulièrement empruntée dans le sens Nord>Sud ;
- Les autres voies d'accès principales au site présentent un trafic moyen de 4'500 à 5'000 véh/j, excepté le bd des Anglais avec moins de 4'000 véh/j ;

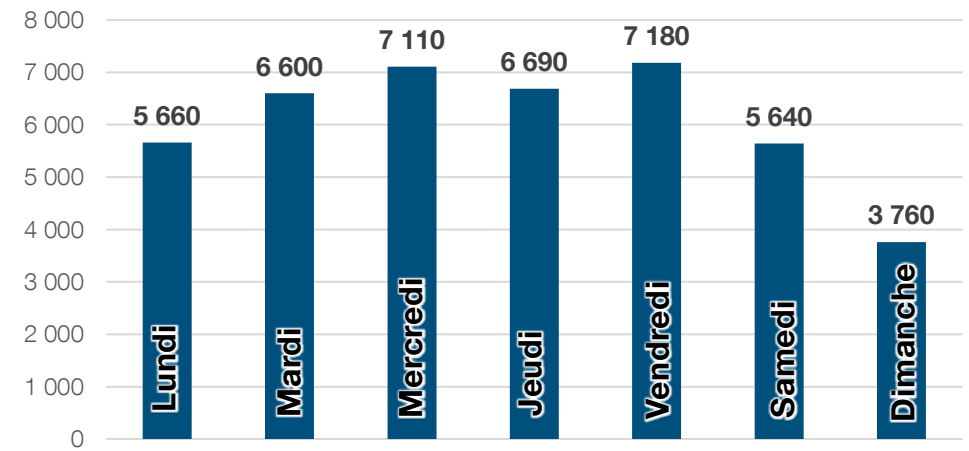
Des charges de trafic journalières cohérentes avec les fonctions du réseau viaire. Un TMJA important sur les avenues de Revelstoke et Charles de Gaulle, cumulant de multiples fonctions (connexion à la gare et au réseau structurant, desserte locale ...).

Variation hebdomadaire du trafic

Avenue de Revelstoke



Au droit des anciens thermes

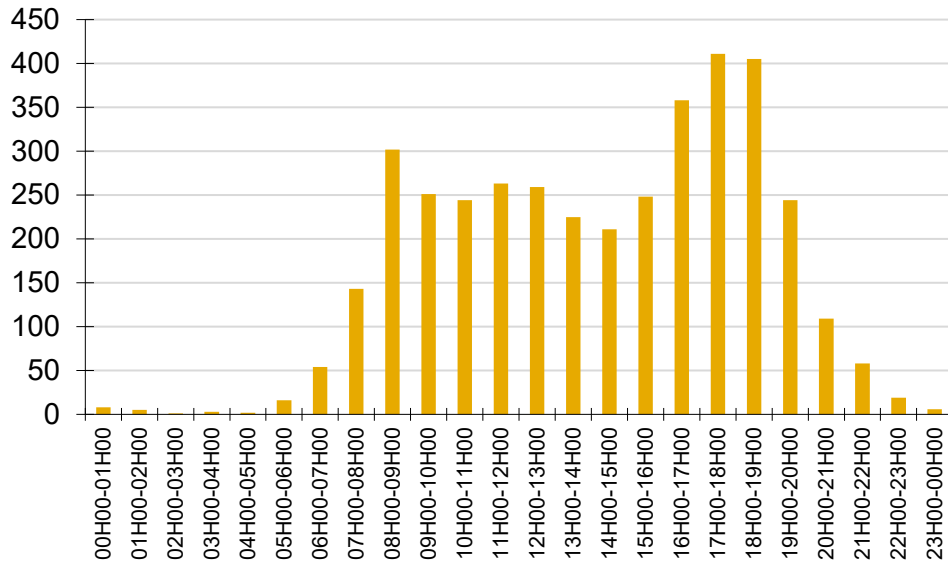


- Un trafic relativement stable sur l'ensemble de la semaine, malgré un lundi légèrement moins chargé → des comptages fiables, et un allègement des restrictions du COVID-19 (à partir du mercredi 19/05) qui a peu d'effet sur le trafic journalier ;
- Un trafic moindre le weekend, en particulier le dimanche (près de la moitié du trafic en semaine).

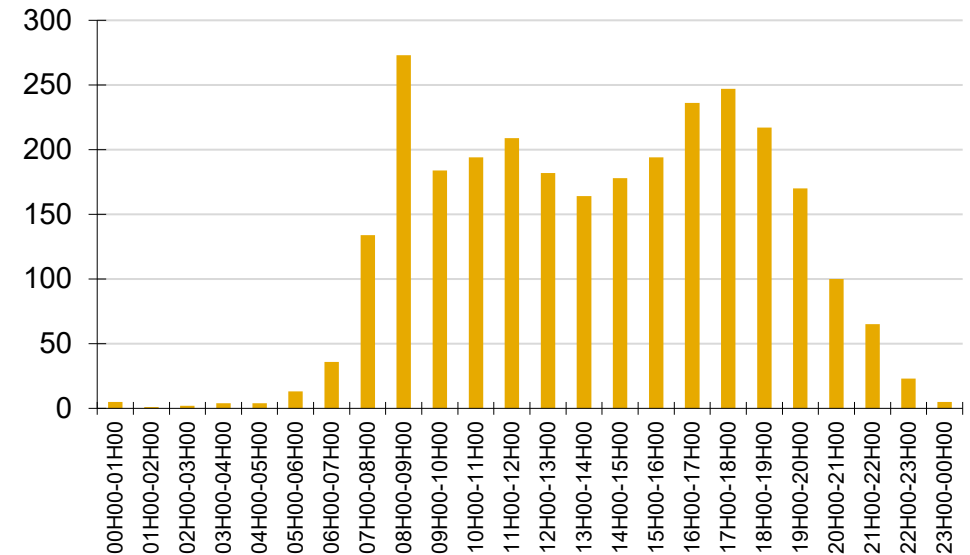


Variation journalière du trafic devant l'office du tourisme (jeudi 20/05)

En direction du Nord



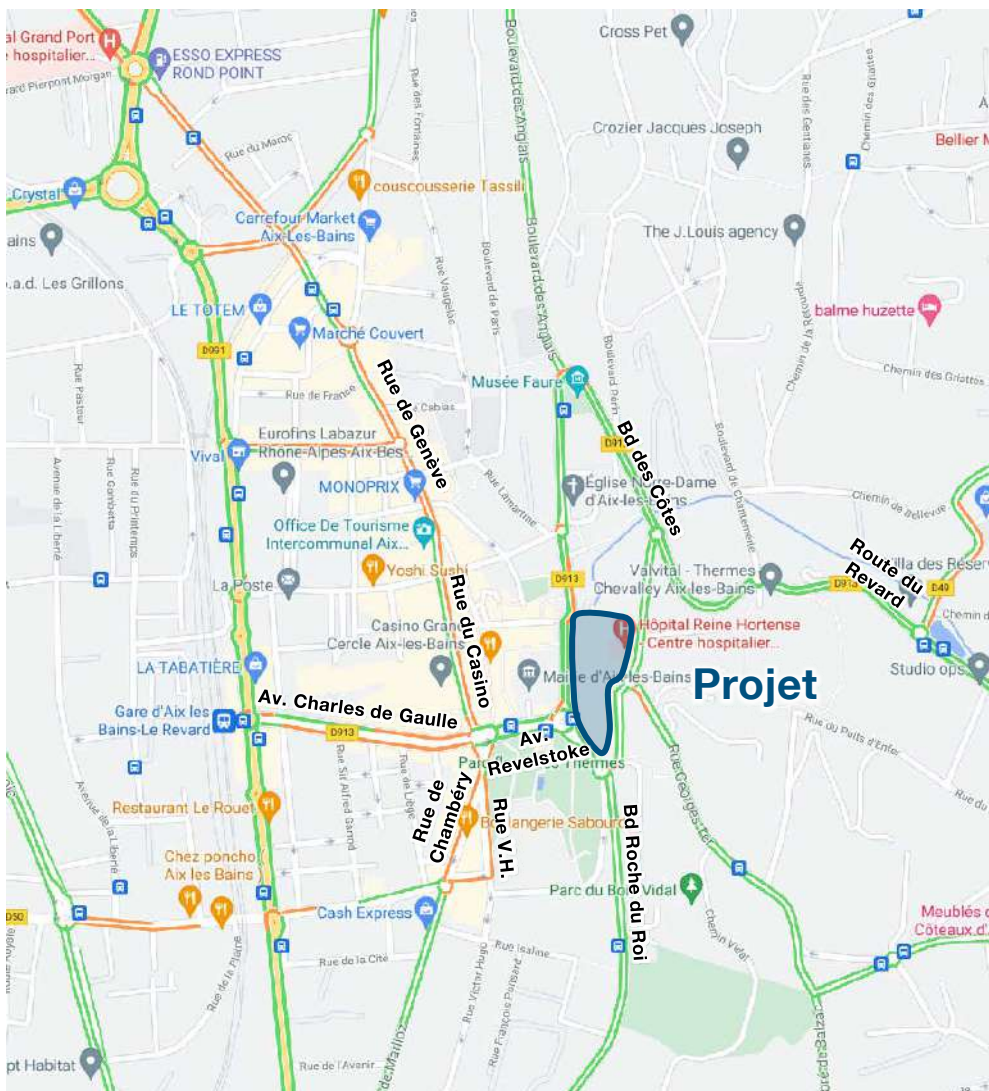
En direction du Sud



- Une heure de pointe du matin bien marquée de 8h à 9h ;
- Une période de pointe du soir plus étalée, de 17h à 19h (voire à partir de 16h) ;
- Des comptages représentatifs, malgré l'allègement des contraintes du COVID-19 : ~50 véh/sens supplémentaires selon les postes de 19h à 20h à partir du mercredi 19/05.



Conditions de trafic à l'heure de pointe du matin (8h-9h)

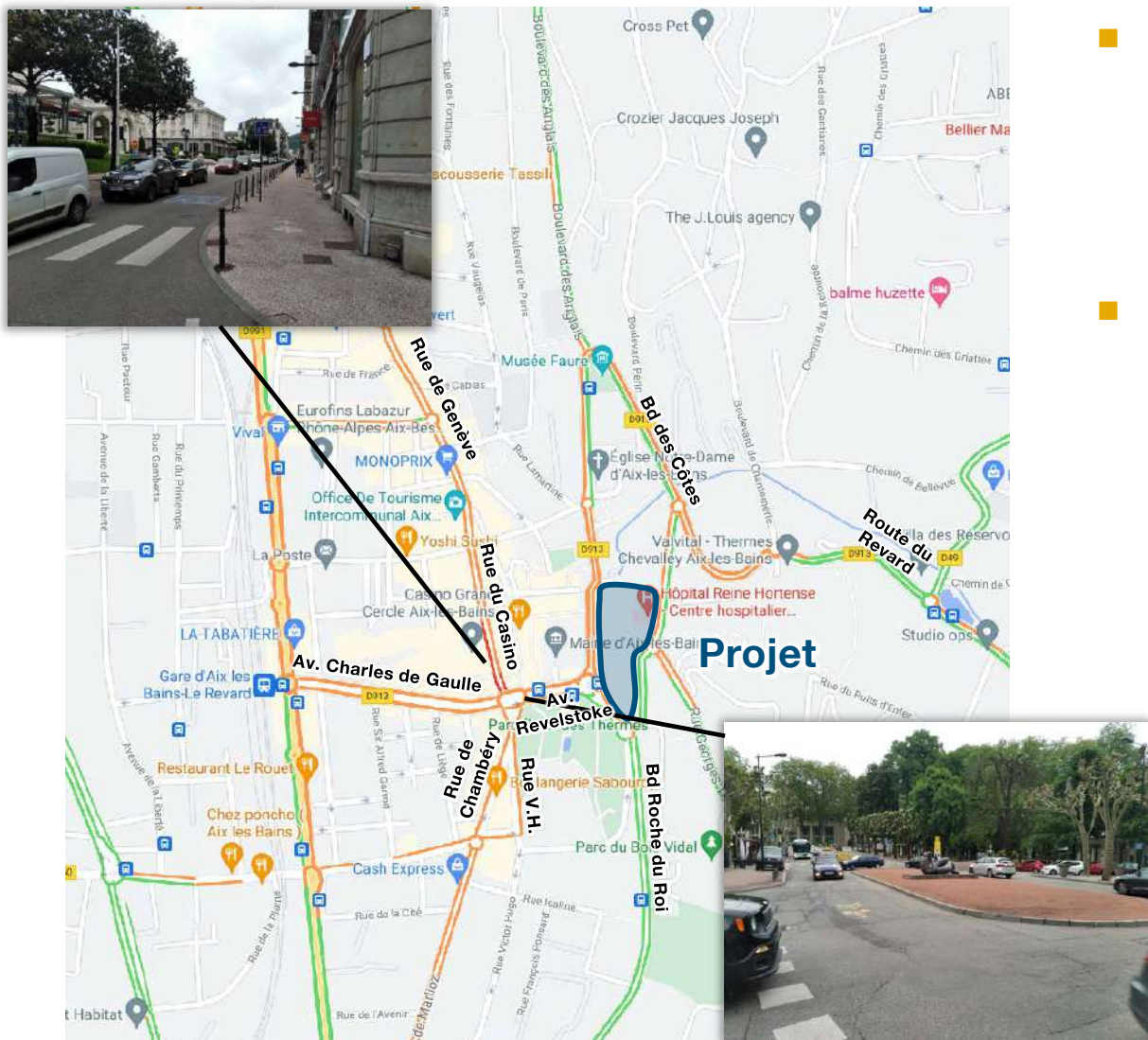


Source : Google trafic, trafic habituel mardi à 8h45

- De bonnes conditions de circulation à l'heure de pointe du matin, avec des remontées de file ponctuelles l'av. Charles de Gaulle, la rue du Casino/Genève, les rues en sens unique Victor Hugo et Chambéry ;
- Une circulation fluide à l'HPM sur le secteur des thermes, qui se densifie dans la matinée entraînant des ralentissements vers 12h sur plusieurs axes : Revelstoke/Charles de Gaulle, Casino/Genève, Chambéry, places des Thermes.

Des conditions de circulation relativement bonnes à la période de pointe du matin.

Conditions de trafic à l'heure de pointe du soir (17h-18h)



- Des conditions de circulation plus compliquées que le matin, avec des ralentissements sur le centre-ville, notamment au niveau des accès aux thermes :
 - Au Nord et à l'Est sur le boulevard des Côtes ;
 - A l'Ouest sur l'avenue Revelstoke ;
- La place du Revard comme point névralgique :
 - D'importants volumes de trafic et flux piétons ;
 - Un fonctionnement particulier « dicté » par la géométrie du giratoire (insertion des véhicules par peloton, mouvement stoppé lors de traversée piétonne) ;
 - Des remontées de file sur des centaines de mètres sur la rue du Casino, et jusqu'au giratoire des thermes.

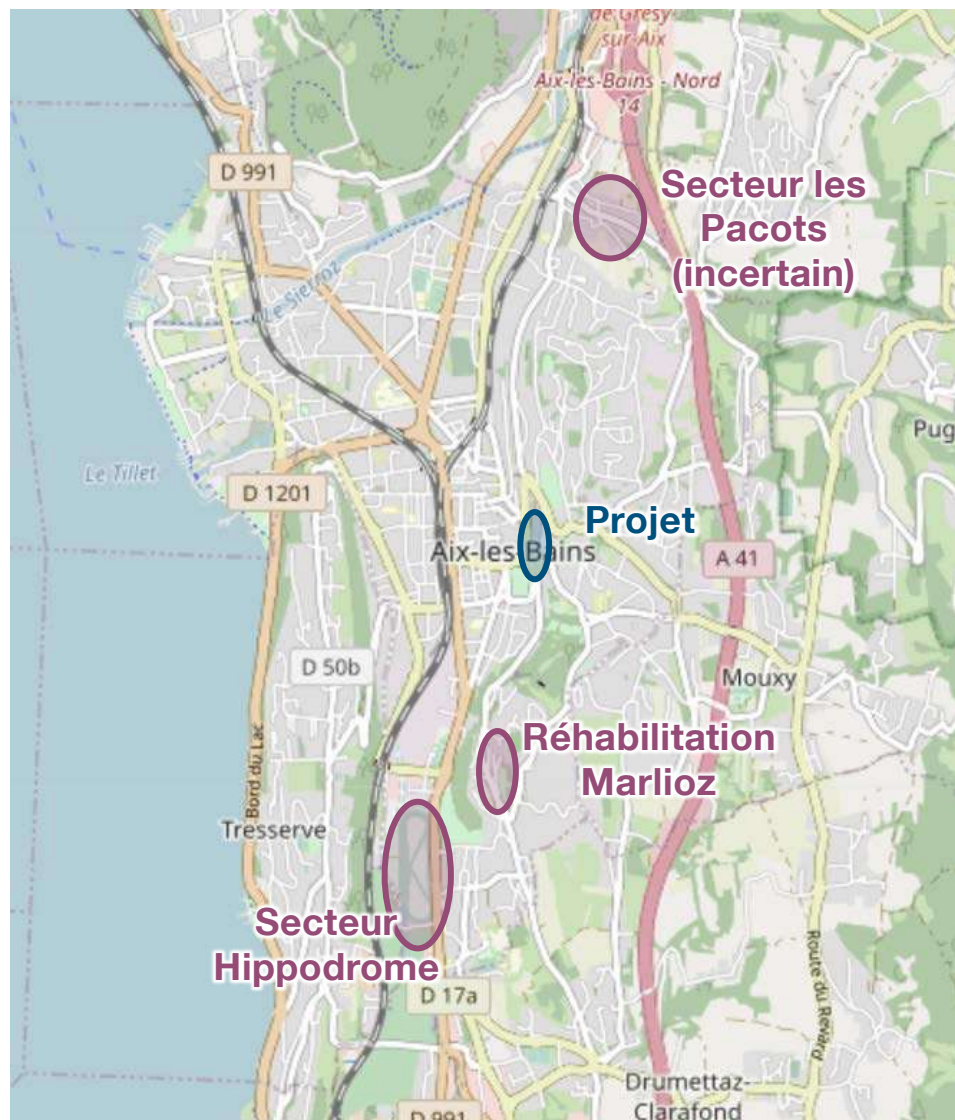
Un circulation dense et des remontées de file notables à l'heure de pointe du soir sur le secteur Ouest du projet, autour de la place du Revard.

Source : Google trafic, trafic habituel mardi à 17h30

Situation de référence 2028-2030



Projets urbains connexes – horizon 2028-2030



- Pas de projet urbain recensé à proximité directe du site de réhabilitation des anciens thermes ;
- Trois projets à noter dans un périmètre élargi, sans interactions directes avec le site :
 - 160 logements sur le secteur Hippodrome ;
 - 53 logements secteur des Pacôts, dont la réalisation est incertaine ;
 - projet de réhabilitation du quartier Marlioz par l'ANRU, avec une conservation du nombre de logements actuels ;
- Divers immeubles en construction ou PC en cours d'instruction sur la commune

Des projets urbains limités à proximité du site, participant à l'évolution tendancielle de la population à l'échelle de la commune

Grandes orientations de mobilité – horizon 2028-2030

Plan de Déplacements Urbains de la Communauté d'Agglomération de Grand Lac

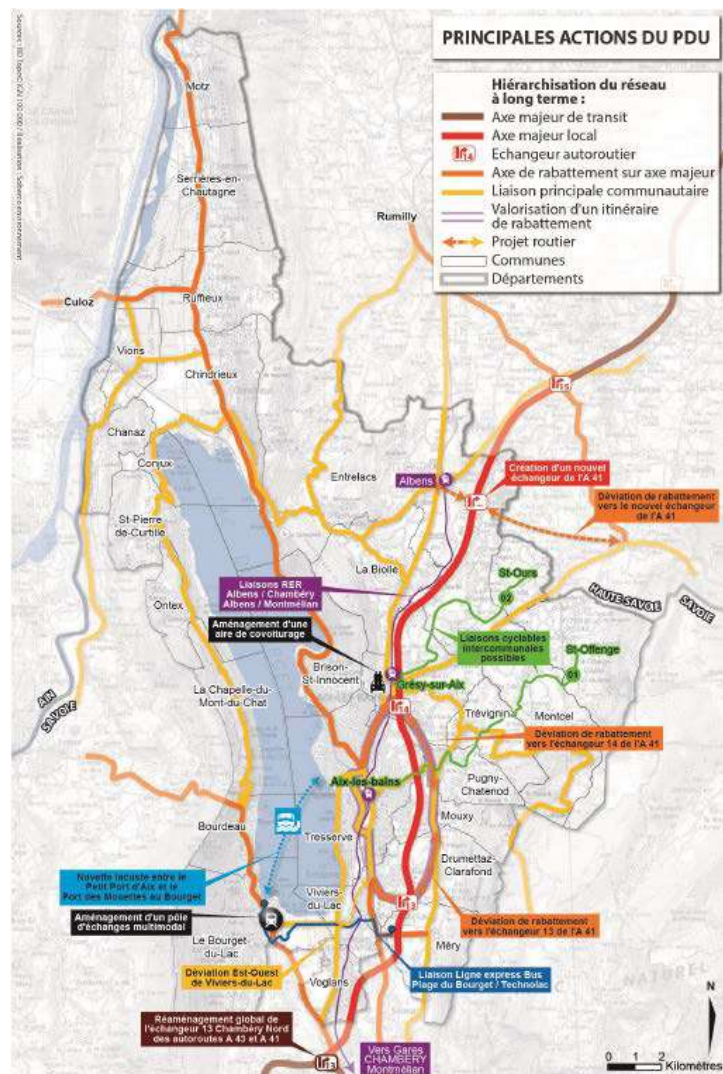
Actions	Court terme (< 2 ans)	Moyen terme (2-5 ans)	Long terme (+ 5 ans)
1.1 : Développement de l'offre ferroviaire			Créer une offre ferroviaire cadencée métropolitaine, Etude environnementale et de sécurisation de la voie ferroviaire le long du lac
1.2 : Organiser un réseau de TC routier structurant autour de pôles d'intermodalité		Nouvelle organisation du réseau Ondéa	Développement de l'intermodalité aux gares et haltes ferroviaires Augmentation de la vitesse commerciale
1.3 : Envisager d'autres formes de transports collectifs			Expérimenter la mise en place d'une navette autonome dans le centre-ville d'Aix-les-Bains Etudier la possibilité d'un système de transport aérien par câbles Etudier l'opportunité d'un tramway à crémaillère entre Aix-les-Bains et Le Revard Mettre en place des liaisons lacustres
2. Développement de solutions de transport adaptée dans les secteurs les moins denses	Compléter l'offre de TAD	Développer un système organisé d'autostop solidaire	
3.1 : Quelle gouvernance pour les TC sur l'aire métropolitaine	Réaliser une étude à l'échelle métropolitaine, pour déterminer les meilleures solutions en matière de gouvernance pour une meilleure efficacité des TC locaux.		
3.2 : Poursuivre les efforts de communication / information globale de la mobilité	Aller vers la mise en place d'une plateforme de mobilité connectée, en s'appuyant sur la technologie Ondéa qui présente tous les services aux habitants et visiteurs Mobiliser régulièrement les outils classiques		
4.1 : Développer une réelle alternative cyclable	Développer des schémas cyclables à l'échelle communale en complément du schéma Directeur des itinéraires cyclables de 2014 Développer le stationnement vélo Jalonner des itinéraires intercommunaux		
		Permettre le transport des vélos dans les trains et cars TER	Assurer la continuité cyclable de la V63 par le Lac et sécuriser les cycles sur la RD991 avec des aménagements ponctuels de sécurisation
4.2 : Étendre le dispositif de location de vélos à assistance électrique	Compléter le système Vélodéa		
4.3 : Offrir une place prépondérante pour les piétons	Sécuriser les traversées piétonnes		
	Définir des cheminements piétons structurants à traiter en priorité		
4.4 : Mieux articuler à l'avenir déplacements et urbanisme, deux composants indissociables	Proposer un sous-zonage dans le PLUI en fonction des conditions d'accessibilité en TC Intégrer des enjeux en matière de mobilité durable en amont des projets d'aménagement et d'urbanisation Adopter une meilleure prise en compte, plus globale, de la mobilité et des enjeux du PDU dans les documents de planification		
5.1 : Hiérarchisation future du réseau viaire	Mise en œuvre progressive de la hiérarchisation du réseau viaire		
5.2 : Mettre en place un schéma d'itinéraires poids lourds + livraisons de marchandises		Définir un schéma d'itinéraires poids lourds Améliorer les livraisons de marchandises dans le centre-ville d'Aix-les-Bains Envisager un schéma exemplaire des livraisons de marchandises en ville basé sur un Centre de Distribution Urbaine.	
5.3 : Aller vers une pacification de la voirie		Définir les secteurs à enjeux	Mettre en place des aménagements de réduction des vitesses
5.4 : Favoriser l'usage de l'A41	Agir sur la tarification	Améliorer le jalonnement	Analyser les conditions de rabattement sur les échangeurs Nord et Sud d'Aix-les-Bains Faciliter l'accès au réseau autoroutier
6. : Politique de stationnement	Mieux contrôler le stationnement Mieux orienter les automobilistes dans leur recherche de stationnement	Faire évoluer l'offre de stationnement pour un meilleur partage de la voirie	

Des projets multimodaux :

- Développement de l'offre ferroviaire ;
- Organiser un réseau de TC routier structurant autour de pôles d'intermodalité ;
- Développer une réelle alternative cyclable ;
- Hiérarchisation du réseau viaire ;
- ...

Des projets en réflexion qui participeront à l'évolution des parts modale.

Projets d'infrastructures de mobilité connexes à large échelle Horizon 2028-2030



Source : PDU Grand Lac

SCoT :

- La véloroute V63 de Chanaz à Valence en passant par Aix-les-Bains, Chambéry, Montmélian et Grenoble, reliée à la ViaRhôna ;
- La véloroute des 5 Lacs, du lac Léman à Aiguebelette en passant par Aix-les-Bains

PDU :

- La déviation d'Albens → limitation trafic de transit dans la zone urbaine ;
- Création d'un échangeur sur l'A41 à hauteur d'Albens → diminution des flux d'accès à l'échangeur de Grésy-sur-Aix ;
- Desserte des ZAE au Sud de l'échangeur d'Aix-Nord → nouvelles pénétrantes urbaines ;
- Liaison entre la RD991 et le boulevard Lepic ;
- Barreau Sud d'Aix-les-Bains ;
- Réaménagement de la D1504 entre Savoie Technolac et Villarcher (en faire une voie moins rapide)
- L'échangeur autoroutier de Chambéry-Nord → impacte l'organisation du réseau viaire et les flux routiers sur secteur des bords du Lac

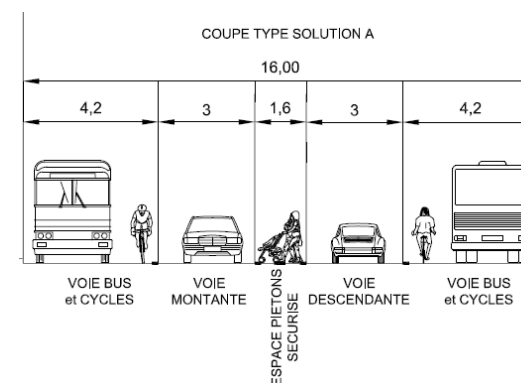
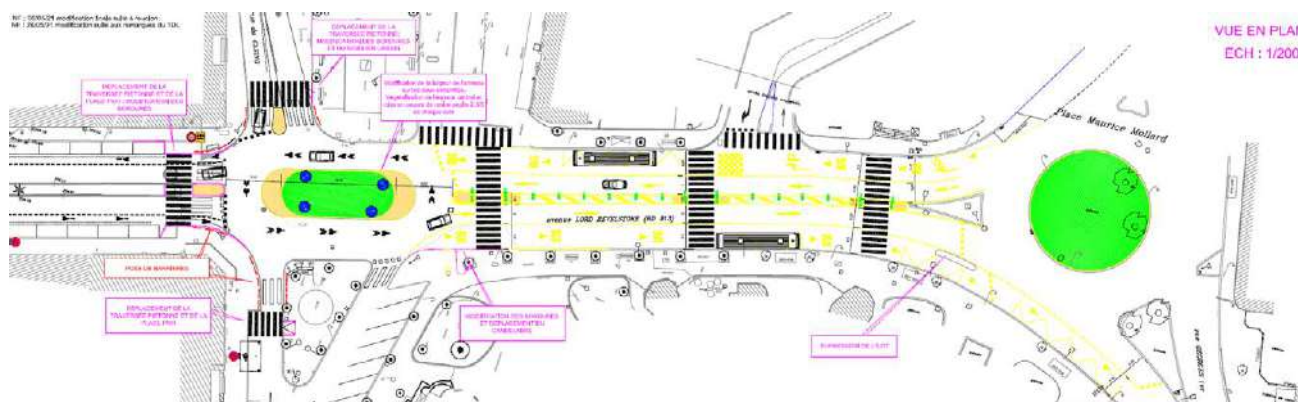
De multiples projets à l'échelle du territoire du SCoT et du Grand Lac, avec un impact global pris en compte dans les évolutions tendanciennes. Pas d'impact direct sur les voies d'accès au site.

Projets d'infrastructures de mobilité connexes sur la commune

Des projets pour tous les modes de déplacements à l'horizon 2028-2030 et au-delà :

- Réaménagement du giratoire du Revard à l'étude → fluidification de la circulation et sécurisation des traversées piétonnes ;
 - Aménagements d'apaisement des vitesses sur le bd des Anglais ;
 - Evolution de l'offre et de la gestion du stationnement en lien avec l'apaisement du centre-ville : parking Prés Riants, parking place Gabriel Pérouse ;
 - Optimisation du pôle TC de Revelstoke en réflexion, sans modification de la desserte ;
 - Schéma cyclable – septembre 2021 ;
 - Mise en place de deux lignes de covoiturage spontané avec un arrêt sur la rue Georges 1^{er} ;
 - Développement de stations d'autopartage avec des emplacements au droit du futur site.
- Ambition d'apaisement sur la rue de Davat, étroite et concentrant des enjeux multimodaux ;
 - Ambition d'apaiser les circulations rue de Genève et du Casino ;
 - Renouvellement de la DSP en cours avec des perspectives de développement du réseau TC.

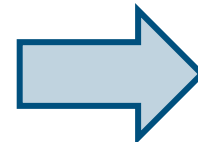
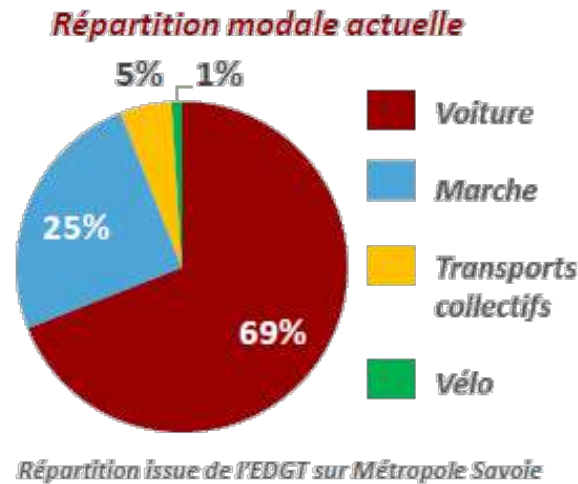
Plan de principe du réaménagement de Revelstoke et du giratoire du Revard (piste de réflexion)



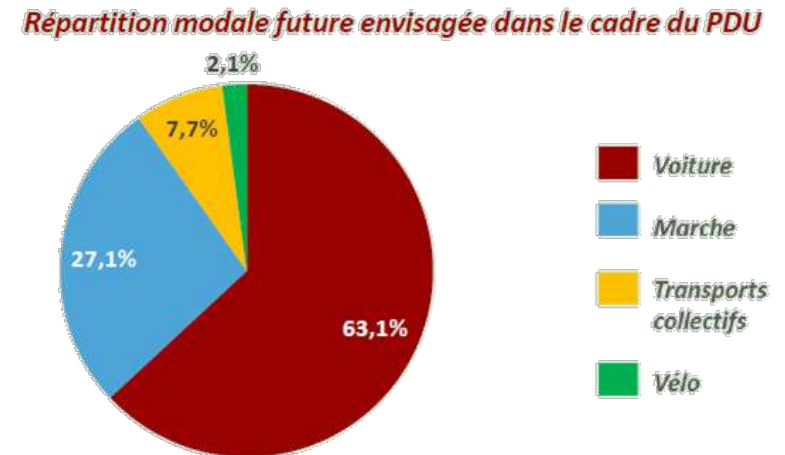
Des projets contribuant à l'apaisement du trafic et au report modal à l'échelle du centre-ville, à l'horizon de la réhabilitation des thermes et au-delà.

Evolutions tendanciennes – Parts modales

PDU : Parts modales actuelles et cibles (périmètre du SCoT)

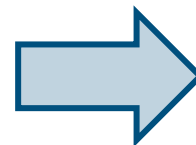
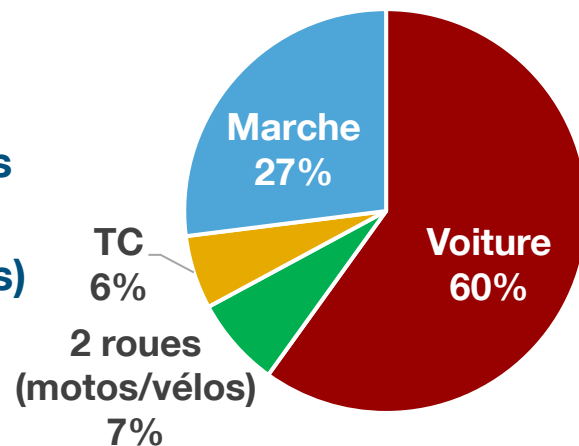


Horizon 2030



Répartition modale domicile-travail Aix-les-Bains

INSEE 2016 : Parts modales (commune d'Aix-les-Bains)



A l'échelle du projet, prise en compte de l'évolution des parts modales indiquée dans le PDU : **-6% VP, +2% marche, +3% TC, +1% vélo**

Des parts modales **conformes aux objectifs du PDU, pouvant être encore plus volontaristes** au regard du contexte du projet : secteur urbain dense, à proximité de la gare ... soit une estimation de la génération de trafic à considérer comme une borne haute

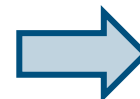
Evolutions tendanciennes – démographie et trafic

Evolution de la population – PDU

Ancien EPCI	CALB	CC du Canton d'Albens	CC de la Chautagne
Evolution projetée d'ici à 2030	72 752 hab. + 24,2 % + 14 200 hab.	11 680 hab. + 34,9 % + 3 000 hab.	6 700 hab. + 30,4 % + 1 600 hab.

Mode	Aujourd'hui	2030 Scénario PDU	
	Volume de déplacements	Volume de déplacements	Evolution
Voiture	210 462	244 061	16 %
Marche	76 744	104 754	36 %
Vélo	4 224	8 008	90 %
TC	15 362	29 780	94 %
Total	306 792	386 603	26 %

Source : PDU Grand Lac



A l'échelle du périmètre du Grand Lac : +16% de déplacements VP d'ici 2030.

Une augmentation des déplacements liée à des projets en dehors de la commune d'Aix-les-Bains

Evolution de la population – à l'échelle de la commune

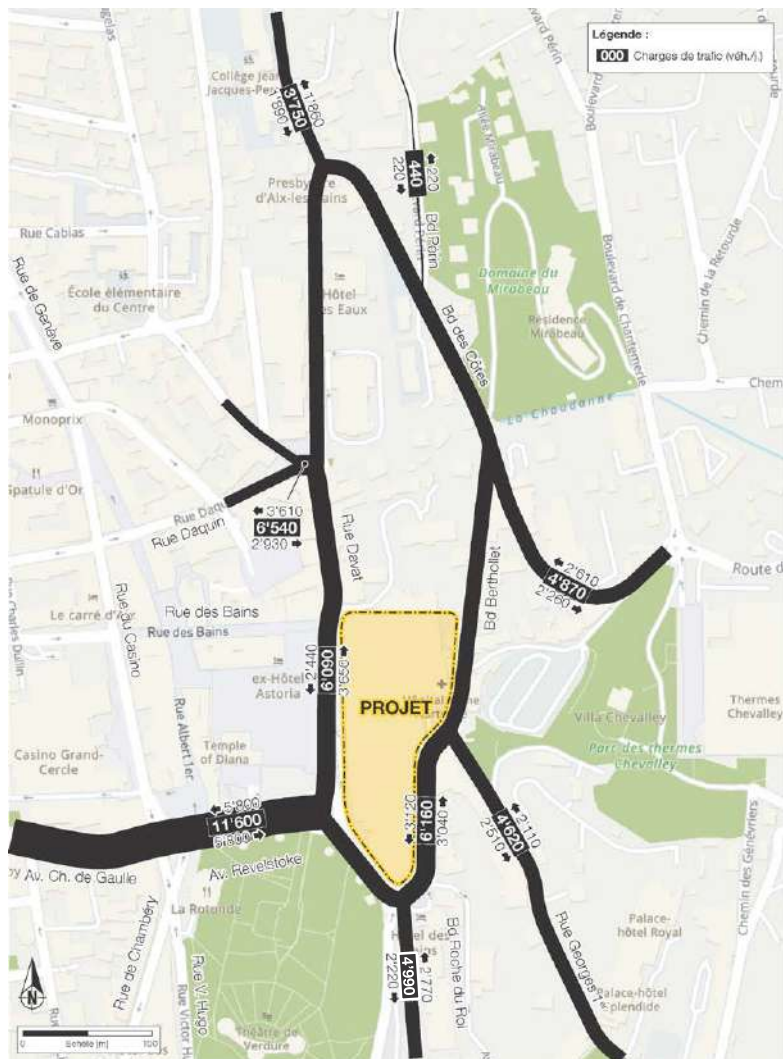
- **INSEE : +0,7% habitants/an à Aix-les-Bains entre 2012 et 2017 ;**
- Secteur urbain dense, à proximité de la gare avec des parts modales plus volontaristes
- Peu de projets urbains locaux recensés actuellement

A l'échelle de la commune :

- Hausse démographique : +10% maximum d'ici 2030 au vu des tendances actuelles
- Report modal : -6% sur le trafic actuel et le trafic généré

→ **Une stabilisation du trafic attendue à l'horizon 2030, effet d'équilibre entre la hausse de la demande et le report modal**

Trafic journalier – état de référence



- Hausse démographique et augmentation du nombre de déplacements compensées par le report modal et les changements de comportements ;
- Augmentation significative des déplacements sur les modes alternatifs à la voiture : transports collectifs, vélo, marche.

Une tendance à la stabilisation du trafic automobile entre aujourd'hui et 2030 → des charges de trafic à l'horizon du projet similaires aux charges actuelles

Projet de réhabilitation des anciens thermes – premiers impacts



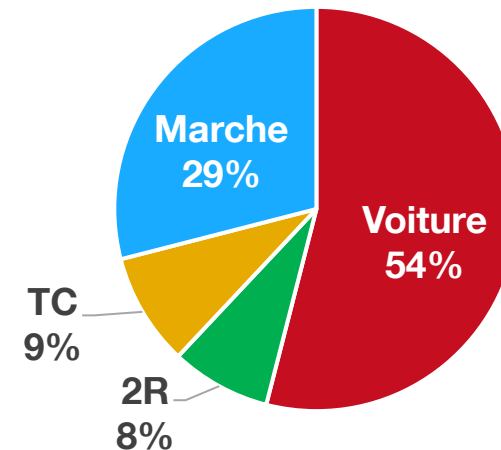
Projet de réhabilitation des thermes et mobilité

■ Un projet idéalement localisé en termes d'accessibilité multimodale alternative à la voiture :

- En plein centre-ville d'Aix-les-Bains ;
- A proximité de la gare (moins de 10 minutes à pied) ;
- Desservi par les trois lignes de bus de la commune, avec une fréquence cumulée attractive ;
- Connecté au réseau cyclable grâce à la pérennisation des aménagements sur les avenues Revelstoke/Charles de Gaulle ;
- A proximité du parking hôtel de ville, agrandi avec une offre mutualisée selon les différents types d'usages.

- Un projet mixte, générant des déplacements mutualisés pour divers motifs et favorisant la courte distance du fait de sa proximité avec le centre-ville ;
- Des objectifs de parts modales conformes au PDU, retranscrits dans le dimensionnement du stationnement sur site, proches des normes plancher ;

Objectif de répartition modale des déplacements domicile-travail en lien avec le projet à l'horizon 2030



La localisation stratégique et la mixité du projet doivent permettre de développer les modes alternatifs à la voiture.

Projet de réhabilitation des anciens thermes – premiers impacts

Génération de trafic du projet et affectation



Méthode de génération du trafic

Pour consolider les estimations, deux méthodes d'estimation du trafic généré par le projet sont croisées de manière itérative pour vérifier la sensibilité des hypothèses :

Méthode par la programmation

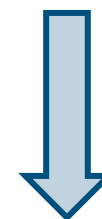
- **Données de base** : surfaces de plancher d'activités, nombre de logements, fréquentation cible ... ;
- **Estimation pour chaque type d'usage du futur site** : logement, commerces et restaurant, bureaux, musée, médiathèque ;
- Prise en compte des **données INSEE** sur les caractéristiques socio-démographiques ;
- Application des **ratios usuels** : taux de présence simultanée au travail, taux de visiteurs ...
- Application de **ratios de mobilité** : nombre de déplacements/hab/j, nombre de déplacements générés par m² de commerces/restaurant, taux d'occupation voiture ...



Nombre de déplacements générés, puis application de la part modale cible

Méthode par l'offre en stationnement

- **Données de base** : offre en stationnement pour les logements, les bureaux et les autres typologies programmées ;
- Logements et bureaux : estimation du **taux d'utilisation des véhicules** par les habitants (part des véhicules non utilisés chaque jour) ;
- Visiteurs (commerces, médiathèque, musée, etc) : estimation du **taux de rotation des places de stationnement** sur la base de ratios usuels



Nombre de déplacements automobiles générés

Hypothèses de génération de déplacements

Données INSEE 2016 Aix-les-Bains / PDU Grand Lac :

- 1,9 habitant/logements ;
- Taux d'actifs : 76,6% ;
- 4,1 déplacements/habitant/jour dont **2,5 en lien avec le logement et le lieu de travail** (hypothèse).

Méthode programmation :

- **Ratios programmatiques usuels** : 1 salarié pour 60 m² commerces, 1 salarié pour 25 m² bureaux, 1 salariés pour 100m² musée/médiathèque, 85% taux de présence simultanée au travail ;
- **Estimation fréquentation** : fréquentation maximale du musée = 50'000 visiteurs/an, fréquentation médiathèque = 400 à 500 visiteurs/j (source : Ville et DRAC) ;
- **Ratios de mobilité** :
 - Taux d'occupation VP = 1,1 à 1,5 selon les motifs (quotidiens / touristiques) ;
 - Commerces/médiathèque : taux de foisonnement = 80% → 4 visiteurs sur 5 se rendent également au centre-ville pour d'autres besoins (commerces, travail, domicile ...) ;
 - Musée : taux de foisonnement = 50% → taux moindre car le musée est davantage une activité touristique que pendulaire ;

Méthode offre stationnement :

- Taux de rotation hors pendulaires = 2,5 → chaque place accueille en moyenne 2,5 voiture/j, déterminé à dire d'expert à partir d'études antérieures ;
- Trafic généré par les logements et les bureaux identique à la méthode programmation.

Trafic généré par le projet

Méthode programmation

Rappel programmation :

- 219 logements ;
- 3'000 m² bureaux ;
- 6'800 m² commerces et restaurant ;
- 2'000 m² musée ;
- 2'000 m² médiathèque.

Soit environ 415 habitants et 285 employés



3'100 déplacements/j générés
équivalents à
1'400 à 1'500 déplacements voiture/jour ouvrable

Méthode offre en stationnement

Rappel offre de stationnement projet :

- 192 pour les logements
- 152 pour les commerces, restauration, bureaux



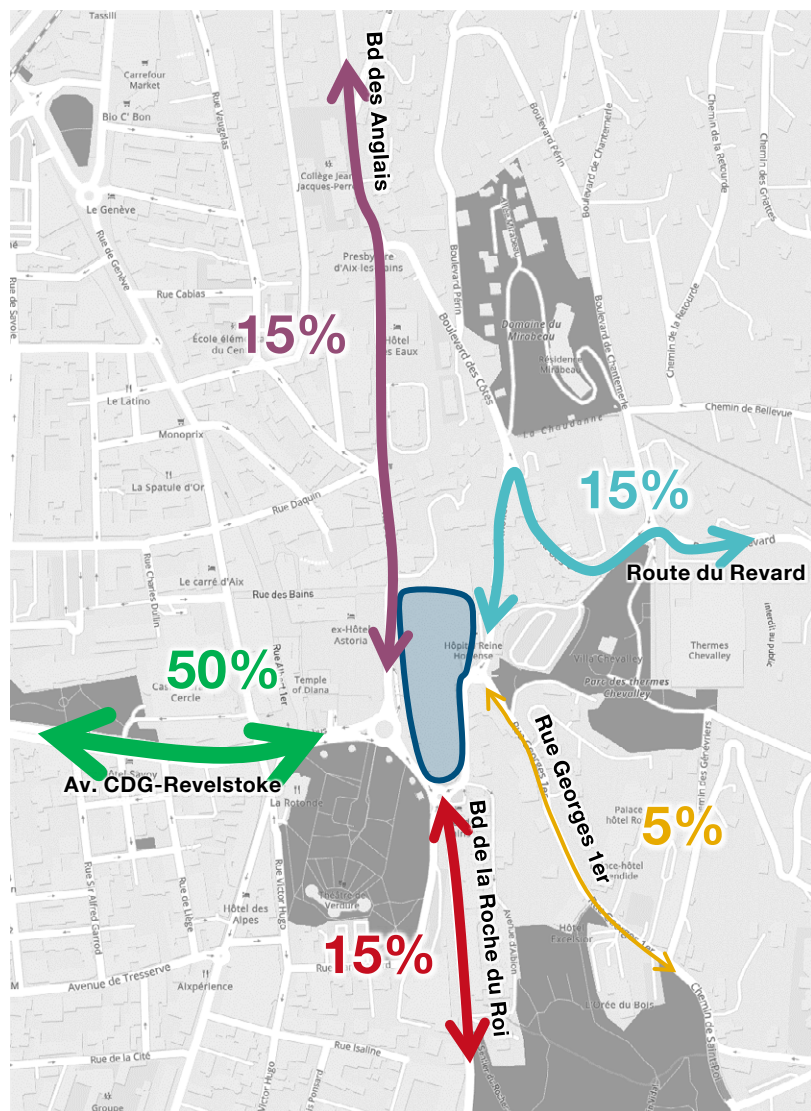
L'offre de 152 pl. pour les activités doit être répartie dans différentes poches de parking, l'extension du parking de l'Hôtel de Ville intégrant la création de 84 pl. seulement.



1'100 à 1'200 déplacements voiture/jour ouvrable

- Un trafic généré par le projet d'environ 1'300 véh/j (jour ouvrable), soit **1'170 véh/j sur l'ensemble de la semaine**, consolidée par l'estimation par l'offre de stationnement

Affectation du trafic généré par le projet



- Le poids des itinéraires d'accès au projet a été estimé à partir du :
 - Trafic actuel sur les voies d'accès ;
 - Niveau hiérarchique des axes ;
 - Pôles et bassins versants desservis par chaque axe.
- Ainsi, environ la moitié des véhicules en lien avec le projet devrait provenir des avenues CDG/Revelstoke, en lien avec le réseau viaire structurant ;
- Le bd des Anglais et le bd de la Roche du Roi, permettant d'accéder aux diffuseurs autoroutiers par le réseau secondaire, représentent chacun 15% des accès au projet ;
- La route du Revard connecte le projet aux communes à l'Est d'Aix-les-Bains, avec 15% du trafic généré ;
- La rue Georges 1er est plutôt orientée sur la desserte locale, et devrait être peu empruntée par les usagers du projet.

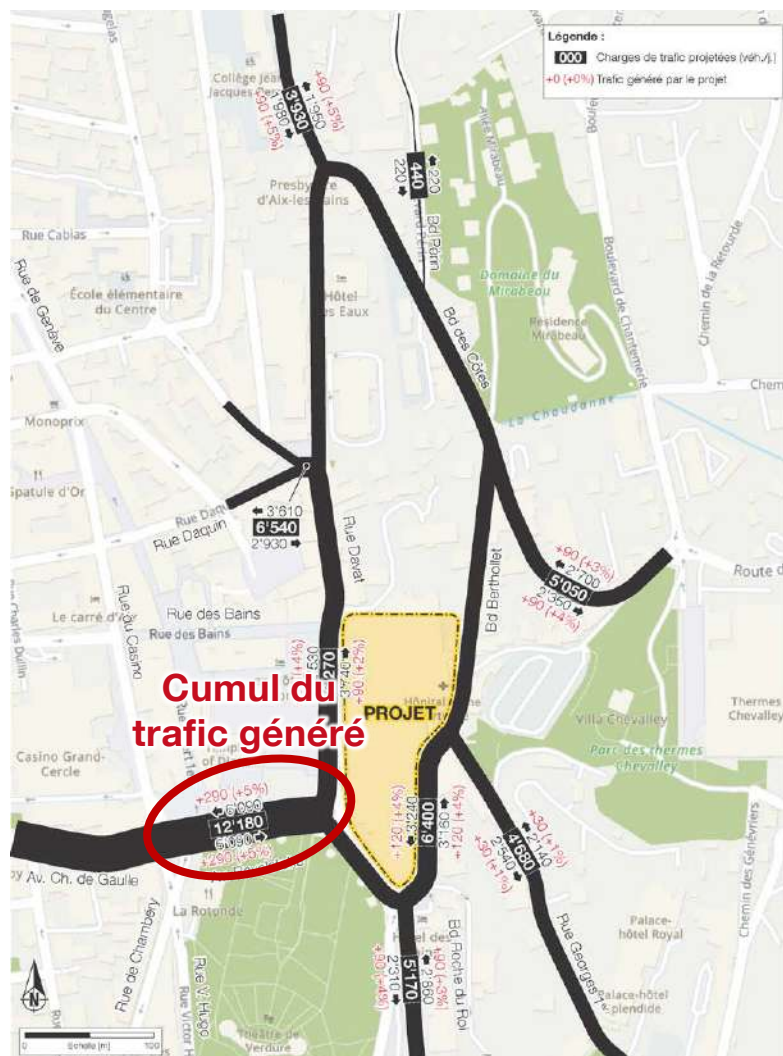
Un accès automobile orienté principalement sur les avenues CDG et Revelstoke, puis une répartition équitable entre les trois autres principales voies d'accès.

Projet de réhabilitation des anciens thermes – premiers impacts

Situation projetée



Impacts sur le réseau



- L'évolution du trafic est relativement faible, avec **maximum 5% de trafic supplémentaire** par axe. Cette augmentation est acceptable en termes de trafic journalier ;
- Aux heures de pointe, et en particulier à l'HPS (période critique), les conditions de circulation peuvent être dégradées. Des remontées de file sont présentes actuellement à partir de la place du Revard et jusqu'au droit du site. Du fait de la localisation de l'accès au parking principal, l'Est de **l'avenue de Revelstoke et le giratoire Maurice Mollard concentreront quasiment tout le trafic en lien avec le projet**, contraignant davantage la circulation et l'accès au parking ;
- Cela renforce l'intérêt du développement des modes alternatifs sur la commune et en lien avec le projet, du réaménagement de la place du Revard et de l'élargissement de l'accès au parking de l'hôtel de ville. Il faudra également prendre en compte cette concentration du trafic en cas de refonte du pôle TC Revelstoke.

Une concentration des accès sur Revelstoke pouvant induire de la congestion, notamment en HPS.

Une prise en compte nécessaire de ce trafic supplémentaire dans les projets en cours de réflexion sur le secteur.

Evolution à horizon +20 ans



Evolution du trafic journalier : horizon projet +20 ans



- Pas de projet induisant une modification majeure de l'accessibilité au site et au centre-ville par rapport à la situation au terme du projet ;
- Des ambitions d'apaisement dans le centre-ville et des projets contribuant à la poursuite des évolutions comportementales et au report modal (mise en œuvre du schéma cyclable, modification de l'offre de stationnement, apaisement des voies, etc);
- Une poursuite de la hausse démographique modérée à l'échelle de la commune ;

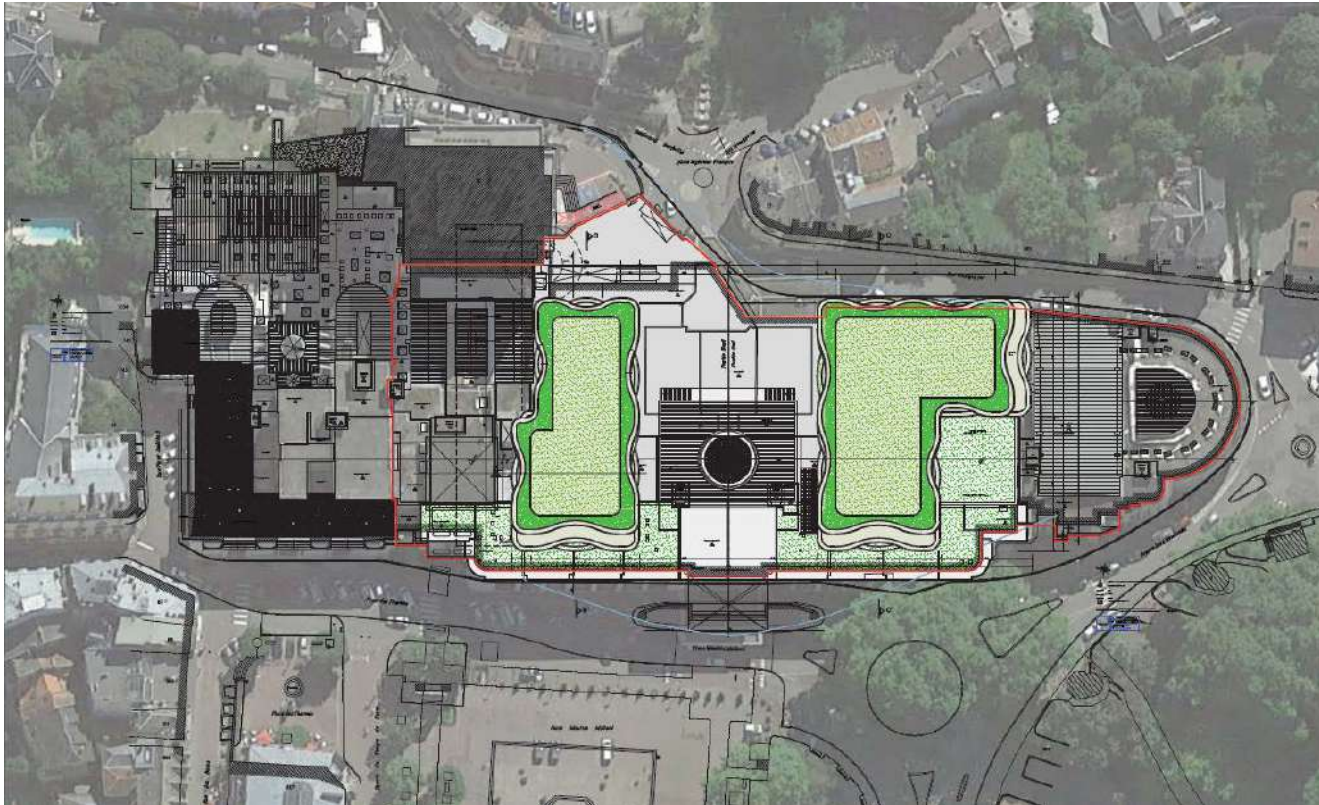
A l'image de la situation de référence, une **tendance à la stabilisation du trafic à horizon +20 ans**, équilibre entre hausse démographique et report modal.

Des impacts en termes de circulation essentiellement portés à horizon 2028-2030.

Synthèse



Synthèse



- Des impacts en termes de circulation essentiellement portés à l'horizon de réalisation du projet (2028-2030)
- Des impacts acceptables sur le trafic journalier, avec une augmentation par axe ne dépassant pas 5% du trafic
- Une vigilance à avoir sur l'aménagement des accès routiers au site, notamment le giratoire sur lequel la demande de trafic se concentre

Merci pour votre attention.



Marine Berland

marine.berland@transitec.net

Noé Donaint

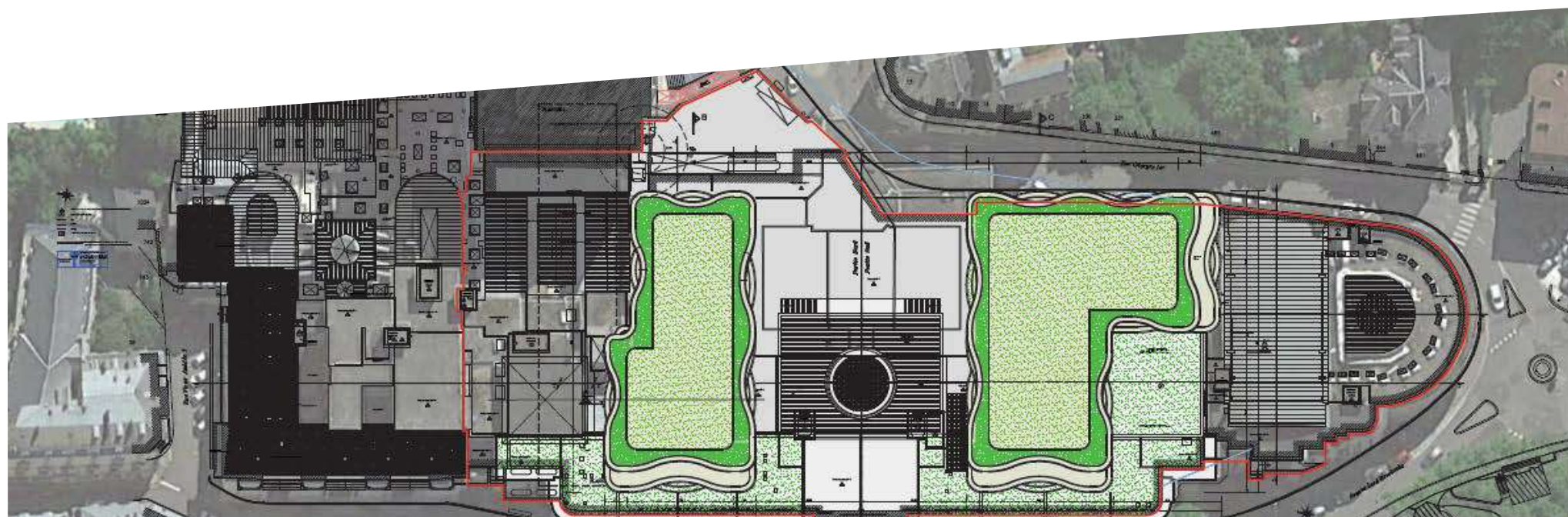
noe.donaint@transitec.net

TRANSITEC Ingénieurs-Conseils

75 rue de la Villette · F-69003 LYON

T +33 (0)4 72 37 94 10 · F +33 (0)4 72 37 88 59

lyon@transitec.net · www.transitec.net



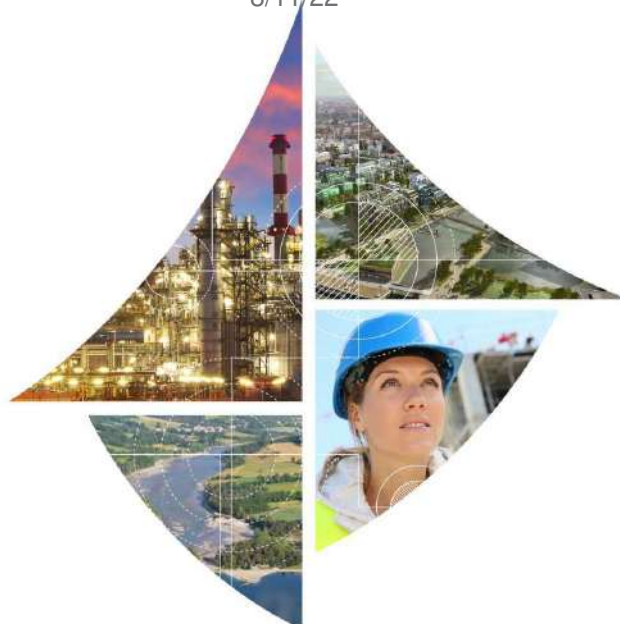
BOUYGUES / SAS SAVOIE (SCCV DU SILLON ALPIN)

Réhabilitation des bâtiments des anciens
thermes nationaux d'AIX-LES-BAINS (73)

Evaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermale – note complémentaire suite à l'avis de l'Autorité Environnementale

SGE

8/11/22




BOUYGUES / SAS SAVOIE (SCCV DU SILLON ALPIN)

Réhabilitation des bâtiments des anciens thermes nationaux d'AIX-LES-BAINS (73)

Evaluation de l'impact du projet de parking sur la ressource en eau thermique – note complémentaire suite à l'avis de l'Autorité Environnementale

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Note complémentaire	8/11/22	01	S. GRANGE 		

Numéro de contrat / de rapport :	CGHCCE2011806
Numéro d'affaire :	A56456
Domaine technique :	HB01 Hydrogéologie et géologie du bâtiment et des infrastructures

GINGER BURGEAP Agence Centre-Est • Bâtiment A "Hermès" - 2, rue du tour de l'eau – 38400 Saint-Martin-D'Herès Tél : 04.76.00.75.50 • burgeap.grenoble@groupeginger.com

SOMMAIRE

1.	RETOUR DE L'AUTORITE ENVIONNEMENTALE SUR LE VOLET HYDROGEOLOGIE – OBJET DE LA DEMANDE	4
2.	PRECISIONS SUR L'ADAPTATION DU PROJET EN CAS DE DECOUVERTE DE FRACTURES OUVERTES OU DE CONDUIT KARSTIQUE.....	5
2.1	Rappel : Impact des travaux de terrassements des parkings sur la ressource en eau thermique	5
2.2	Mesures d'évitement, de réduction et de suivi : rappel et précisions	6
2.2.1	Rappel des mesures d'évitement.....	6
2.2.2	Mesures de réduction.....	6
2.2.3	Synthèse	11

1. RETOUR DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE SUR LE VOLET HYDROGEOLOGIE – OBJET DE LA DEMANDE

« La mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Auvergne-Rhône-Alpes de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (Igedd), s'est réunie le 27 septembre 2022 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur la requalification des anciens thermes et l'extension du parking public sous la place Maurice Mollard, à Aix-les-Bains (73), et sur la mise en compatibilité du plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) Grand Lac dans le cadre d'une procédure intégrée pour le logement »

Dans son avis du 27 septembre 2022 l'Autorité Environnementale précise pour le risque vis-à-vis de la ressource en eau thermique :

« S'agissant des terrassements nécessaires à l'extension du parking souterrain, la mesure d'évitement en cas de découverte de zone de fractures ouvertes ou de conduit karstique doit être précisée notamment en termes d'adaptation du projet (réduction en termes de places de stationnement) ».

Les paragraphes qui suivent détaillent les mesures envisagées par BOUYGUES et la SAS SAVOIE pour adapter le projet en cas de découvertes de fractures ouvertes ou de conduit karstique.

2. PRECISIONS SUR L'ADAPTATION DU PROJET EN CAS DE DECOUVERTE DE FRACTURES OUVERTES OU DE CONDUIT KARSTIQUE

2.1 Rappel : Impact des travaux de terrassements des parkings sur la ressource en eau thermale

Pour rappel, cet impact n'est effectif, que si les travaux de terrassement affectent de manière significative l'équilibre de pression dans l'aquifère urgonien, et en particulier le débit des sources Soufre et Alun. Cet impact peut être temporaire lors des travaux, et permanent si une venue d'eau thermale de fort débit, correspondant à une fissure ouverte ou à un conduit karstique en équilibre avec la remontée thermale, est recoupée par les terrassements des parkings, et si les débits ne sont pas maîtrisés.

Sur la base des perméabilités et gradients observés sur les piézomètres en place entre le parking de l'Hôtel de Ville et les thermes Pétriaux, l'impact de l'interception des niveaux d'eaux dans les calcaires sur la ressource thermale est négligeable.

Au regard des connaissances actuelles sur le fonctionnement des remontées karstiques, de leur éloignement de la zone de travaux des perméabilités observées en forage, et des terrassements déjà effectués (parking de l'hôtel de ville, thermes Pétriaux), le risque de recouper une fissure ouverte de plus fort débit ou un conduit karstique en lien avec les sources Soufre et Alun apparaît faible dans les secteurs des travaux projetés de parking. L'enjeu est de sécuriser les connaissances avant travaux sur les circulations d'eau dans les zones circonscrites de terrassement des calcaires.

Des vérifications et des précautions complémentaires seront nécessaires pour s'assurer de l'absence de circulations importantes d'eau thermale dans les secteurs où les calcaires seront terrassés, avant et pendant les travaux.

Pour rappel, les accès actuels (emprise du futur parking sur la place, accès au bâtiments des thermes) ne permettent pas de pousser plus loin les investigations hydrogéologiques. Ces investigations seront menées au fur et à mesure des possibilités d'accès aux zones concernées, pour écarter tout risque avant travaux, mais aussi en phase de travaux. Les techniques de reconnaissance envisagées (voir ci-après les protocoles envisagés) ont fait l'objet d'une première description dans l'étude d'impact, mais pourront être adaptées et validées au fur et à mesure de l'avancement du projet.

Le principe d'évitement retenu, en cas de découverte d'une fissure ouverte ou d'un conduit karstique qui ne serait pas techniquement évitable (pas de possibilité de d'injection/ou comblement préventif), sera l'abandon des places de parking concernées et l'adaptation du génie civil (réduction des surfaces de sous-sol).

2.2 Mesures d'évitement, de réduction et de suivi : rappel et précisions

2.2.1 Rappel des mesures d'évitement

« La cohérence du projet dans son ensemble ne peut se passer de la réalisation de places de stationnement souterrain, compte tenu de la destination du bâtiment (commerces et logements). La place disponible pour réaliser ces parkings (centre urbain d'Aix-les-Bains), mais aussi l'obligation de conservation des structures classées du bâtiment, la présence d'une voirie, contraignent fortement la réalisation de ces parkings. Une création de parking plus au sud (parc des thermes, élément emblématique du patrimoine aixois, sous bail emphytéotique de VALVITAL) n'est pas envisageable.

Il était initialement prévu la réalisation de 2 niveaux de parking (R-2) sur l'ensemble du projet, en continuité du parking existant de l'Hôtel de ville et des niveaux des 2 niveaux de sous-sol du bâtiment Pétriaux. A la lumière des résultats des campagnes de reconnaissance géotechnique et hydrogéologique, et de l'avis de l'hydrogéologue agréé J.C. CARFANTAN de novembre 2018, la SSCV du Sillon Alpin a réduit le projet à un seul niveau de sous-sol dans ce secteur à enjeux ».

2.2.2 Mesures de réduction

2.2.2.1 Vis-à-vis de l'impact sur les remontées thermales dans l'aquifère urgonien

En l'état de l'occupation du site, (route, intérieur du bâtiment partiellement occupé, opérations de désamiantage du bâtiment en cours...) la réalisation d'investigations dans les secteurs à enjeux identifiés vis à vis des circulations thermales (remontée des affleurements calcaires) est très limitée, en particulier par forage. De plus, toutes les méthodes indirectes de reconnaissance par géophysique (radar, micro-gravimétrie, mesures électriques ou électromagnétique) ne sont pas utilisables en l'état.

Les premières investigations ont montré la présence de remontées thermales (20 °c) dans des fissures peu ouvertes et peu perméables. Leur découverte en sondages n'est pas susceptible de modifier les équilibres de pression dans l'aquifère urgonien.

Même si ces premières investigations sont rassurantes vis-à-vis de l'impact du projet sur la ressource thermique, il n'est pas possible, du fait des conditions d'accès actuelles, de s'assurer de la présence de fissures plus ouvertes (et donc de débits plus forts), voire de conduits karstiques. Le terrassement de telles fissures ou conduits karstiques pourrait déstabiliser la pression dans l'aquifère de l'Urgonien. D'après la connaissance de la position du tronç principal de la remontée thermique (situé entre la source Alun et le siphon Terminator) l'existence d'un conduit karstique au droit du projet de parkings en lien avec la remontée thermique principale (sources Soufre et Alun) apparaît peu probable.

Dans les zones à enjeux vis-à-vis du risque de déséquilibre dans l'aquifère urgonien (4 zones de terrassement des calcaires), **la poursuite des travaux devra passer par une phase complémentaire d'investigation pour sécuriser le projet et s'assurer de l'absence de fissures ouvertes ou de conduits karstiques. Le principe d'évitement sera privilégié dans tous les cas, après les étapes complémentaires de reconnaissance. Le projet de parking est susceptible d'être adapté si de telles zones étaient découvertes.**

Cette adaptation passera si nécessaire, c'est-à-dire en cas de découverte d'une fissure ouverte ou d'un conduit karstique qui ne serait pas techniquement évitable (pas de possibilité de d'injection/ou comblement préventif), par l'abandon des places de parking concernées et l'adaptation du génie civil (réduction des surfaces de sous-sol)

2.2.2.2 Investigations complémentaires (avant le démarrage des travaux)

Avant le démarrage des travaux, lorsque la SSCV du Sillon alpin aura pris pleinement possession des bâtiments, et/ou dès que possible sur les secteurs accessibles, un protocole de reconnaissances des zones à enjeux sera mis en œuvre.

► Recherche de fissures ouvertes ou conduits karstiques aquifères – Entre le parking de l'hôtel de ville et le bâtiment Pétriaux et dans l'extension nord

Entre le parking de l'hôtel de ville et le bâtiment Pétriaux, lors des opérations de pré-terrassement des alluvions au-dessus des calcaires (sur une plateforme plane, terrassée sur un 1 à 2 m maximum), après le dévoiement de tous les réseaux, une campagne de géophysique couplant plusieurs méthodes complémentaires sera mise en œuvre sur l'ensemble de la zone. Elle comprendra :

- **Une couverture radar** pour la recherche de vides karstiques dans les zones de terrassement des calcaires. La méthode de recherche par micro-gravimétrie sera difficilement applicable du fait de perturbations périphériques (bâtiment des thermes, parking de l'hôtel de ville) ;
- **Une couverture par méthode électriques/ électromagnétique** (panneaux électriques et/ou couverture EM31) sous la cote des terrassements des parkings, pour la recherche d'anomalie électrique liée à la circulation d'eau souterraine ;
- **Dans les zones d'anomalies identifiées, la réalisation de nouveaux forages de reconnaissance**, dont le fond sera descendu à la cote de terrassement envisagée. Tout ou partie des forages seront équipés en piézomètres ;
- **Des essais systématiques de perméabilité** sur chaque piézomètre, couplés à des mesures de conductivité et de températures de l'eau ;
- **Une couverture thermique de la surface du sol à partir d'une caméra infrarouge (indices de remontées thermales).**

Cette campagne géophysique sera accompagnée de la réalisation des forages de reconnaissances avec un maillage serré, dans les zones d'anomalies, mais aussi de manière systématique (1 forage tous les 10 à 15 m²) sur l'ensemble des zones terrassées, en fonction des possibilités d'accès, soit 10 à 20 forages descendus dans l'extension nord à 6 m de profondeur.

L'appréciation de la présence de fissures ouvertes ou de conduit karstique plus important se fera par un hydrogéologue, sur la base :

- Des vitesses d'avancement en forage, très élevées en cas de zone broyée (fissure ouverte) ou de conduit karstique, mais aussi les pertes de fluide à l'injection (eau ou air) ;
- Des perméabilités : elles restent faibles dans le cas de fissures peu ouvertes ($k < 1.10^{-4}$ m/s) ;
- Des mesures de températures de l'eau et du sol, indiquant la connexion possible avec la remontée karstique principale (température de la source Soufre entre 35 et 37 °C) ;
- Des niveaux piézométriques : en cas de fissures fermées et/ou non connectées au réseau karstique thermal, le niveau n'est pas artésien et s'équilibre avec les niveaux observés dans les forages de reconnaissance.

En cas de doute sur une zone prospectée, avec des indices potentiels de conduits karstiques en lien avec la remontée thermique principale, un protocole complémentaire pourra être mis en place pour prospecter la zone, par une campagne de tomographie sismique en ondes P entre 2 forages. La distance entre les forages doit être proche de la longueur des forages pour avoir une couverture angulaire suffisante. La taille des cavités détectées est proportionnelle à la distance entre forages.

Dans tous les cas, la présence de fissures ouvertes ou d'un réseau karstique connecté hydrauliquement au conduit karstique thermal, implique des venues d'eau importantes, en charge et proches de la température de la Source Soufre dans les forages. En cas de découverte de telles arrivées d'eau en forage, un protocole spécifique sera appliqué :

- Pour boucher le forage (mis en place d'un packer et cimentation sous pression) ;
- Pour abandonner le secteur concerné et adapté le projet de parking.

Cette adaptation passera si nécessaire, c'est-à-dire en cas de découverte d'une fissure ouverte ou d'un conduit karstique qui ne serait pas techniquement évitable (pas de possiblement de d'injection/ou comblement préventif), par l'abandon des places de parking concernées et l'adaptation du génie civil (réduction des surfaces de sous-sol)

► Recherche de fissures ouvertes ou conduits karstiques aquifères – Extension sud-est

La zone 3, lorsque le bâtiment Mabileau sera partiellement accessible depuis la rue Georges Premier, sera difficile à prospecter par géophysique (talus).

En cas d'impossibilité de mise en œuvre de la géophysique, la reconnaissance se fera par forages dirigés horizontaux ou obliques sur 2 niveaux depuis le bâtiment Pétriaux (+/- 15 ml par forage) et/ou des forages verticaux depuis la Rue Georges Premier (6/8 m de profondeur), dont la densité sera à adapter aux conditions d'accès (10 à 20 forages estimés).

Le même protocole sera mis en place que sur les zone 1 et 2 pour apprécier la présence de fissures ouvertes ou de conduits karstiques plus importants, par un hydrogéologue, en fonction :

- Des vitesses d'avancement en forage, très élevées en cas de zone broyée (fissure ouverte) ou de conduit karstique, mais aussi les pertes de fluide à l'injection (eau ou air) ;
- Des perméabilités mesurés dans les forages verticaux ou des débits dans les forages horizontaux : perméabilité faibles ($k < 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) ou faible débit pour les forages horizontaux en cas de fissures peu ouvertes ;
- Les mesures de températures de l'eau et du sol, indiquant la connexion possible avec la remontée karstique principale (température de la source Soufre entre 35 et 37 °C) ;
- Les niveaux piézométriques pour les forages verticaux équipés en piézomètre : en cas de fissures fermées et/ou nous connecté au réseau karstique thermal, le niveau n'est pas artésien et s'équilibrent avec les niveaux observés dans les forages de reconnaissance.

En cas de doute sur une zone prospectée, avec des indices potentiels de conduits karstiques en lien avec la remontée thermique principale, un protocole complémentaire pourra être mis en place pour prospecter la zone, par une campagne de tomographie sismique en ondes P entre 2 forages. La distance entre les forages doit être proche de la longueur des forages pour avoir une couverture angulaire suffisante. La taille des cavités détectées est proportionnelle à la distance entre forages.

Dans tous les cas, la présence de fissures ouvertes ou d'un réseau karstique connecté hydrauliquement au conduit karstique thermal principal, implique des venues d'eau importantes, en charge et proches de la température de la source Soufre. En cas de découverte de telles arrivées d'eau en forage, un protocole spécifique sera appliqué :

- Pour boucher le forage (mis en place d'un packer et cimentation sous pression) ;
- Pour abandonner le secteur concerné et adapter le projet de parking.
- L'adaptation du projet consistera à abandonner les places de parking concernées et l'adaptation du génie civil (réduction des surfaces de sous-sol)

2.2.2.3 Précautions complémentaires en phase travaux

► Suivi hydrogéologique des zones terrassées

Les principes du suivi en phase travaux sont décrits dans le paragraphe qui suit. Un protocole détaillé sera défini à l'issue de la première phase d'investigations complémentaires (avant la phase de travaux).

Les terrassements dans les calcaires se feront **par passes successives**, sous la supervision d'un **hydrogéologue présent sur site pour contrôler de manière systématique les fonds de fouilles ou les fronts de taille**. Les contrôles porteront sur :

- La présence de fissures, d'indices de coloration (oxyde de fer, dans le cas de circulations d'eau thermale) et d'indices de tassement du terrain ;
- La présence de venues d'eau, avec mesure in-situ du débit, de la température et de la conductivité électrique ;
- La température du fond de fouille (à l'aide d'une caméra thermique), mesure à adapter aux conditions climatique du moment.

L'hydrogéologue assurera également durant la phase de travaux la coordination des suivis sur la ressource thermale (source Soufre et Alun) et vérifiera toute anomalie (voir protocole de suivi de la ressource thermale).

Si nécessaire, les travaux seront arrêtés à la demande de l'hydrogéologue pour :

- Lancer des investigations complémentaires en fond de fouille, en cas d'indice de présence de remontées thermales et/ou préciser la présence de vides :
 - Par géophysique (radar/électrique/tomographie entre puits) ;
 - Par sondages pénétrométriques ou destructifs ;
- Faire des injections/comblements préventifs localisés, pour combler de petites fissures uniquement.

Si nécessaire, les terrassements seront abandonnés dans les secteurs à risque et le projet de parking sera adapté.

Un compte-rendu des observations sera dressé au fur et à mesure du chantier. Toute anomalie sera immédiatement signalée à la Mairie d'Aix-les-Bains, aux sociétés VALVITAL et ACCOR, et à l'ARS.

► Protocole en cas de découverte de vide karstique

Le protocole présenté précédemment (reconnaissance avant travaux, et suivi) est mise en œuvre afin de limiter au maximum les risques de recouper des conduits karstiques ou fissures ouvertes, en connexion hydraulique avec le circuit karstique thermal principal (sources Soufre et Alun).

En cas de fissure ouverture, sans perturbation du débit des sources Soufre et Alun, le principe retenu sera l'injection localisée (coulis, résine).

En cas de découverte d'un conduit karstique, le principe retenu sera l'évitement et le renforcement par mise en place de voiles de béton projeté (avec armature métallique si besoin) depuis le fond de fouille. Il n'est pas prévu d'injection qui pourrait obstruer le conduit et modifier les conditions d'écoulement. La zone à risque traitée sera condamnée et le projet de parking adapté.

Dans le cas extrême où un conduit karstique en charge, en lien avec le circuit karstique thermal principal, serait mis à jour, le protocole d'intervention prévoit :

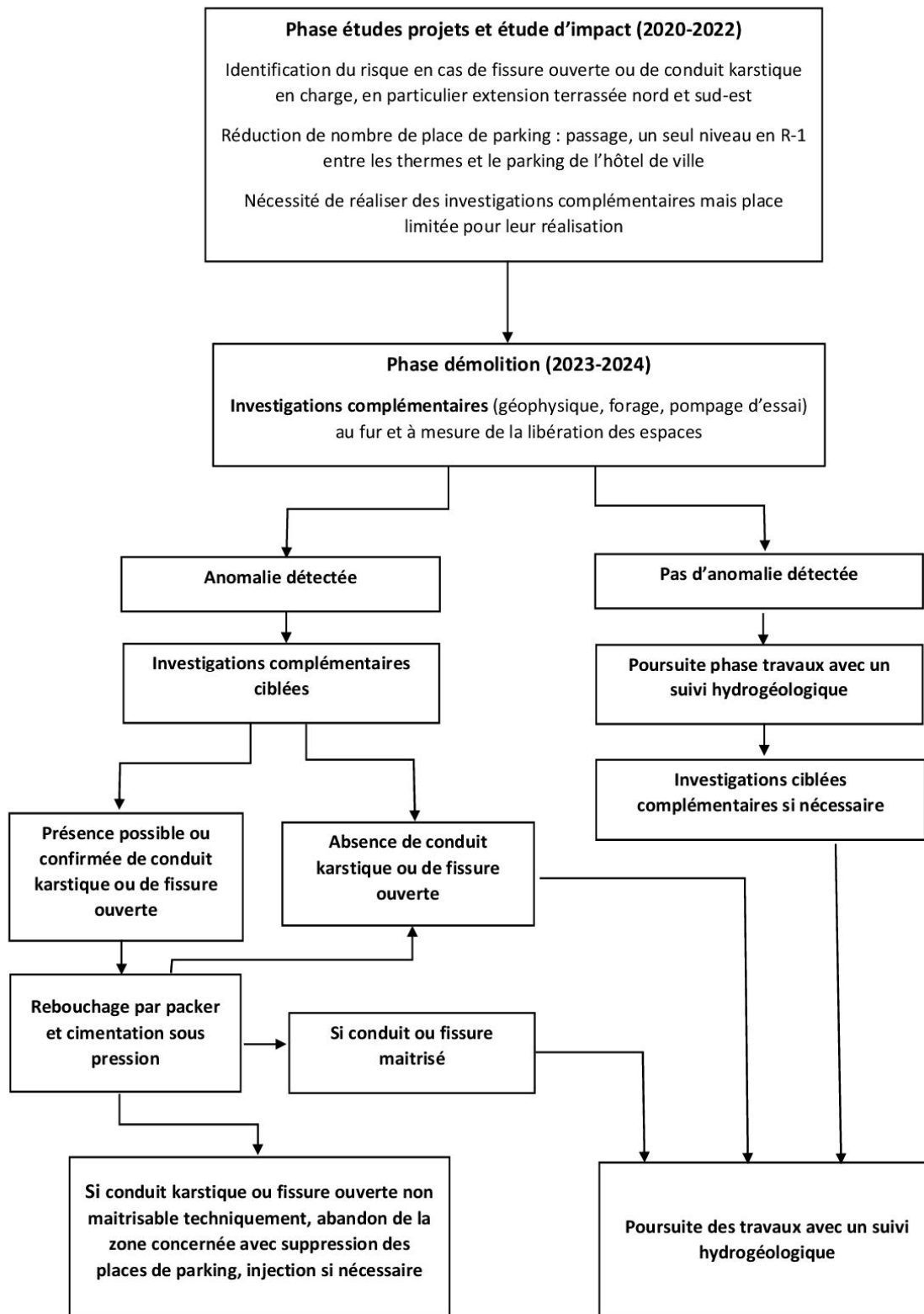
- La mise en place d'un système de pompage, de rabattement de nappe avec rejet vers la Chaudanne, après décantation ;
- La mise en place d'un packer pour obstruer (sans combler le conduit), et d'une cimentation. Des techniques innovantes de type « CAVIBAG » pourront être mise en œuvre.

Dans tous les cas, tous les indices de présence de tels réseaux seront pris en compte au fur et à mesure, et toutes les étapes de terrassements dans les calcaires feront l'objet de précautions afin d'éviter ce dernier cas.

Le principe d'évitement sera privilégié dans tous les cas et le projet de parking adapté autant que nécessaire. L'adaptation du projet consistera à abandonner les places de parking concernées et l'adaptation du génie civil (réduction des surfaces de sous-sol).

Un protocole détaillé d'intervention sera défini à l'issue de la première phase d'investigations complémentaires (avant la phase de travaux).

2.2.3 Synthèse



Annexe 7 : bilan besoins/ressources en eau potable

1 Bilan besoins/ressources en eau potable

Lors de l'élaboration du PLUi ex-Calb, le bilan besoin/ressource réalisé et figurant dans le PLUi approuvé en annexe 5.2.1, prend en compte la projection d'urbanisation d'Aix les Bains, soit 2 % par an d'augmentation sur la période 2012-2030, soit 40000 habitants en 2030.

Les ressources Aix les Bains, faisant partie de l'Unité de Distribution « Lac Rive droite », viennent en complément des ressources des UDI du Pied du Revard et de la Meunaz.

Le bilan est donc globalisé à l'échelle de ces 3 UDI car liées entre elles.

La projection 2030, indique un bilan excédentaire à hauteur de 86 %, en comparant les ressources à l'étiage avec des consommations de pointe représentent 86 % de la ressource disponible.

Le projet prévoit l'accueil de 415 habitants. En comptant un besoin de 100 litres/jour/habitant, la consommation atteint 41,5 m³/jour. Ce résultat est à comparer aux 27 000 m³ disponibles de la ressource de l'UDI, et les 23 700 m³ de besoin en pointe en 2030.

De plus, les travaux réalisés début 2022 par le service des eaux, au niveau de la place Revelstoke, ont permis d'anticiper le projet d'aménagement de cette zone qui était connu. Les infrastructures d'eau potable sont suffisantes pour desservir ce projet.

2 Conclusion

Le projet des thermes comprenant des logements et d'autres activités ne remet pas en question le bilan excédentaire du PLUi.

Annexe 8 : fonctionnement des réseaux d'assainissement

1 SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

1.1 Saturation hydraulique réseaux eaux usées

A ce jour aucun problème de dimensionnement n'est identifié sur le réseau de transport situé entre le projet et la station d'épuration Centre. Seul l'ouvrage de traitement situé sur la commune d'Aix les Bains nécessite une information plus détaillée.

1.2 Saturation hydraulique station d'épuration Centre

La réalisation et la mise en service du bassin de stockage restitution des Biatres à la fin de l'été 2020 ont permis de réduire considérablement les volumes surversés au lac du Bourget avant traitement.

L'année 2021 étant la première année complète avec le bassin des Biatres en fonctionnement, celle-ci sera retenue comme référence.

Déversements par temps sec :

- Aucun déversement par temps sec n'a été observé en 2021.

Déversements par temps de pluie :

- Nombre de jours de surverses : 38
- Volumes entrant dans le bassin de stockage restitution : 544 490 m³
- Volumes renvoyés vers la station d'épuration : 375 261 m³
- Volumes surversés au milieu naturel : 169 229 m³
- Taux des volumes surversés au milieu naturel par le système d'assainissement : 3%

Le système d'assainissement respecte le taux de 5% de rejets de temps de pluie des volumes d'eaux usées produits par l'agglomération d'assainissement.

1.4 Saturation en charge station d'épuration Centre

Taux de saturation en charge DBO5 (capacité SPE 5400 kgDBO5/j) (base bilans règlementaires d'autosurveillance) :

Les données mesurées en entrée de station d'épuration sur les 3 dernières années sont les suivantes :

	2019	2020	2021	Moyenne
Charge entrée moyenne kg/j	2 977	3 231	3 099	3 102
Saturation	55%	60%	57%	57%
Charge entrée P95 kg/j	4 005	4 783	4 423	4 404
Saturation	74%	89%	82%	82%

Le taux de saturation en entrée de station d'épuration n'est pas atteint mais se rapproche du seuil de saturation de l'ouvrage.

Néanmoins, des dépassements ponctuels de l'arrêté de rejet préfectoral précisant les valeurs limites de rejets sont constatés principalement sur le paramètre NTK.

2 CONCLUSION POUR L'ASSAINISSEMENT

La tendance vers une saturation de la station d'épuration Centre est certaine mais la date de saturation et/ou de dysfonctionnement de l'ouvrage reste à appréhender.

Le service des eaux a engagé en 2021 une étude avec le bureau d'études Merlin afin d'une part d'établir un diagnostic complet de la station d'épuration Centre (génie civil, énergie, process, état de saturation, sécurité, fiabilité, etc.) et d'autre part de proposer des solutions techniques à court, moyen et long termes permettant de garantir la continuité de traitement des eaux usées sur le sud du territoire de Grand Lac. Les conclusions du diagnostic ont été remises au printemps 2022 et le bureau d'études travaille aujourd'hui à la production de solutions techniques (résultats attendus début 2023).

A noter que la prospective financière établit en 2022 sur la période 2022-2036 intègre le financement de travaux de redimensionnement sur les stations d'épuration Centre et Sud.