

# MEMOIRE TECHNIQUE

## Etude de faisabilité en géothermie Les Bordes

DEFINITION DES BESOINS ENERGETIQUES, ETUDE DE FAISABILITE GEOTHERMIE

juin-25



Mairie de les Bordes

34 rue de la Mairie

45 460 Les Bordes

**Léa ROUSSEAU**

P. 06.73.52.05.40

[lea.rousseau@bs-energies.com](mailto:lea.rousseau@bs-energies.com)



# SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	2
<b>CHAPITRE N°1 : LE CONTEXTE, VOS ENJEUX, NOS RÉPONSES</b> .....	<b>4</b>
1. PRÉAMBULE .....	5
1.1. Contexte .....	5
1.2. Périmètre de l'audit .....	5
2. NOTRE RÉPONSE .....	6
2.1. Présentation de références majeures.....	7
<b>CHAPITRE N°2 : NOS AVANTAGES POUR VOTRE PROJET</b> .....	<b>10</b>
1. PRÉSENTATION DE BSE .....	11
1.1. Notre société .....	11
1.2. Nos qualifications .....	13
2. NOS RESSOURCES (MOYENS MATÉRIELS) .....	14
2.1. Logiciels .....	14
2.2. Outillage spécifique & appareils de mesures.....	14
2.3. Outil de suivi de projets .....	15
3. COMMUNICATION / SÉCURITÉ DES DONNÉES .....	16
3.1. Politique de protection des données (RGPD).....	16
3.2. Résumé de la politique de sécurité du système d'information .....	18
<b>CHAPITRE N°3 : MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE D'INTERVENTION</b> .....	<b>19</b>
1. VOLET 1 : ÉTUDE THERMIQUE ET ACTIONS SUR LE BÂTI _	20
1.1. Préparation de la mission .....	21
1.2. Visite et état des lieux .....	21
1.3. Bilan & préconisations d'améliorations .....	22
1.4. Proposition d'un programme d'améliorations .....	23



2. VOLETS 2 ET 3 : ÉTUDE DE FAISABILITÉ GÉOTHERMIE, SYNTHÈSE & CONCLUSION .....	24
2.1. Généralités .....	24
2.2. Les étapes du projet .....	25
<b>CHAPITRE N°4 : PLANNING</b> .....	<b>31</b>
1. PLANNING .....	32
ANNEXES .....	33
<b>ANNEXE 1 – CV DEDIES AU PROJET</b> .....	<b>34</b>
1.1. CV .....	34



# CHAPITRE N°1 : LE CONTEXTE, VOS ENJEUX, NOS RÉPONSES

# 1. PRÉAMBULE

## 1.1. CONTEXTE

La commune de Les Bordes souhaite remplacer son système de chauffage par une énergie renouvelable qui est la géothermie. Afin de confirmer la faisabilité technique, la commune souhaite une étude de faisabilité qui se déroulera en 3 volets :

- Etude thermique et actions sur le bâti :
  - o Cette étude permettra de proposer des scénarios de rénovation des bâtiments afin d'optimiser leurs performances énergétiques. L'étude thermique sera conforme aux cahiers des charges Energetis Collectivité Bâtiment.
- Etude de faisabilité de chauffage en géothermie :
  - o Après avoir identifié les besoins requis avec une étude thermique, nous dimensionnons la puissance de la solution géothermique.
- Synthèse et conclusion
  - o Présentation des résultats des études thermique et géothermique

## 1.2. PERIMETRE DE L'AUDIT

Le périmètre de l'étude concerne la salle des fêtes de 958 m<sup>2</sup> et le gymnase de 2 192m<sup>2</sup>.



## 2. NOTRE RÉPONSE

Afin de répondre aux attentes du marché, nous avons constitué un Groupement combinant les compétences en hydrogéologie d'**Hydrogéologues Conseil (HGC)** et celles en performances énergétique et environnementale de **Building Systems Energies (BSE)**.

**BSE** dispose de la qualification **2013 Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique - mention RGE** sous le numéro 13 12 2644.

**HGC** dispose quant à lui de la qualification **1007 - Etude des ressources géothermiques** sous le numéro 16 04 3232.

Nos structures sont habituées à collaborer depuis plusieurs années sur des projets publics ou privés en géothermie (études de faisabilité mais également Maitrise d'Œuvre). Nous comptons à ce jour plus de 50 dossiers réalisés conjointement pour des Clients variés (Collectivité, Industriels, Tertiaires, Copropriétés, etc.).

Pour votre projet, une simulation nappe et sondes seront réalisées. En effet, notre hydrogéologue nous fait part que la solution sur nappe serait plus complexe à mettre en œuvre. Le niveau de la nappe des calcaires de Beauce se situe en dessous du niveau du terrain (nappe sèche), ce qui la rend non exploitable dans ce contexte. En dessous de cette nappe se trouve des terrains argileux et marneux jusqu'à 82 m de profondeur. Quant à la nappe de la craie, elle débute vers 97m de profondeur mais elle est réservée à l'alimentation en eau potable. Elle pourrait toutefois être exploitée en géothermie sur certaines conditions. La solution sur sondes pourrait ainsi être intéressante d'un point de vue technico-économique.

## 2.1. PRESENTATION DE REFERENCES MAJEURES

Notre retour d'expérience sur des prestations similaires et/ou complémentaires réalisées depuis 2008 nous permet de garantir notre capacité à vous accompagner. Nous présentons ici quelques références notables.

### → Commune de Loury

La commune de Loury s'est engagée dans une démarche de transition énergétique, avec pour objectifs la rénovation énergétique de plusieurs bâtiments communaux et l'installation d'un système de chauffage géothermique pour plusieurs bâtiments. Pour répondre à ces besoins, nous avons dans un premier temps réalisé un audit énergétique conforme au cahier des charges ENERGETIS. Cette étude a porté sur 9 bâtiments communaux, représentant une superficie totale de 5 022m<sup>2</sup>.

Notre prestation s'est déroulée de la manière suivante :

- une visite technique sur site,
- la modélisation thermique des bâtiments (STD),
- l'analyse détaillée des consommations et contrats,
- la création d'un plan d'action détaillé visant à réduire leurs besoins énergétiques et à atteindre les objectifs du Décret Tertiaire

Nous avons identifié différents scénarios de travaux pour les différents bâtiments intégrant plusieurs solutions chiffrées : isolation des murs, des rampants et des combles, remplacement des menuiseries, l'installation d'une ventilation simple flux.

Ces travaux identifiés permettaient à la commune de :

- Baisser de 53% ses besoins en énergie
- Réduire ses factures énergétiques de 40%
- Diminuer ses émissions de gaz à effet de serre de 46%
- Améliorer les étiquettes énergétiques des bâtiments, passant de E ou F à C et B

Une fois les besoins énergétiques définis, nous avons dimensionné une solution de chauffage par géothermie. Nous avons identifié la géothermie par sondes comme la plus adaptée pour la commune, avec la mise en place de 32 sondes de 108m et un réseau de chaleur alimentant l'ensemble des bâtiments.

Les travaux de rénovations énergétiques couplés à l'installation de la géothermie permettraient à la commune de :

- Atteindre un gain énergétique global de 64%
- Réduire ses factures énergétiques de 63% soit une économie annuelle de 37 000 €
- Diminuer son empreinte carbone de 90%



- Atteindre une étiquette énergétique B et une étiquette climat de A pour la majorité des bâtiments.

À l'issue de cette étude, la commune dispose désormais d'un schéma directeur énergétique, lui offrant une vision claire des investissements à réaliser, des subventions mobilisables, ainsi que du temps de retour sur investissement et des gains potentiels.

Actuellement, la commune est en en train de réaliser les travaux de rénovation énergétique et prévoit par la suite l'installation du système géothermique.

### → Commune de Boismorand

Nous avons accompagné la commune de Boismorand dans la réduction de ses coûts énergétiques sur un ensemble de 7 bâtiments :

- Restaurant de 390 m<sup>2</sup>
- Maison du fontenier de 85 m<sup>2</sup>
- Mairie de 345 m<sup>2</sup>
- Logement de 80 m<sup>2</sup>
- Salle polyvalente de 260 m<sup>2</sup>
- Ecole maternelle et cantine de 340 m<sup>2</sup>
- Ecole élémentaire et vestiaire de foot de 300m<sup>2</sup>

Une étude de faisabilité géothermique, intégrant une étude thermique conforme au cahier des charges ENERGETIS, nous a permis d'identifier les travaux nécessaires pour optimiser la performance énergétique. A l'issue de cette étude, les besoins énergétiques ont pu être réduits de 147 kW à 116 kW, soit un gain de 21 %. Sur la base de cette analyse, le projet a été structuré en 2 pôles afin de faciliter la mise en œuvre des systèmes géothermiques. Parmi les 7 bâtiments étudiés, 4 bâtiments ont été intégrés à un système de chauffage par géothermie, les deux pôles regroupent chacun 2 bâtiments. Le pôle 1 comprend la mairie et la salle polyvalente, tandis que le pôle 2 regroupe l'école élémentaire et l'école maternelle.

L'étude a également permis de dimensionner la puissance géothermique nécessaire pour chaque pôle. Ainsi, le pôle 1 sera alimenté par 2 sondes de 160m chacune et le pôle 2 de 6 sondes de 125 m chacune.

A l'issue de ces études, nous avons accompagné la commune en maîtrise d'œuvre pour la rénovation énergétique des bâtiments et l'installation des systèmes géothermique. La géothermie du pôle 2 est en actuellement en service, tandis que celui du pôle 1 est en cours de réalisation. Tous les bâtiments ont par ailleurs bénéficié de travaux de rénovation énergétique.

Grâce à la mise en service de la géothermie du pôle 2, la commune réduit ses émissions de gaz à effet de serre de 40 TeqCO<sub>2</sub>/an, économise 12K€ /an et réalise 30% d'économies d'énergie/an.



## → Commune de Meung sur Loire

Dans le cadre de son engagement en faveur de la transition énergétique, la commune de Meung sur Loire souhaitait améliorer la performance énergétique de son école primaire de 1 459 m<sup>2</sup>. Pour répondre à cet objectif, nous avons mené une étude thermique conforme au cahier des charges ENERGETIS. Nous avons d'abord proposé des actions sur l'enveloppe du bâtiment : isolation des murs et des plafonds, remplacement des menuiseries, installation d'un éclairage LED et mise en place d'une VMC simple flux.

En parallèle, nous avons étudié différentes solutions d'intégration des énergies renouvelables, notamment la géothermie et la biomasse. Après l'analyse, la géothermie s'est révélée être la solution la plus avantageuse pour la commune.

Afin de confirmer la faisabilité du projet, nous avons réalisé une faisabilité géothermie, permettant d'identifier la géothermie sur nappe comme la solution optimale. Avec une installation d'un débit de 12m<sup>3</sup>/h alimentant une pompe à chaleur de 80kw, le bâtiment passera d'une étiquette énergétique de C à B et d'une étiquette de climat de C à A. En combinant avec les travaux sur l'enveloppe du bâtiment, elle permettrait de réduire de 60% la facture énergétique, de réduire de 82% leur consommation d'énergie et de 92 % leur émissions de gaz à effet de serre.

Actuellement, les travaux sur l'enveloppe du bâtiment et de la géothermie sont en cours de réalisation.



## CHAPITRE N°2 : NOS AVANTAGES POUR VOTRE PROJET

# 1. PRÉSENTATION DE BSE

## 1.1. NOTRE SOCIÉTÉ

Créé en 2008 au sein du pôle Energies Service du Groupe Hervé, BSE est un bureau d'études spécialisé dans la performance énergétique et environnementale des bâtiments. Nous intervenons dans les domaines du Tertiaire, des Collectivités, de l'Industrie mais également des Copropriétés, pour des Clients mono-site et multisites.

Pour permettre à ses clients d'obtenir des réponses claires à leurs attentes, BSE met à disposition tout son savoir-faire grâce à son équipe expérimentée s'appuyant sur des connaissances solides des problématiques du bâtiment, de ses installations et des dernières innovations en matière de développement durable.

BSE est implanté en France avec désormais 8 agences réparties sur le territoire métropolitain. L'entreprise est constituée d'une trentaine de chefs de projets au compétences transverses pour vous accompagner dans vos projets.

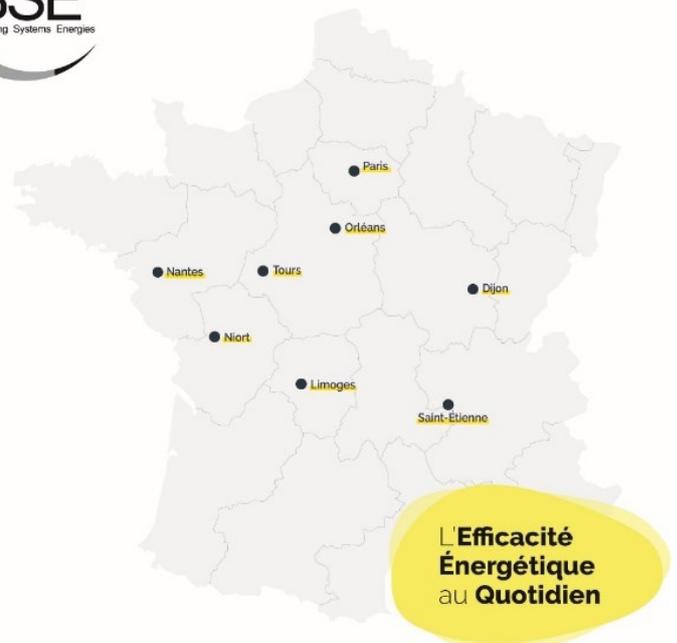
BSE s'engage également à fournir à ses clients une garantie de résultat sur le long terme en les accompagnant tout au long de leurs projets de rénovation énergétique : du diagnostic au suivi de travaux et d'exploitation.

BSE dispose de 4 briques principales de prestations :

- Conseil / Etudes / Ingénierie
- Monitoring Énergétique
- AMO / Moe
- Formation / Sensibilisation=



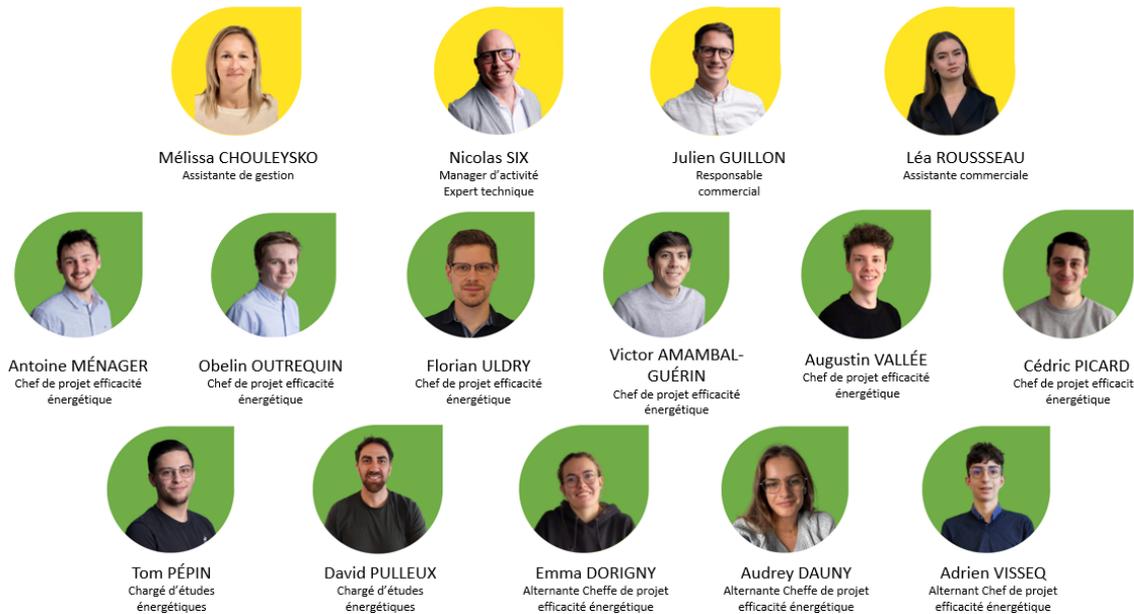
nos implantations



### 1.1.1. ORGANISATION DEDIEE AU PROJET

Pour vous accompagner sur votre projet, l'agence **d'Orléans** mobilisera son équipe, aux compétences transverses, pour vous accompagner dans le déploiement de votre projet :

#### Agence d'Orléans



Nous avons désigné Monsieur Tom PEPIN comme intervenant principal pour votre projet. En cas de surcharge ou de situation exceptionnelle, Monsieur AMAMBAL Victor a été identifié comme suppléant, afin de garantir la continuité de la prestation.

Tom PÉPIN, a accompagné plus d'une trentaine de collectivités dans la réalisation d'études énergétiques notamment les études ECB, l'optimisation de la performance énergétique des bâtiments et l'obtention des subventions. Il accompagne également les collectivités et entreprises dans l'intégration des énergies renouvelables telle que la géothermie.

Son expertise lui permet de proposer des solutions adaptées pour améliorer la performance énergétique et maîtriser les coûts. Son approche permet aux clients de définir une stratégie d'investissement cohérente en faveur d'une transition énergétique durable.





Victor AMAMBAL, détiens plusieurs années d'expérience dans l'accompagnement des collectivités et entreprises dans la concrétisation de leurs projets énergétiques. Il a réalisé plus d'une vingtaine d'études de faisabilité géothermie, notamment celles de Meung sur Loire et Vieilles Maisons sur Joudry, qui ont abouti à la phase de travaux.

Il accompagne également les collectivités en tant que maître d'œuvre, assurant un suivi complet des projets, de l'étude initiale jusqu'à la réalisation des travaux. Il a notamment piloté des missions pour les communes de Vieilles maisons sur Joudry et Jeu les bois, où il a réalisé les études et la mise en œuvre des travaux sur les bâtiments et les installations géothermiques.

## 1.2. NOS QUALIFICATIONS

- Certification OPQIBI sous le numéro 13 12 2644 sur les thématiques suivantes
  - Performance énergétique
    - 1911 Audit énergétique "maisons individuelles" - mention RGE*
    - 1905 Audit énergétique des bâtiments (tertiaires et/ou habitations collectives) - mention RGE*
    - 1717 Audit énergétique dans l'industrie*
    - 0607 Audit énergétique et CO2 des activités de transport de marchandises et/ou de personnes*
  - Energies renouvelables
    - 2013 Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique - mention RGE*
    - 2008 Ingénierie des installations de production utilisant la biomasse en combustion - mention R.G.E*
    - 2011 Étude d'installations de production utilisant l'énergie solaire photovoltaïque*
  - Génie climatique
    - 1312 Étude d'installations courantes de chauffage et de VMC*
    - 1322 Maîtrise d'œuvre en génie climatique courant*
  - Effets de serre et changements climatiques
    - 0605 Bilan et établissement d'un plan de préconisations de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)*
- Bilan carbone®
- Référent HQE Bâtiment Durable
- Bâtiment Passif
- Certification Professionnelle de Mesure et Vérification CMVP
- Diagnostic de performance énergétique (DPE)



## 2. NOS RESSOURCES (MOYENS MATÉRIELS)

Pour réaliser au mieux ses projets, BSE s'aide de nombreux outils techniques. Notre entreprise vous propose également une plateforme afin de vous permettre de voir l'évolution de votre projet et retrouver toutes les informations nécessaires.

### 2.1. LOGICIELS

BSE s'engage à utiliser des logiciels performants qui accompagnent au mieux votre projet :

→ **Logiciel Pléiade COMFIE** : Modules RE2020 / RT 2012 / ACV / SED / STD Simulation thermique dynamique / DPE – permet à partir des scénarios d'occupation et de l'orientation du bâtiment d'apporter des éléments d'aide à la décision sur les façades, les baies vitrées, les modes de production d'énergie, les débits d'air, les régulations.

→ **AutoCAD® et Revit®** : Permet l'exécution en 3D des dessins architecturaux et des réseaux techniques, la création de maquette numérique

BSE dispose aussi d'outils internes, via Excel principalement, permettant de traiter les données issues des modélisations et calculs thermiques pour les intégrer à nos rapports d'études de manière synthétique et exploitable par le donneur d'ordre.

### 2.2. OUTILLAGE SPECIFIQUE & APPAREILS DE MESURES

Notre équipe utilise également des appareils de mesures qui servent à l'analyse de votre consommation et à la mise en place de nos recommandations :

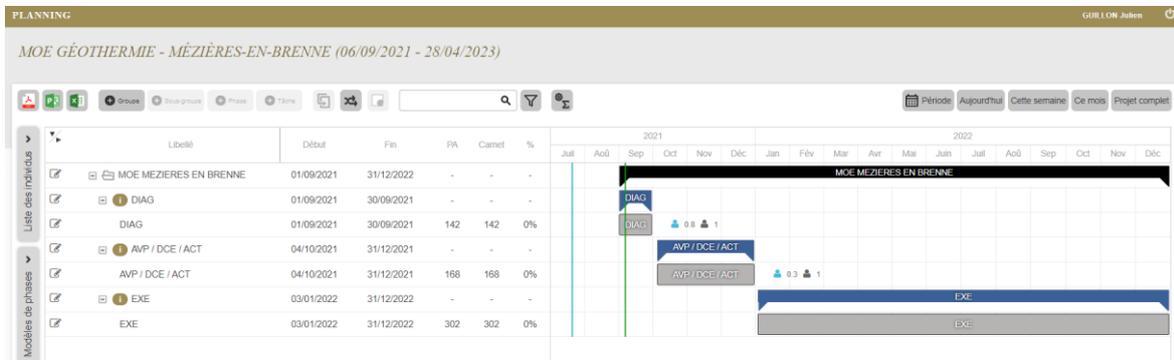
- **Caméra thermique** : cet outil est utile en période hivernale pour évaluer la qualité d'isolation d'un bâtiment, localiser d'éventuelles fuites thermiques mais aussi identifier des pathologies (humidité, etc.).
- **Mallette de combustion** : mesure de rendements de combustion de chaudières fioul, gaz, bois, etc.
- **Mallette de ventilation, anémomètre à fil chaud et à hélices, enregistreur de températures et d'hygrométrie, thermomètre à thermocouple** : détermination des températures d'air dans les espaces occupés, des conditions hygrothermiques, évaluation du confort, etc. Mesures électriques et analyseur de puissance, enregistrements électriques
- **Mesures électriques et analyseur de puissance, enregistrements électriques** : mesures ponctuelles ou sur plusieurs semaines selon le contexte et les problématiques du site (surconsommation d'origine inconnue ou incertitude sur la présence d'un réducteur sur une CTA par exemple).

- **Mètre laser** : prise de côtes, fiabilisation des relevés, vérification de l'encombrement pour la mise en place d'une EnR éventuelle, d'une nouvelle centrale de traitement d'air, etc.

## 2.3. OUTIL DE SUIVI DE PROJETS

### 2.3.1. PLANNING PROJET

Nos outils de gestion de projet internes nous permettent de tenir à jour un planning de Gantt permettant de visualiser la programmation d'un projet décomposé en différents groupes, sous-groupes et phases. Une vision globale est ainsi rendue possible et des exports PDF peuvent être générés directement depuis l'outil.



Vue Planning Projet

Agence : BUILDING SYSTEMS ENERGIES - BSE Denis Papin 37300 JOUE LES TOURS  
 Projet : MOE Géothermie - Mézières-en-Brenne  
 Date édition : 19/07/2021, 16:55:22



Export PDF Planning Projet

## 3. COMMUNICATION / SÉCURITÉ DES DONNÉES

### 3.1. POLITIQUE DE PROTECTION DES DONNEES (RGPD)

#### 3.1.1. DONNEES COLLECTEES

BSE veille à ne collecter et ne traiter que des données strictement nécessaires au regard de la finalité pour laquelle elles sont traitées (minimisation des données). Il s'agit essentiellement des noms, prénoms, numéros de téléphone professionnels, fonction, des interlocuteurs avec lesquels elle interagit.

BSE s'engage à respecter la réglementation applicable à l'ensemble des traitements de données personnelles qu'elle met en œuvre. Plus particulièrement, BSE s'engage notamment à respecter les principes suivants :

- Vos données personnelles sont traitées de manière licite, loyale et transparente (licéité, loyauté, transparence) ;
- Vos données personnelles sont collectées pour des finalités déterminées, explicites et légitimes, et ne sont pas traitées ultérieurement d'une manière incompatible avec ces finalités (limitation des finalités) ;
- Vos données personnelles sont conservées de manière adéquate, pertinente et sont limitées à ce qui est nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées (minimisation des données) ;
- Vos données personnelles sont exactes, tenues à jour et toutes les mesures raisonnables sont prises pour que les données inexactes, eu égard aux finalités pour lesquelles elles sont traitées, soient effacées ou rectifiées sans tarder (exactitude).

Vos données peuvent être communiquées aux collaborateurs des services internes de BSE prise en son siège social ou ses agences. BSE ne partage vos données personnelles qu'avec des tiers auxquels elle fait confiance. Il s'agit des :

- Filiales du Groupe Hervé auquel appartient BSE ;
- Fournisseurs de services : BSE partage vos données personnelles avec ses fournisseurs de services dans la mesure où cela est pertinent, comme pour signer électroniquement des documents, pour enquêter sur des faits de fraude et les prévenir, optimiser nos services ou analyser des données ;
- Autorités : BSE partage vos données personnelles avec les autorités dans la seule mesure requise, comme avec les autorités de surveillance, les tribunaux et les organismes publics, et lorsque cela est nécessaire pour pouvoir nous conformer à une obligation légale ou afin de permettre la poursuite d'infractions pénales et d'actes de fraude.



### **3.1.2. COMBIEN DE TEMPS VOS DONNEES SONT-ELLES CONSERVEES ?**

BSE s'engage à conserver vos données personnelles pour une durée n'excédant pas celle nécessaire aux finalités pour lesquelles elles sont traitées. De plus, BSE conserve vos données personnelles conformément aux durées de conservation imposées par les lois applicables en vigueur.

### **3.1.3. SECURITE CONFIDENTIALITE / SECURITE DES DONNEES**

BSE met en œuvre toutes les mesures techniques et organisationnelles utiles, au regard de la nature, de la portée et du contexte des données personnelles que vous nous communiquez et des risques présentés par leur traitement, pour préserver la sécurité de vos données personnelles et, notamment, empêcher toute destruction, perte, altération, divulgation, intrusion ou accès non autorisé à ces données, de manière accidentelle ou illicite.

Une Politique de Sécurité du Système d'Information (PSSI) est mise en œuvre, adaptée à la nature des données traitées et aux activités de l'entreprise.

Des mesures de sécurité physiques, logiques et organisationnelles appropriées sont prévues pour garantir la confidentialité des données, et notamment éviter tout accès non autorisé.

La sécurité et la confidentialité des données personnelles reposent sur les bonnes pratiques de chacun. C'est la raison pour laquelle nous vous invitons à ne pas communiquer vos mots de passe à des tiers, à vous déconnecter systématiquement de votre profil et de votre compte social (notamment en cas de comptes liés) et à fermer la fenêtre de votre navigateur à l'issue de votre session, particulièrement si vous accédez à internet depuis un poste informatique partagé avec d'autres personnes. Vous éviterez ainsi que d'autres utilisateurs accèdent à vos informations personnelles.

BSE met en œuvre les mesures techniques et organisationnelles appropriées afin de garantir un niveau de sécurité adapté au risque inhérent à ses opérations de traitement, répondre aux exigences réglementaires et protéger les droits et les données des personnes concernées dès la conception des opérations de traitement.

Enfin, BSE s'engage à respecter tout autre principe s'imposant au regard de la réglementation applicable en matière de protection des données personnelles, et plus précisément concernant les droits conférés aux personnes concernées, les durées de conservation des données personnelles ainsi que les obligations relatives aux transferts transfrontaliers de données personnelles.



### 3.1.4. COMMENT EXERCER VOS DROITS ?

Conformément aux dispositions des articles 38 à 40 de la Loi Informatique et Libertés, vous disposez d'un droit général d'accès, et de rectification, d'opposition, de portabilité, d'effacement des données qui vous concernent et sont traitées par BSE.

Vous pouvez l'exercer en adressant votre demande par courriel ou par courrier en précisant votre demande et en joignant un justificatif d'identité.

#### Par courrier

BSE  
A l'attention du DPO  
14, rue Denis Papin  
37300 JOUE LES TOURS

#### Par mail

[rgpd@bs-energies.com](mailto:rgpd@bs-energies.com)

## 3.2. RESUME DE LA POLITIQUE DE SECURITE DU SYSTEME D'INFORMATION

Les services informatiques du Groupe Hervé ont établi un résumé de la politique de sécurité du système d'information de l'entreprise. Ce document peut être transmis à la demande, il aborde les thématiques suivantes :

- Cryptage des flux :
- VPN / Connexion Réseau / Compte
- Politique et gestion des Sauvegardes
- Sécurisation du Réseau
- Gestion du décommissionnement
- Accessibilité physique des locaux
- Gestion des mises à jour et des failles de sécurité



## CHAPITRE N°3 :

# MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE D'INTERVENTION

# 1. VOLET 1 : ÉTUDE THERMIQUE ET ACTIONS SUR LE BÂTI

La réalisation de notre mission sur le Volet 1 se déroulera suivant le Cahier des Charges Energétis Collectivités. Nous nous appuyons également sur le schéma suivant et les normes NF EN 16247 en matière d'audit garantissant une qualité de prestation tout en respectant vos attentes.



L'étude Energétis Collectivité comporte notamment :

- L'étude thermique des bâtiments (situation actuelle)
- Les actions de réductions des besoins énergétiques
- La définition d'une situation de référence (sur énergie fossile)

## 1.1. PREPARATION DE LA MISSION

Elle consiste à récolter les informations & documents servant de base à l'étude :

- Plans des bâtiments (masse, niveaux, élévation...),
- Planning d'occupation des bâtiments et zone de travail,
- Factures énergétiques sur au moins trois années,
- Contrat de maintenance et d'exploitation,
- Contrôles réglementaires (analyses de combustion, contrôles électriques...)
- Tout document permettant d'identifier les travaux/actions énergétiques déjà menés, ou à venir, sur le patrimoine (D.O.E, factures, devis...),
- Plans des systèmes énergétiques (réseau chauffage, air comprimé, etc.)
- Schémas électriques des bâtiments
- Les études déjà réalisées sur les bâtiments et les systèmes
- Effectifs du site, des zones de travail
- Nature des activités
- Liste des équipements présents (bureautique, éclairage, distributeurs de boissons, etc.)

## 1.2. VISITE ET ETAT DES LIEUX

La phase initiale du diagnostic, le relevé (examen et description des locaux, entretien avec le maître d'ouvrage) représente une **partie fondamentale de la mission**. La qualité des relevés, l'analyse rigoureuse des informations saisies, la pertinence des observations, la recherche des possibilités d'interventions et de maintenance, déterminent la justesse des solutions proposées.

Les visites sur sites permettent de réaliser un inventaire complet des installations et de l'enveloppe afin d'évaluer la qualité de l'exploitation, le respect des engagements contractuels, le respect des enjeux réglementaires et les travaux à envisager et les remises en état nécessaires. Nous prendrons en compte les contraintes liées à l'activité pour ne pas perturber l'activité sur site. Les relevés pourront être réalisés sur les heures d'ouverture sans porter atteinte à la bonne exploitation du site. Le fait d'intervenir pendant l'occupation du bâtiment permettra justement de mieux appréhender certaines pratiques de l'exploitant et des utilisateurs.

Cette étape consiste à relever sur site les éléments qui nous permettront de réaliser l'étude, ainsi qu'à prendre des photos qui nous permettront d'illustrer et d'explicitier le contenu de notre rapport.

Le Maître d'Ouvrage mettra à disposition de BSE une personne référente accompagnant l'auditeur lors la visite. La présence de cette personne est importante, elle permet de bien identifier le fonctionnement des installations et les problématiques rencontrées.

Des observations exhaustives sur l'état des composants et équipements seront proposées. Elles seront ensuite synthétisées sur la base du barème suivant :

- Etats techniques : vétuste / état moyen / bon état

- Etat énergétiques : très peu efficace / moyennement efficace / performant

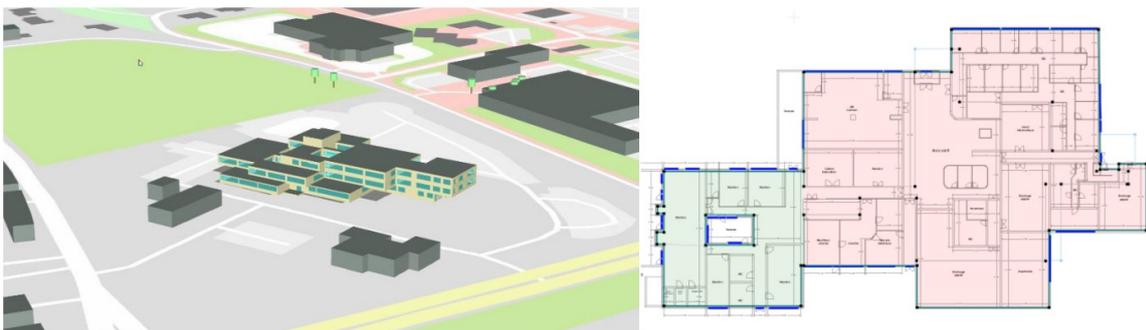
Lors de l'état des lieux, il est également prévu d'analyser les consommations énergétiques actuelles avec le protocole suivant :

- Analyse des consommations énergies et fluides : vos consommations seront analysées de manière précise. Un réajustement des consommations en combustible chauffage sera fait en fonction de la rigueur climatique de référence de la zone climatique correspondante.
- Ces consommations seront dites de « référence » et permettront de calibrer un modèle numérique théorique de l'état existant (modélisé par Simulation Thermique Dynamique)
- Pour les usages électriques dont les consommations ne seraient pas connues, des estimations seront faites en fonction des éléments disponibles (suite aux mesures réalisées, aux caractéristiques des équipements, par ratio...).

### 1.3. BILAN & PRECONISATIONS D'AMELIORATIONS

Avec l'ensemble des données collectées (ressource documentaire, visite de caractérisation et campagnes de mesures) et synthétisées lors de la phase d'état des lieux, il est possible de bâtir le modèle thermique du site. Nous modéliserons par STD (Simulation Thermique Dynamique) et également selon la méthode de calcul TH-C-E-ex (calcul réglementaire), notre logiciel de simulation, Pléiades+COMFIE, permettant de réaliser simplement les deux calculs à partir d'un même modèle.

La simulation dynamique est un outil essentiel pour tout projet de réhabilitation d'un bâtiment. A ce titre, nous disposons d'un logiciel adapté, Pléiades+COMFIE, permettant par ailleurs l'édition de notes de calcul détaillées qui seront fournies en Annexe du rapport d'étude.



Exemple de modélisation thermique (STD)

Pour donner suite à ce travail de compilation, d'analyse et de simulation, un **premier bilan** sera élaboré. Des **solutions techniques quantifiées et chiffrées** seront donc proposées pour réduire ces consommations, améliorer le confort et optimiser le coût énergétique de fonctionnement

Chacune des préconisations sera présentée sous la forme d'une fiche détaillée présentant :

- Un descriptif des travaux,



- Un descriptif des contraintes spécifiques,
- Les performances thermiques conseillées pour les équipements et matériaux,
- Une fourchette d'investissement,
- Les gains énergétiques, environnementaux, et financiers,
- Les temps de retour sur investissement,
- Le montant de Certificats d'Economie d'Energie

## 1.4. PROPOSITION D'UN PROGRAMME D'AMELIORATIONS

Les préconisations issues de la phase précédente sont ensuite regroupées en programme de travaux cohérents pour permettre d'avoir une meilleure visibilité de l'impact des travaux proposés.

Les scénarios de travaux proposés permettent de réduire le besoin thermique avant installation de la géothermie et sont définis selon les critères d'éligibilités de subventions :

- o CRST
- o ADEME
- o COT ENR
- o FEDER
- o FONDS VERT

Les programmes sont présentés dans un tableau de synthèse rappelant les différentes préconisations (investissement, gain énergétique et environnemental, gain et bilan financier, TRI, aides et subventions, durée des travaux et délai nécessaire à la mise en place des actions).

## 2. VOLETS 2 ET 3 : ÉTUDE DE FAISABILITÉ GÉOTHERMIE, SYNTHÈSE & CONCLUSION

### 2.1. GENERALITES

Cette mission est réalisée en lien avec l'hydrogéologue (**qualifié 1007 - Etude des ressources géothermiques**),

Elle a pour objectif d'étudier la faisabilité technique et économique de la mise en place d'une solution géothermique pour le chauffage des locaux :

- Analyse & synthèse des données d'entrées
- Etude typologique du projet
- Etude du contexte environnemental (volet hydrogéologique & géologique) et définition du potentiel géothermique (coupe géologique, débit, ...)
- Inventaire réglementaire
- Pertinence d'une solution géothermique
- Dimensionnement des solutions énergétiques
- Estimations des coûts d'investissement
- Projet de planning de l'opération
- Estimation des aides valorisables (ADEME, etc.)
- Etude technico-économique comparative consiste à comparer une solution de référence par rapport à la solution de géothermie arrêtée. Cette étude permet de comparer les 2 solutions techniquement, énergétiquement (économies de kWh/an), environnementalement (économies de TEP et de GES) et financièrement (coûts d'exploitation des auxiliaires, coûts de maintenance des dispositifs, coût de renouvellement, TRI, CGA)

## 2.2. LES ETAPES DU PROJET

### 2.2.1. 1ERE ETAPE : L'ESTIMATION ET REDUCTION DES BESOINS ENERGETIQUES

Si les besoins énergétiques du bâtiments (chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire) ne sont pas connus, ils devront être identifiés via la pose de compteur d'énergie ou être estimés par simulation thermique dynamique (logiciel PLEIADES, ou CLIMAWIN). Cette simulation thermique nécessite de saisir dans le logiciel un nombre important de données, notamment :

- Les caractéristiques dimensionnelles et énergétiques des bâtiments (composition, orientation, dimension...).
- Les caractéristiques énergétiques des équipements de production de chaleur ou de froid (type, rendement, puissance, pertes à l'arrêt, auxiliaires, la régulation...), ainsi que de toute la chaîne de distribution (pertes en lignes, régulation, auxiliaires...) et d'émission (type, régime de température, variation spatiale, temporelle, régulation terminale).
- Les caractéristiques de l'environnement extérieur du site (situation géographiques, masques lointains ou proches...).
- Les caractéristiques d'occupation et d'utilisation des bâtiments (consignes de chauffage, périodes d'inoccupation, apports thermiques internes, aération, puisages d'eau chaude...)

Ces informations sont relevées sur site par nos soins, et/ou transmises par le Client (plans, D.O.E., caractéristiques d'utilisation et d'occupation...)

Le modèle thermique ainsi obtenu est comparé aux consommations énergétiques réelles. Des réajustements sont réalisés si besoin pour coller au plus près des consommations réelles.

La Simulation Thermique Dynamique du bâtiment réalisée au préalable va permettre d'obtenir les besoins horaires et pouvoir optimiser l'installation en lien avec l'hydrogéologue. Cette modélisation permettra également de conforter le choix des puissances.

Une fois le modèle thermique validé, nous proposons des actions de réduction des besoins énergétiques, notamment en ce qui concerne l'isolation thermique de paroi non isolée, ou le remplacement des menuiseries équipées de simple vitrage. La question de la ventilation est également abordée si le bâtiment en est dépourvu ou si celle-ci est inadaptée.

## 2.2.2.2EME ETAPE : BIBLIOGRAPHIE / POTENTIEL GEOtherMIQUE

Cette étape bibliographie se décompose en 2 temps. Elle est réalisée par l'hydrogéologue (qualifié 1007 - Etude des ressources géothermiques),

- Acquisition de données,
- Analyse du contexte géologique, hydrogéologique, environnemental et réglementaire,

Elle consiste à vérifier les potentialités au droit du site à partir des bases de données existantes et répond au cahier des charges de l'ADEME en matière d'étude de faisabilité subventionnée. Elle aborde les points suivants :

- Validation de l'existence du potentiel au droit du site,
- Description sommaire de la nature des couches et sur la profondeur requise pour disposer du débit ou du potentiel géothermique
- Estimation de débit possible pour chaque nappe en présence (un maximum et un minimum),
- Estimation de la perméabilité des terrains ou de leur puissance d'extraction calorifique
- Précision sur le choix de la nappe utilisée, évaluation de la possibilité d'une réinjection,
- Évaluation du nombre de forages,
- Caractérisation hydrogéologique : à partir de profils de consommations indiqués par le bureau d'études fluides :
  - Capacité de la nappe à assurer le(s) débit(s) instantané(s) maxi de puisage,
  - Capacité de la nappe à accepter le(s) débit(s) instantané(s) de rejet,
  - Dans ce cas, évaluation de la remontée de nappe,
  - Précisions sur la pérennité de la ressource.
- Informations générales sur la qualité de l'eau utilisée en fonction du contexte local connu (estimation de l'agressivité et de la corrosion des eaux),
- Précisions sur les positions des forages, leurs profondeurs et caractéristiques techniques, "enveloppe budgétaire" du ou des ouvrages,
- Définition du contexte administratif/réglementaire (code minier, SDAGE, SAGE, protection des captages, risques, ...)
- Commentaires, préconisations, recommandations.

Les études déjà existantes (estimation des besoins énergétiques, études géotechniques, ...) au droit du projet seront fournies par le client afin d'être analysées.

## 2.2.3.3EME ETAPE : PERTINENCE DE LA GEOTHERMIE PAR PAC - DIMENSIONNEMENT DES SYSTEMES

Les points suivants sont traités dans cette partie :

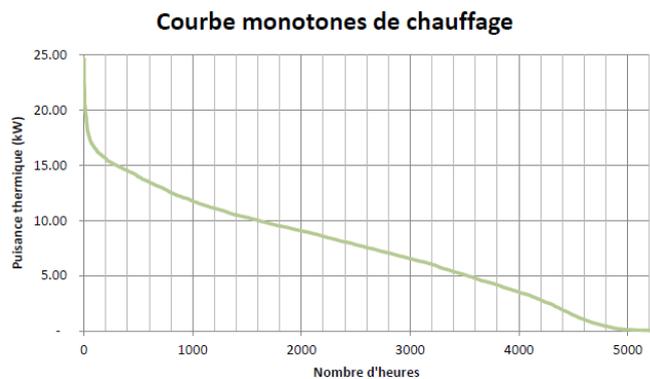
- Configuration générale de la boucle géothermale (NAPPE avec logiciel EED),
- Type de réseau.
- Dimensionnement en puissance (pleine et partielle) et durée de fonctionnement à pleine puissance.
- Calcul de l'énergie annuelle produite et de la durée équivalent pleine puissance (vérification du seuil des 1000 h/an)
- Températures d'émission (pleine et partielle puissance)
- Génie civil : description des différents travaux nécessaires à la réalisation de la chaufferie (s'il y a lieu) et du matériel à installer, dont appoint (s'il y a lieu),
- Implantation de l'installation : plan incluant les bâtiments à chauffer, la chaufferie, et le réseau de chaleur avec position de la ou des pompe(s) à chaleur ainsi que du ou des "bypass géocooling"

La simulation thermique permet d'estimer la puissance thermique  $P_u$  (kW) et les besoins énergétiques annuels en sortie de production (kWh/an).

En fonction de la puissance et de l'énergie, il est alors possible de préconiser un dimensionnement à pleine puissance ou à puissance partielle avec un éventuel appoint. Dans les deux cas, un appoint permettra d'atteindre 120% de  $P_u$ .

La durée équivalente pleine puissance est également calculée. Elle doit être supérieure à 1 000 heures/an.

La compatibilité des émetteurs existants avec un régime basse température est étudiée le cas échéant.



Les besoins énergétiques annuels et horaires, ainsi que le besoin en débit nominal côté nappe le cas échéant sont transmis à l'hydrogéologue (qualifié 1007 - Etude des ressources géothermiques), ce qui permet d'optimiser l'installation.

L'hydrogéologue nous transmet en retour :

- L'étude bibliographique (contexte géologique et hydrogéologique)
- Le rappel du cadre réglementaire (code minier, SDAGE, SAGE, protection des captages, risques...)
- Pour une géothermie sur nappe, le débit exploitable, les caractéristiques du doublet, le risque de recyclage...
- Le cas échéant, les résultats des tests sur les forages réalisés pour le projet en question

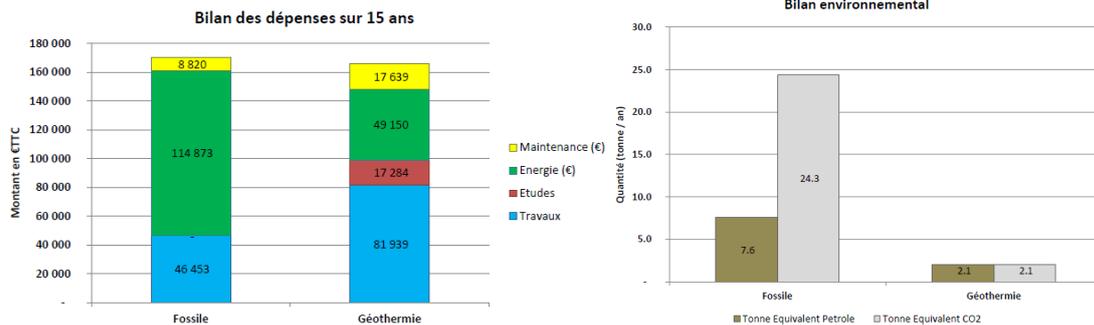
#### **2.2.4.4EME ETAPE : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS**

Les points suivants sont abordés dans cette partie pour les solutions nappe aquifère et sondes verticales :

- **Aspects réglementaires.**
- **Définition de la puissance** (pleine et partielle)
- **Détermination du débit de pointe** (nappe) ou **dimensionnement du linéaire** (sondes)
- **Description des ouvrages de forage** : profondeur envisagée, prévision de sol rencontré, débit indicatif
- **Schéma d'implantation** avec disposition des ouvrages et liaison vers la chaufferie
- **Asservissement des auxiliaires** avec précisions des moyens de régulations des pompes/circulateurs, de la configuration de l'appoint éventuel et de la gestion de la production d'eau chaude sanitaire le cas échéant
- **Pertinence du forage d'essai** pour la géothermie nappe

## 2.2.5.5EME ETAPE : BILAN ECONOMIQUE, ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

L'estimatif du coût des travaux est réalisé soit à partir de coûts réels issus d'autres opérations similaires que nous avons suivi, soit à partir de devis récupérés par le Client en amont de notre intervention, soit par une demande de devis dans des cas plus complexes.



Enfin, à partir de l'ensemble de ces éléments, nous pouvons estimer :

- les consommations énergétiques futures, et celles économisées (indicateurs énergétiques)
- les émissions de gaz à effet de serre, et celles évitées (indicateurs environnementaux CO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>)
- le temps de retour sur investissement (brut et actualisé),
- les aides mobilisables (Fond de Chaleur ADEME, COT ENR, FEDER, ...)
- le bilan des dépenses sur 10, 15 ou 20 ans, en tenant compte des coûts d'études, travaux, exploitation, maintenance, de gros entretien, de la hausse de l'énergie (raisonnement en coût global)
- Le planning de réalisation des travaux prévisionnels

L'étude permet ainsi de comparer les différentes solutions proposées en coût global afin d'orienter le Client vers la meilleure solution technique permettant de réduire son empreinte carbone. Une comparaison avec la situation de référence est notamment réalisée.

Les coûts du plan de financement comprennent :

- Coûts d'Investissement détaillés par poste avec hypothèses de calcul précisées.
- Coûts de maîtrise d'œuvre, sps.
- Coûts d'exploitation.

## 2.2.6. 6EME ETAPE : SYNTHESE ET CONCLUSION

Un rapport détaillé, ainsi qu'une synthèse et conclusion de l'étude sont fournis au Client. Ce rapport comprend notamment les avantages et inconvénient de chacune des solutions proposées ainsi que les éventuelles contraintes en termes de travaux et d'exploitation.

Le tableau de synthèse permet notamment de **vérifier l'éligibilité des travaux aux différents financements mobilisables** (Contrat d'Objectif Territorial Energie Renouvelables (CoT EnR), CRST Fiche n°35 / plan isolation, Certificat d'économie d'énergie (C2E), ...) selon différents critères tels que :

- Atteinte d'une classe énergétique C pour la solution de référence, ou à défaut gain de 15% par des travaux d'économie d'énergie.
- Durée « équivalent pleine puissance » supérieure à 1000 h/an (ratio entre l'énergie de chauffage produite par la PAC et sa puissance calorifique nominale).
- COP saisonnier (intégrant les consommations de la PAC et celles des auxiliaires « côté sous-sol ») supérieur à 3 dans les conditions de fonctionnement projetées.
- test de réponse thermique obligatoire dans le cas d'une opération avec pose d'au moins 1000m de sondes
- Hors COT, prélèvement d'au moins 25 MWh/an d'énergie géothermique (cas sur sondes) ou de 50 MWh/an (cas sur nappe)

Une restitution orale est organisée en fin de mission avec le Client



# CHAPITRE N°4 : PLANNING

# 1. PLANNING

Le projet se déroulera selon le planning suivant :

TÂCHE	Juin				Juillet				Août				Septembre				Octobre			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Attribution du marché				Remise offre																
<b>Volet 1 : Définitions des besoins</b>																				
Réunion de lancement																				
Visite de site																				
Analyse de factures et simulation thermique dynamique																				
Préconisations et programme de travaux																				
Réunion Intermédiaire																				
Synthèse volet 1																				
Envoi rapport intermédiaire																				
Validation du programme de travaux par la Maîtrise d'ouvrage																				
<b>Volet 2 : Faisabilité géothermie</b>																				
Dimensionnement des systèmes																				
Dimensionnement des ouvrages souterrains																				
Proposition de montage financier et juridique																				
<b>Volet 3 : Bilan</b>																				
Bilan économique, énergétique et environnemental																				
Réalisation du rapport et de la synthèse																				
Envoi rapport final																				
Réunion de restitution																				

 : Durée de décision du maitre d'ouvrage

- Il faut compter environ 2,5 mois entre le début de l'étude et la restitution finale. Cette durée peut augmenter ou réduire en fonction du temps de décision du Client sur le choix des scénarios de travaux à l'issue de la réunion intermédiaire.



# ANNEXES

## ANNEXE 1 – CV DEDIES AU PROJET

### 1.1. CV

#### 1.1.1. TOM PÉPIN

**Nom, Prénom :** PÉPIN Tom

**Société :** BUILDING SYSTEMS ENERGIES

**Fonction :** Chargé d'études énergétiques

**Spécialité :** Chauffage, climatisation, ventilation, thermique du bâtiment.  
Ingénierie environnementale.

#### RESPONSABILITES DANS LE PROJET

- Tom intervient sur l'ensemble des phases du projet, des visites jusqu'à l'élaboration des rapports.

#### EXPERIENCES PROFESSIONNELLES

- 2022 à aujourd'hui : BSE
- Audit énergétique
  - Études thermiques
  - Études thermiques règlementaires (RT existant, RT 2012, ...) et dynamiques (STD)
  - Pré-diagnostic conseil isolation, Energétis Collectivités
  - Accompagnement décret tertiaire
  - Etude de faisabilité EnR (géothermie, biomasse, photovoltaïque, etc.)
- 2022 : Hervé Thermique
- Chargé d'études d'exécution CVC, plomberie, désenfumage
  - Dimensionnement aéraulique et hydraulique
  - Notes de calculs
  - Plans d'exécution
  - Suivi chantier
  - Pilotage des chefs de chantier

#### FORMATIONS ET QUALIFICATIONS

- 2021 : BTS Fluides Énergies Domotique – Option A Génie climatique et Fluidique
- 2019 : Bac professionnel Technicien Installation des Systèmes Énergétiques et Climatiques
- 2018 : Brevet professionnel Installation des Systèmes Énergétiques et Climatiques



### 1.1.2. VICTOR AMAMBAL-GUERIN

**Nom, Prénom :** AMAMBAL--GUERIN Victor

**Société :** BUILDING SYSTEMS ENERGIES

**Fonction :** Ingénieur en efficacité énergétique

**Spécialité :** Chauffage, climatisation, ventilation, thermique du bâtiment.  
Ingénierie environnementale.

#### RESPONSABILITES DANS LE PROJET

→ Victor intervient sur l'ensemble des phases du projet, des visites jusqu'à l'élaboration des rapports.

#### EXPERIENCES PROFESSIONNELLES

- 2022 à aujourd'hui : BSE
- Audit énergétique bâtiment et systèmes
  - Études thermiques spécifiques
  - Maitrise d'œuvre en rénovation énergétique
  - Développement d'outils d'ingénierie en interne
  - Études thermiques règlementaires (RT existant, RT 2012, ...) et dynamiques (STD)
  - Pré-diagnostic conseil isolation, Energétis Collectivités
  - Etude de faisabilité EnR (géothermie, biomasse, photovoltaïque, etc.)
  - Audit énergétique réglementaire
  - Accompagnement décret tertiaire

#### FORMATIONS ET QUALIFICATIONS

- **2024 :** Formation Qualification OPQIBI 2013 Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique – mention RGE (IPTIC)
- **2019-2022 :** École d'ingénieur Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon, département Génie Mécanique
- **2017-2019 :** Cycle préparatoire intégré INSA Lyon
- **2017 :** BAC S

#### PRINCIPALES REFERENCES

- Géothermie
- **2023 : Commune de Puiseaux (45390) :** Etude de faisabilité en géothermie sur sondes d'une production de chauffage et de rafraîchissement pour trois bâtiments communaux (mairie, école de musique, logements sociaux)
  - **2023 : Base de Loisirs de Vineuil (41000) :** Etude de faisabilité en géothermie sur nappe d'une production de chauffage et de climatisation pour la piscine et un restaurant
  - **2023 : Commune de Jeu-les-Bois (36089) :** Etude de faisabilité en géothermie sur sondes d'une production de chauffage pour l'école de Jeu les bois
  - **2023 : VILLA HOTEL, Le Malesherbois (45300) :** Etude de faisabilité en géothermie sur sondes d'une production de chauffage et ECS pour un hôtel



- **2024 : Cabinet Kineosport 41 à Cellettes (41120) :** Etude de faisabilité en géothermie sur nappe et sur sondes d'une production de chauffage, de climatisation et d'eau chaude sanitaire pour alimenter un cabinet de kinésithérapeute.
  - **2024 : Commune de Seigy (41110) :** Etude de faisabilité en géothermie sur sondes production de chauffage, de rafraîchissement pour alimenter 3 bâtiments communaux (mairie, école et réfectoire).
  - **2024 : Communauté de Communes du Perche et Haut Vendomois (CPHV) à Fréteval (41160) :** Etude de faisabilité en géothermie sur nappe production de chauffage, de rafraîchissement pour alimenter les bureaux du CPHV.
- **Maitrise d'œuvre (géothermie) :**
- **2024-2025 : Commune de Vieilles-Maisons-sur-Joudry (45260) :** Maitrise d'œuvre pour le lot CVC (géothermie sur sondes, distribution émission chauffage, ventilation double flux) pour un projet de rénovation du groupe scolaire
  - **2024-2025 : Commune de Jeu-les-Bois (36089) :** Maitrise d'œuvre pour le lot CVC (géothermie sur sondes, distribution émission chauffage, ventilation mécanique) pour un projet de rénovation de l'école de la commune.
  - **2024-2025 : Commune de Chambon (45340) :** Maitrise d'œuvre pour le lot chauffage (géothermie sur sondes, distribution émission chauffage) pour un projet de changement de système de chauffage sur la mairie et des bâtiments communaux.