



Des compétences qualifiées



**SDE24**

**Siège social**

*Etude énergétique avec simulation thermique dynamique et décret tertiaire*



Objet du document	Etude énergétique avec simulation thermique dynamique et décret tertiaire
Mission	Mission d'audit énergétique - SDE24
Maitre d'ouvrage	SDE24 7 Allées de Tourny CS 81225 24019 PÉRIGUEUX CEDEX
Rédacteur(s)	Florian PYS
Validation	Amélie FAURE
Version	V2 du 21/06/2022

Révision	Date	Modifications
V2	21/06/2022	Version suite à la relecture du SDE24

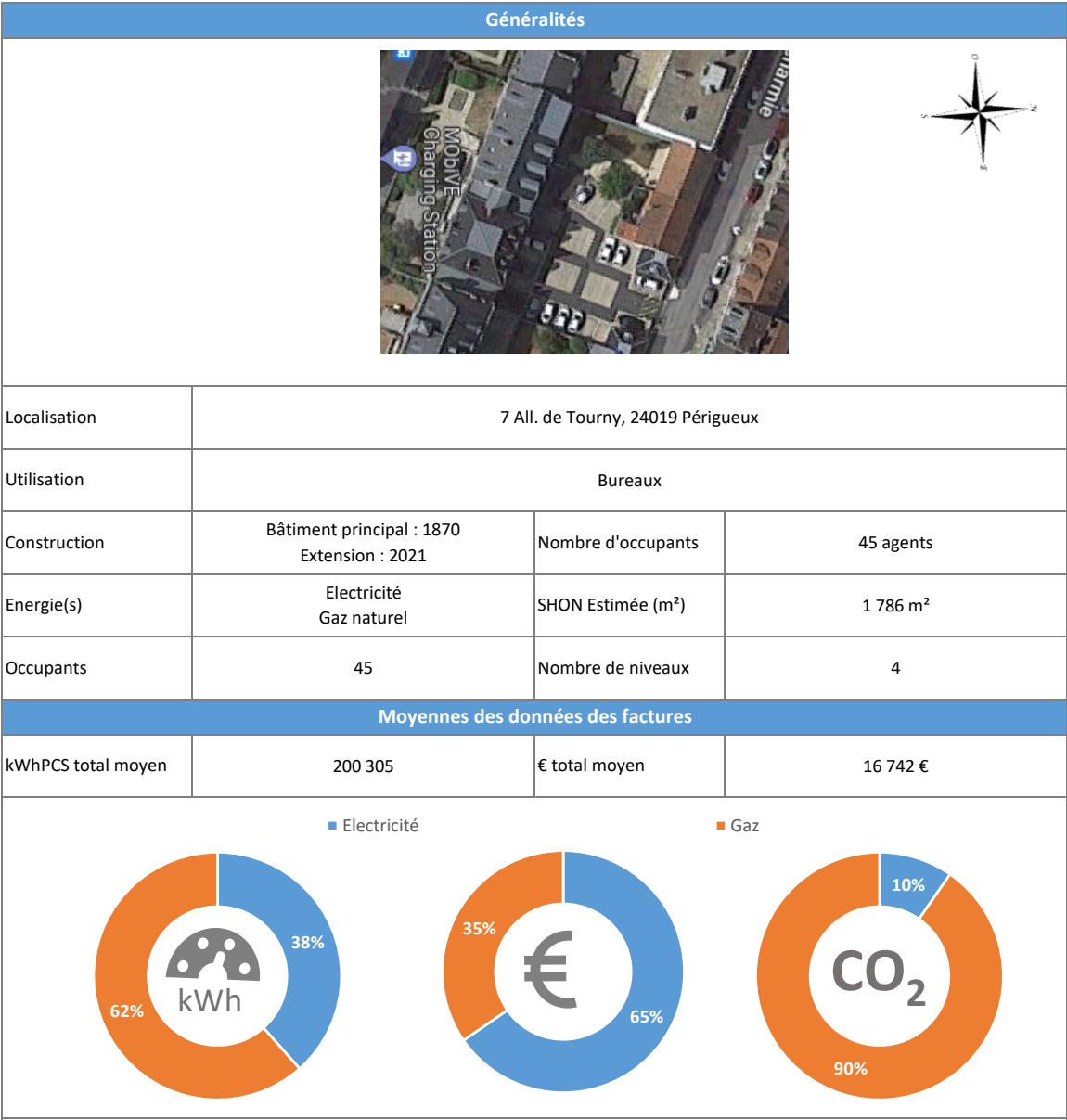
## A. SOMMAIRE

<b>A. SOMMAIRE</b>	2
<b>B. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE</b>	5
B.1. Présentation du site	5
B.2. Synthèse des déperditions et consommations	7
B.3. Synthèse des préconisations	8
B.4. Synthèse des scénarios	9
B.5. Synthèse décret tertiaire	10
<b>C. INTRODUCTION</b>	11
C.1. Objectifs de l'étude	11
C.2. Contexte réglementaire	11
C.2.1. Réglementaire thermique - RT Existant	11
C.3. Décret tertiaire	12
C.4. Décret BACS	12
C.5. Qualité d'air intérieure	13
C.6. Déroulement de l'étude	14
C.6.1. Interlocuteurs	14
C.6.2. Visite du site	14
C.6.3. Ressource documentaire	14
C.7. Préconisation et scénarios de travaux	14
C.8. Hypothèses utilisées pour les aides	14
<b>D. ÉTAT DES LIEUX</b>	15
D.1. Généralités	15
D.1.1. Description du site	15
D.1.2. Situation géographique et données administratives	15
D.1.3. Occupation	15
D.2. Description du bâti	16
D.2.1. Planchers bas	16
D.2.2. Murs	17
D.2.3. Planchers hauts	18
D.2.4. Menuiseries extérieures	19
D.3. Chauffage	20
D.4. Climatisation	22
D.5. Ventilation - Traitement d'air	23
D.6. Eau chaude sanitaire	24
D.7. Éclairage	25
D.8. Usages spécifiques : bureautique, électroménager et divers	25
<b>E. ANALYSE DES CONSOMMATIONS DES FACTURES</b>	26
E.1. Points de comptage	26
E.2. Synthèse des consommations	26
E.3. Sensibilité de la consommation de chauffage au climat	27
E.4. Décret tertiaire - Définition de l'année de référence	28
E.4.1. Méthode relative	28
E.4.2. Méthode absolue	28
E.4.3. Définition de la méthode	28
<b>F. RESULTATS DE SIMULATION DE L'ÉTAT EXISTANT</b>	29
F.1. Outils et méthodologie	29
F.2. Déperditions thermiques - bâtiment principal	29
F.3. Déperditions thermiques - Extension et bâtiment accolé	30
F.4. Consommations énergétiques	31
F.4.1. Méthodologie de calculs	31
F.4.2. Répartition des consommations	31
F.4.3. Comparaison simulation / réel	32
F.5. Etiquette Énergie/Climat simulée avant travaux	33
<b>G. PRÉCONISATIONS DE TRAVAUX</b>	34
G.1. Orientations avant préconisation	34
G.1.1. Enveloppe	34
G.1.2. Chauffage	34
G.1.3. Équipements	35
G.1.4. Énergie solaire	35
G.2. Préambule aux préconisations	36
G.3. Bonnes pratiques	37
G.3.1. Management de l'énergie	37
G.3.2. Sensibilisation des occupants	37
G.4. Préconisations : enveloppe	38
G.4.1. Isolation des murs non isolés par l'intérieur	38
G.5. Préconisations : équipements	39

G.5.1. Régulation en chaufferie	40
G.5.2. Chaudière gaz à condensation	41
G.5.3. Mise en place d'un groupe froid réversible	41
G.5.4. Géothermie	42
G.5.5. Raccordement au réseau de chaleur	43
G.5.6. Remplacement des ventilo-convecteurs	44
G.5.7. Améliorations diverses VMC	45
G.5.8. Eclairage LED	46
G.5.9. Sous-compteur borne de recharge	46
<b>H. SCENARIOS DE TRAVAUX</b>	47
H.1. Hypothèses générales	47
H.2. Choix de bouquets de travaux	47
H.3. Analyse des scénarios proposés	48
H.4. Bilan financier des scénarios sur 21 ans	48
H.4.1. Part de gros entretien	48
H.4.2. Bilan financier sur 21 ans	49
H.4.3. Comparaison du surcoût annuel des scénarios (sur 21 ans)	50
H.5. Bilan décret tertiaire	51
H.5.1. Modulation des objectifs - Temps de retour disproportionné	51
H.5.2. Modulation des objectifs - Autres contraintes	51
H.5.3. Vérification des objectifs	51
<b>I. CONCLUSION</b>	53
<b>J. ANNEXES</b>	53
J.1. Données météorologiques	53
J.2. Détails des consommations et factures par usage	53
<b>K. GLOSSAIRE</b>	56

B. SYNTHESE DE L'ETUDE

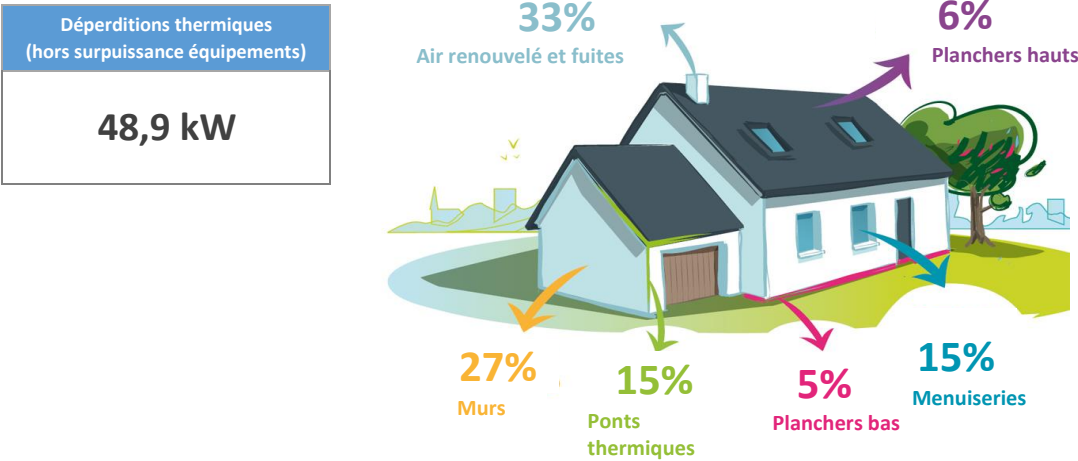
B.1. Présentation du site



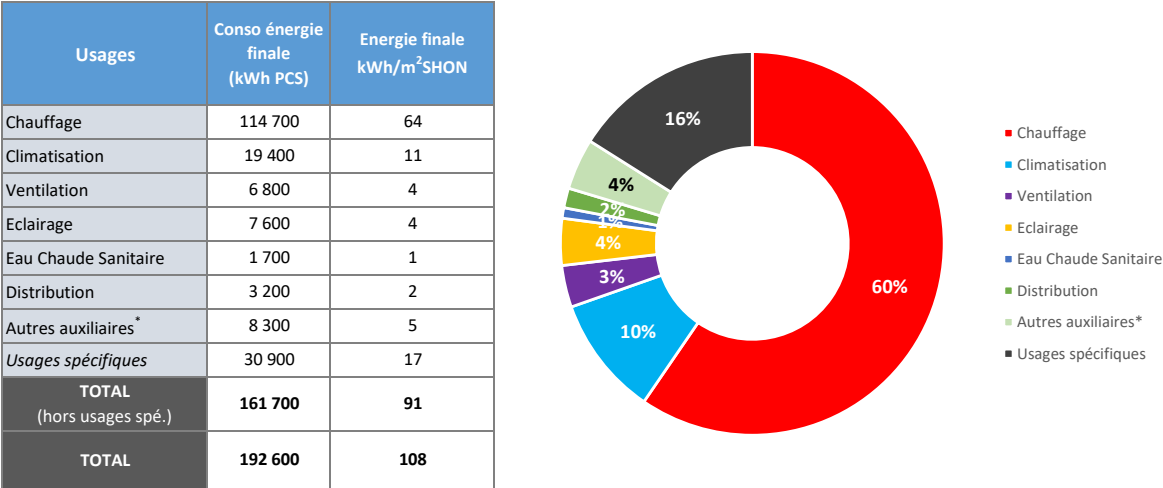
Technique			
Poste	Descriptif	Performance (sur 5)	Entretien (sur 5)
Murs	Les murs ont été isolés lors de la rénovation de 2007. Seuls quelques murs sont non isolés.	2,9	3,1
Planchers hauts	Les planchers haut des bâtiments de 1880 sont isolés en combles et en rampants. Le plancher de l'extension est une toiture terrasse ossature bois végétalisée.	3,2	3,3
Planchers bas	Les planchers bas des bâtiments historiques sont non isolés. Le plancher bas de l'extension de 2021 est isolé sous chappe.	1,2	3,5
Menuiseries	Les menuiseries sont majoritairement en bois double vitrage dans les bâtiments de 1880 et en aluminium 4/16/4 dans l'extension de 2021.	3,6	3,0
<b>Synthèse</b>	Enveloppe de performance moyenne	2,6	3,1
Poste	Descriptif	Performance (sur 5)	Entretien (sur 5)
Chauffage	Le chauffage est assuré par une chaudière gaz basse température qui alimente des ventilo-convecteurs muraux ou de plafond via un réseau constant et des radiateurs via un réseau régulé.  L'extension est quant-à-elle chauffée par une pompe à chaleur multisplit air/air dont le modèle n'a pas pu être relevé (local fermé à clef). Chaque unité intérieure est gérée via un thermostat d'ambiance et une régulation centralisée est présente dans le local technique.	3,0	3,0
Climatisation	Le rafraîchissement de l'extension est assurée par la PAC décrite dans la partie chauffage.  Le rafraîchissement du bâtiment principal est assuré par un groupe froid alimentant les ventilo-convecteurs décrit dans la partie chaud.	3,0	3,0
ECS	L'ECS est produite par divers ballons électriques mais qui n'ont pas été identifiés sur le site.	3,0	3,0
Ventilation	Une partie des locaux (anciennement les salles archives, salles de réunion et sanitaires, mais les usages ont changés) sont ventilés mécaniquement via des VMC simple flux. Les menuiseries sont équipées d'entrées d'air dans les autres pièces ce qui permet une circulation de l'air dans les locaux. Certaines bouches sont néanmoins manquantes (service énergie par exemple). La salle de réunion de l'extension possède à priori une centrale de soufflage avec batterie chaude ainsi qu'un caisson d'extraction.	3,0	3,0
Eclairage	L'éclairage est principalement assuré par des tubes fluorescents T5, des ampoules fluocompactes et quelques pavés LED.	3,0	3,0
<b>Synthèse</b>	Equipement de performance moyenne mais chauffage fort émetteur de GES.	3,0	3,0
Légende - performance		Equivalent énergétique	
5 - Très bon		RT2012 et après	
4 - Bon		Niveau RT2005	
3 - Moyen		Niveau RT2000	
2 - Mauvais		Année 1990	
1 - Critique		Avant 1990	
		Equivalent entretien	
		Très bon état - neuf	
		Bon état - moins de 5 ans	
		Etat convenable - Remplacement dans 10 ans	
		Dégradé - Remplacement dans 5 ans	
		Hors service - A remplacer immédiatement	

B.2. Synthèse des déperditions et consommations

La répartition des déperditions est résumée dans le schéma simplifié ci-dessous :



La répartition des consommations énergétiques simulées est la suivante :



\* ventilateurs locaux des émetteurs, consommations d'auxiliaire des PAC sur air, etc.

### B.3. Synthèse des préconisations

Nous présentons ci-dessous les préconisations retenues pour l'ensemble du site, on y trouve le montant d'investissement, les gains sur les quatre postes (facture, consommation en énergie finale, consommation en énergie primaire, émission de gaz à effet de serre).

Etat existant du site					
Consommation (kWhef PCS)	Consommation (kWhef PCS)	Emission GES Facture (kg CO2 éq.)	Facture (€ HTVA)	Etiquette énergie (kWhef/m²/an)	Etiquette climat (kgCO2/m²/an)
192 600	319 000	30 300	16 700 €	C - 172	C - 16

Nota : l'étiquette énergétique établie ne correspond pas à celle au sens de la réglementation.

Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Gains				CEE (€ HTVA)	TRI
		€ HTVA	kWhef PCS	kWhep	kgCO <sub>2</sub>		
ENVELOPPE							
Isolation des murs non isolés par l'intérieur	Classique : 7 000 € Biosourcé : 7 700 €	500 €	8 800	9 800	1 900	775 €	15 années
EQUIPEMENTS							
Régulation en chaufferie	3 500 €	1 100 €	23 400	22 700	5 500	434 €	3 années
Chaudière gaz à condensation	15 000 €	300 €	5 900	5 800	1 400	2 192 €	> 50 années
Mise en place d'un groupe froid réversible	24 000 €	-700 €	70 300	3 400	18 900	3 419 €	-
Géothermie sur aquifères	289 000 €	3 700 €	100 800	82 200	24 800	3 419 €	> 50 années
Géothermie sur sondes	108 000 €	2 900 €	80 200	64 500	19 900	3 419 €	38 années
Raccordement au réseau de chaleur	9 700 €	-600 €	15 600	15 800	23 600	3 156 €	-
Remplacement des ventilo-convecteurs	57 000 €	2 300 €	22 700	41 900	2 900	157 €	26 années
Améliorations diverses VMC	1 300 €	1 200 €	18 400	23 300	3 700	0 €	1 années
Eclairage LED	7 600 €	200 €	1 400	3 700	100	0 €	38 années
Sous-compteur borne de recharge	200 €	0 €	0	0	0	0 €	-

Tableau de synthèse des préconisations

### B.4. Synthèse des scénarios

Préconisations		Investissement (€ HTVA)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Investissement travaux et MOE (€ HTVA)			5 400 €	92 300 €	101 300 €	30 000 €	185 300 €
Surcoût annuel de la maintenance (€ HTVA)			0 €	0 €	-200 €	0 €	0 €
CEE (€)			400 €	3 600 €	4 800 €	4 400 €	4 800 €
Aides et subventions			400 €	3 600 €	4 800 €	4 400 €	4 800 €
Temps de retour dynamique sans aide (année)			3	16	17	13	23
Temps de retour dynamique avec aides (année)			3	15	16	11	23
Gains	Energie finale (kWhef)		20%	39%	57%	29%	56%
	Energie primaire (kWhep)		13%	33%	34%	20%	39%
	Gaz à effet de serre (kgCO2)		27%	47%	76%	82%	72%
	Facture (€ HTVA)		12%	32%	31%	14%	37%
Etiquette Energie (kWhep/m²/an)			C - 150	C - 117	C - 116	C - 142	B - 107
Etiquette Climat (KgCO2/m²/an)			B - 12	B - 9	A - 4	A - 3	A - 4

Tableau de synthèse des scénarios



B.5. Synthèse décret tertiaire

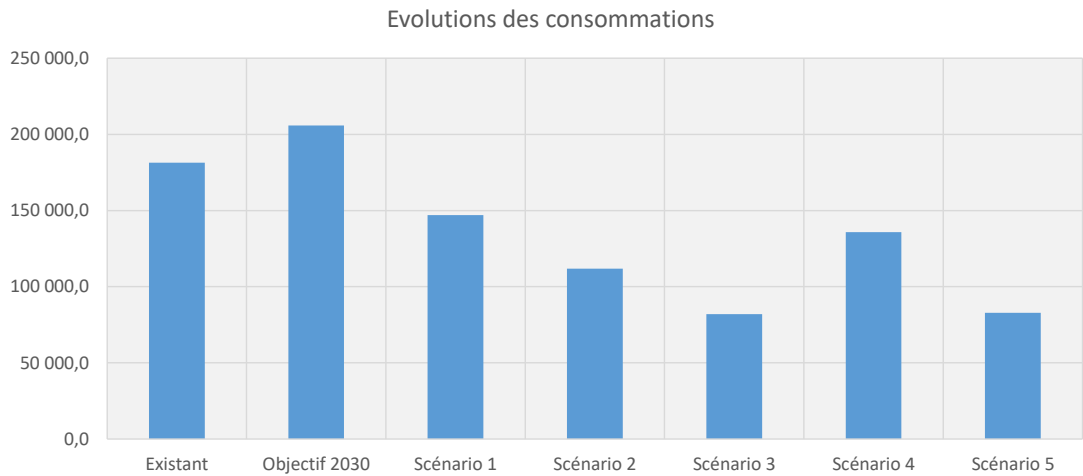
La méthode utilisée pour définir l'année de référence et les objectifs du décret tertiaire est :

Méthode absolue

Avec la méthode relative, les objectifs sont *consommation existante < consommation ref x -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050*.  
Avec la méthode absolue, les objectifs sont *consommation existante < Cabs2030 , Cabs2040 (non connu), Cabs2050 (non connu)*.  
Le tableau ci-dessous synthétise l'atteinte des objectifs en fonction des scénarios :

Consommation (kWhPCI)	Référence	Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Consommation	Aucune	181 327,4	147 029,4	111 870,9	82 020,1	135 755,0	82 847,5
Réduction		-	-	-	-	-	-
2030 : Objectif initial	205 746						
2030 : Objectif modulé	205 746						
2040 : Objectif initial	Non connue						
2040 : Objectif modulé	Non connue						
2050 : Objectif initial	Non connue						
2050 : Objectif modulé	Non connue						

Le graphique suivant vous présente l'évolution des consommations selon les scénarios de travaux :



## C. INTRODUCTION

### C.1. Objectifs de l'étude

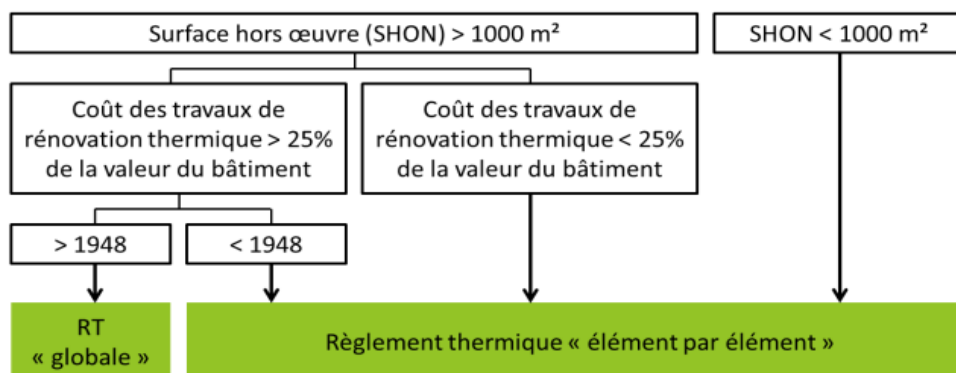
Les objectifs de l'étude sont multiples :

- **Réduire les besoins** en énergie du bâtiment et améliorer le confort des occupants (été/hiver) ;
- Proposer **des solutions techniques adaptées** au contexte et aux possibilités qu'offre le site ;
- **Comparer les différentes solutions** en termes de coût d'investissement et de coût d'exploitation ;
- Rechercher des solutions visant à **assurer la pérennité de l'approvisionnement et favorisant une logique de développement local** ;
- Faire ressortir **les qualités environnementales des différents scénarios énergétiques**, notamment en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'économies d'énergies fossiles.

### C.2. Contexte réglementaire

#### C.2.1. Réglementaire thermique - RT Existant

La réglementation RT Bâtiment Existant (mise en place en 2007) s'applique dès lors que des travaux de rénovations concernant l'enveloppe, le CVC, l'ECS, l'éclairage ou la mise en place d'ENR sont prévues sur un bâtiment existant. Selon l'importance des travaux prévus, deux cadres réglementaire sont possibles. La figure suivante schématise le cadre réglementaire des travaux de rénovation :



Au 1er janvier 2021, la valeur de construction était de 1 665 € €/HT/m² SHON pour les bâtiments résidentiels et 1 420 € €/HT pour les bâtiments non résidentiels.

Dans le cas de l'audit :

- La surface SHON est de 1 786 m²
- La valeur du bâtiment est de 2 535 779 €HT, le seuil des 25% est donc fixé à 633 945 €HT
- La date de construction du bâtiment est Bâtiment principal : 1870

**La réglementation qui s'applique est donc la RT dite "Elément par Elément".**

La RT Element par Element impose d'installer des produits de performance supérieure aux caractéristiques minimales mentionnées dans l'arrêté du 3 mai 2007 (modifié à compter du 1er janvier 2018).

Les exigences concernent :

- L'enveloppe : murs, toitures, planchers, menuiseries
- CVC, ECS
- Eclairage
- EnR

Il n'y a aucune exigence sur les niveaux de consommations Cep et sur la TIC.

**Nota 1 :** la RT2012 ne concerne que les bâtiments neufs, il n'y a donc pas de calcul de Bbio ou Cepmax pour un bâtiment existant.

**Nota 2 :** les labels BBC Rénovation s'obtiennent uniquement sur un calcul RT 'Global'.

### C.3. Décret tertiaire

La loi 2010-788 du 12 juillet 2010, dite loi « Grenelle II » a fixé les orientations et les engagements environnementaux de la France. En 2018, l'article 175 de la loi ELAN précise les objectifs de réduction de consommation pour les bâtiments tertiaires. Le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019, dit « décret tertiaire » ou « Eco énergie tertiaire », précise les modalités d'application.

Il en ressort les éléments suivants :

- Périmètre concerné : toute entité fonctionnelle hébergeant des activités tertiaires sur une surface de plancher cumulée (SP)  $\geq 1\,000\text{ m}^2$  (entité fonctionnelle = bâtiment ou ensemble de bâtiment lié par la parcelle ou une fourniture d'énergie commune)
- Activité tertiaire : tout ce qui n'est pas logement, agricole ou industrie
- Objectif (au choix) :
  - > Relatif : Réduction des consommations par rapport à une année de référence (entre 2010 et 2020) de -40% d'ici 2030, -50% à 2040 et - 60% avant 2050
  - > Absolu : Atteinte d'une consommation inférieure à un seuil en 2030, 2040 et 2050, calculé en fonction de l'usage et de la typologie du bâtiment selon des valeurs normatives
- Moyen : Saisi d'un dossier technique sur la plateforme OPERAT (ADEME), suivi annuelle des consommations

**Le bâtiment est donc soumis au décret tertiaire.**

### C.4. Décret BACS

A la suite du décret tertiaire, est paru au JO le 21 juillet 2020 le décret BACS (Building Automation & Control Systems). Ce décret impose la mise en place d'une GTB (gestion technique du bâtiment) pour les bâtiments tertiaires, neufs et existants, d'un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments d'ici le 1er janvier 2025 dès lors que la puissance des installations de chauffage et ou de climatisation dépasse les 290 kW.

La GTB doit être au minimum de Classe B (NF EN15232-1 = EN ISO 52120-1) et permettra au minimum les fonctions suivantes :

- Pilotage des équipements chauffage/ventilation/ECS/climatisation en fonction des conditions intérieures et extérieures
- Suivi et historisation des mesures (température, hygrométrie, puissance, état, ...) et compteurs (chaud, électricité)
- Présenter des indicateurs de performance par rapport à des valeurs de références
- Protocole de communication ouverts

**Le bâtiment n'est pas soumis au décret BACS.**

## C.5. Qualité d'air intérieure

L'obligation de mesure de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les établissements publics a été instaurée par la loi Grenelle 2 et appliquée par le décret 2015-1926 du 30 décembre 2015. Elle s'applique dans un premier temps aux crèches et établissements scolaires maternelles et élémentaires.

### Le bâtiment n'est pas concerné.

La démarche réglementaire repose sur les principes suivants :

- 1- Evaluation des moyens d'aération de l'établissement à réaliser tous les 7 ans
- 2- Mise en œuvre au choix :
  - A > D'une programme d'actions de préventions de la qualité d'air intérieure
  - B > D'une campagne de mesures de la qualité d'air intérieure par des organismes accrédités (COFRAC) tous les 7 ans

Le périmètre d'action et d'échéance est le suivant :

Etablissements	Visites	
Accueil collectif d'enfants de moins de six ans Ecoles élémentaires	Les salles d'activité ou de vie des établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans ou des accueils de loisirs	1 <sup>er</sup> Janvier 2018
Accueils de loisirs <sup>(1)</sup>		1 <sup>er</sup> Janvier 2020
Enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degré	Les salles d'enseignement	1 <sup>er</sup> Janvier 2023

1- L'évaluation des moyens d'aérations a pour objectif d'identifier les éléments pouvant être améliorés en cas de résultats de mesures défavorables. Elle se base sur une vérification de l'opérabilité des ouvrants (fenêtres) donnant sur l'extérieur et sur le contrôle des systèmes de ventilation (caisson, bouches ou grilles d'aération existantes).

2A - L'évaluation préalable à la mise en place d'actions est conduite à l'aide de 4 grilles d'autodiagnostic renseignées par ENERGIO avec :

- L'équipe de gestion de l'établissement
- Les services techniques maintenance
- Les responsables des activités des pièces considérées
- Le personnel d'entretien des locaux

Les sources potentielles de substances polluantes émises dans l'air intérieur sont variées : matériaux de construction et produits de décoration, mobilier, matériel utilisé pour certaines activités, produits d'entretien.

Cette phase 2 doit aboutir à la mise en place de bonnes pratiques

2A - Quatre substances jugées prioritaires seront mesurées par un organisme accrédité par le Comité français d'accréditation (Cofrac) :

- Le formaldéhyde (FA)
- Le benzène (BE)
- Le tétrachloroéthylène (PCE)
- Le dioxyde de carbone (CO2)

Une surveillance de la qualité de l'air intérieur devra être réalisée tous les sept ans. Sauf en cas de dépassement des valeurs limites. Dans ce cas, une nouvelle surveillance sera à réaliser dans les deux ans.

## C.6. Déroulement de l'étude

### C.6.1. Interlocuteurs

Nom	Prénom	Entreprise/entité	Fonction	Courriel	Téléphone
PYS	Florian	Energio	Ingénieur d'études	<a href="mailto:fpys@energio.fr">fpys@energio.fr</a>	02 47 88 02 02
Chaminade	Cédric	SDE 24	Econome de flux	<a href="mailto:c.chaminade@sde24.fr">c.chaminade@sde24.fr</a>	05 33 02 60 03

### C.6.2. Visite du site

Le relevé sur site a été effectué le 16 mars 2022. Ce relevé a permis de visiter et de caractériser l'ensemble des locaux et équipements présents hormis les caissons de VMC et les isolations de murs dont les données ont été récupérées via les DOE.

### C.6.3. Ressource documentaire

Les documents suivants ont été mis à disposition d'Energio :

- Bilan énergie
- Plan

Energio a également pu consulter certaines DOE de la rénovation du bâtiment lors de la visite.

## C.7. Préconisation et scénarios de travaux

### Préconisations :

A la suite de l'analyse faite sur le terrain, une modélisation est effectuée sur un logiciel de simulation thermique dynamique (Pleiades+COMFIE). Cet outil permet de reproduire le comportement thermique du bâti sur une année complète. C'est ensuite à partir de cette modélisation que nous pouvons évaluer l'impact de nos préconisations d'une part sur les consommations énergétiques et d'autre part sur le confort thermique.



### Scénarios de travaux :

Un scénario de travaux regroupe différentes préconisations que ce soit sur l'enveloppe ou les équipements pour atteindre les objectifs définis par le maître d'ouvrage.

### La démarche associée à chaque scénario est la suivante :

- Sobriété énergétique, qui consiste à supprimer les gaspillages et les besoins superflus. Exemple : correction de la régulation, correction d'un défaut d'isolation
- L'efficacité énergétique, qui permet de réduire les consommations d'énergie pour un besoin donné. Exemple : Renforcement de l'isolation, amélioration des équipements.
- Les énergies renouvelables, qui répondent à nos besoins énergétiques avec un faible impact environnemental et une gestion décentralisée. Exemple : Installation de panneaux photovoltaïques.

Bien entendu les **préconisations et les scénarios seront adaptés au contexte et aux possibilités qu'offre le site.**

## C.8. Hypothèses utilisées pour les aides

**Certificats d'Economies d'Energie (CEE) :** Les opérations standardisées d'économies d'énergie correspondent à des opérations couramment réalisées pour lesquelles une valeur forfaitaire de certificats d'économies d'énergie (CEE) a été définie.

Élaborées par la Direction générale de l'énergie et du climat, l'ADEME et l'Association Technique Énergie et Environnement (ATEE), elles font l'objet de fiches publiées, par arrêté ministériel, au Journal Officiel après consultation du Conseil supérieur de l'énergie. (source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie>)

La valorisation calculée dans le cadre de notre étude est susceptible de connaître des modifications à la hausse comme à la baisse en fonction de l'évolution des calculs issus des fiches standardisées et de l'évolution du cours du kWhCUMAC.

**Autres aides :** Les autres aides qui sont potentiellement disponibles (département...) ne peuvent pas être intégrées ici car leurs caractéristiques sont variables année après année. Elles seront à demander lors de la réalisation des travaux.

## D. ETAT DES LIEUX

### D.1. Généralités

#### D.1.1. Description du site

Le siège du SDE 24 est constitué d'un bâtiment principal de 3 étages + 1 sous-sol (surface de 1 522 m<sup>2</sup>) et d'un bâtiment de deux étages auquel a été accolé une extension en 2021 (surface total de 250 m<sup>2</sup>). Le site a été rénové en 2007.

#### D.1.2. Situation géographique et données administratives

SITUATION GEOGRAPHIQUE	
Département	24 Dordogne
Zone climatique	H2

DONNEES ADMINISTRATIVES	
Dénomination	Siège du SDE24
Usage	Bureaux
Adresse	7 All. de Tourny, 24019 Périgueux
Année construction	Bâtiment principal : 1870 Extension : 2021
Année de réhabilitation	2007 (isolation, ventilation, chauffage et refroidissement) 2020 : désembouage réseau
Surface chauffée estimée	1786
Capacité d'accueil/nombre d'occupants	45 agents
Catégorie DPE <sup>14</sup>	Bureau ou administration ou Enseignement
Catégorie d'ERP	5 - inférieur aux seuils d'assujettissement
Type d'ERP	W - Administration, banque, bureau (sauf si le professionnel ne reçoit pas de clientèle dans son bureau)
Propriétaire du bâtiment	SDE 24



Vue d'ensemble du site - Source : Energio

#### D.1.3. Occupation

Les horaires d'ouverture du site en semaine sont présentés ci-dessous, il s'agit des amplitudes d'occupation moyenne.

Jour	Tout le site
Lundi - Mardi - Jeudi - Vendredi	8h - 18h
Mercredi	8h - 18h
Samedi	Fermé
Dimanche	Fermé

## D.2. Description du bâti

Légende	Performance	Equivalent énergétique	Equivalent entretien
	Très bonne (note 5)	RT2012 et au-delà	Très bon état - neuf
	Bonne (note 4)	Niveau RT2005	Bon état - pas de remplacement
	Moyenne (note 3)	Niveau RT2000	Etat convenable - Remplacement dans 10 ans
	Mauvaise (note 2)	Année 1990	Dégradé - Remplacement dans 5 ans
	Très mauvaise (note 1)	Avant 1990	Hors service - A remplacer immédiatement

### D.2.1. Planchers bas

Détails réglementaires	On rappelle que l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément), impose une résistance thermique minimale $R = 2,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour les planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif.
------------------------	---

#### Commentaire général sur les planchers bas

Les planchers bas des bâtiments historiques sont non isolés. Le plancher bas de l'extension de 2021 est isolé sous chappe.

Paroi	Composition Description				R estimé ( $\text{K} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ )	Entretien	Photo
PB1	Plancher du sous-sol sur terre-plein non isolé Localisation : Sous-sol (partie chauffée)				0,13	3	Non disponible
	Surface :	398 m <sup>2</sup>	Contact :	Sol			
PB2	Plancher pierre non isolé Localisation : Sous-sol non chauffé				0,8	3	Non disponible
	Surface :	204 m <sup>2</sup>	Contact :	Sol			
PB3	Plancher sur terre-plein non isolé Localisation : Annexe (bâtiment de 1880)				0,13	3	Non disponible
	Surface :	54 m <sup>2</sup>	Contact :	Sol			
PB4	Plancher sur terre-plein isolé sous chape par 8 cm d'un isolant type TMS80 (matériaux supposé) Localisation : Annexe (bâtiment de 2021)				3,8	5	Non disponible
	Surface :	85 m <sup>2</sup>	Contact :	Sol			

Descriptif des planchers bas

### D.2.2. Murs

Détails réglementaires	On rappelle que l'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément), impose une résistance thermique minimale $R = 2,90 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ pour les murs donnant sur l'extérieur.
------------------------	---

#### Commentaire général sur les murs

Les murs ont été isolés lors de la rénovation de 2007. Seuls quelques murs sont non isolés.

Paroi	Composition Description				R estimé ( $\text{K} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$ )	Entretien	Photo
MUR1	Mur pierre isolé par 8 cm de laine minérale				2,35	3	Non disponible
	Localisation :	Bâtiments de 1880					
	Surface :	556 m <sup>2</sup>	Contact :	Extérieur			
MUR2	Mur pierre non isolé				0,4	3	Non disponible
	Localisation :	RDC (salle de réunion et bureau du président)					
	Surface :	69 m <sup>2</sup>	Contact :	Extérieur			
MUR3	Mur ossature bois isolé entre montant par 20 cm de laine minérale (matériaux supposé) avec complément par l'intérieur par 12 cm de laine minérale.				10,13	5	Non disponible
	Localisation :	Extension de 2021 (salle de réunion, circulation et stockage)					
	Surface :	35 m <sup>2</sup>	Contact :	Extérieur			
MUR4	Mur ossature bois isolé entre montant par 20 cm de laine minérale (matériaux supposé).				6,34	5	Non disponible
	Localisation :	Extension de 2021 (sanitaires, local technique)					
	Surface :	13 m <sup>2</sup>	Contact :	Extérieur			

Descriptif des murs





### D.2.3. Planchers hauts

Détails réglementaires	<p>On rappelle que l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément), impose :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une résistance thermique minimale <math>R = 4.4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}</math> pour les rampants de toiture de pente inférieure à <math>60^\circ</math> ;</li> <li>• Pour les planchers de combles perdus : une résistance thermique minimale <math>R = 4,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}</math> ;</li> <li>• Pour les toitures terrasses : une résistance thermique minimale <math>R = 3.3 \text{ m}^2 \cdot \text{K.W-1}</math>.</li> </ul>
------------------------	---

#### Commentaire général sur les planchers hauts

Les planchers haut des bâtiments de 1880 sont isolés en combles et en rampants. Le plancher de l'extension est une toiture terrasse ossature bois végétalisée.

Paroi	Composition Description				R estimé (K.m²/W)	Entretien	Photo
PH1	Combles isolés par 20 cm de laine minérale				4,56	3	
	Localisation : R+2 bâtiment 1880 et R+1 extension de 1880						
	Surface :	98 m²	Contact :	Local non chauffé			
PH2	Rampants supposés isolés par 20 cm de laine minérale				4,92	3	Non disponible
	Localisation : R+2 bâtiment 1880						
	Surface :	278 m²	Contact :	Extérieur			
PH3	Terrasse ossature bois isolé entre montant par 36 cm de laine minérale (matériaux supposé) et complément sous étanchéité par 12 cm de polyuréthane supposé				15,05	5	Non disponible
	Localisation : Extension de 2021						
	Surface :	85 m²	Contact :	Extérieur			
PH4	Toitures terrasses supposées isolées par 7 cm de polyuréthane				2,7	3	Non disponible
	Localisation : R+1 sur extérieur bâtiment principale, SAS d'entrée						
	Surface :	48 m²	Contact :	Extérieur			
PH5	Toiture bac acier supposée isolée par 15 cm de laine minérale				4,56	3	
	Localisation : R+1 - centre du bâtiment principal						
	Surface :	43 m²	Contact :	Extérieur			


Descriptif des planchers hauts

#### D.2.4. Menuiseries extérieures

Détails réglementaires	On rappelle que l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément), impose un coefficient de transmission thermique maximal $U_w = 1.9 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$ pour les menuiseries d'une surface supérieure à $0,5 \text{ m}^2$ et $2.5 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$ pour les verrières/véranda.
------------------------	---

#### Commentaire général sur les menuiseries

Les menuiseries sont majoritairement en bois double vitrage dans les bâtiments de 1880 et en aluminium 4/16/4 dans l'extension de 2021.

Elément	Composition Description	U estimé (W/m².K)	Entretien	Photo
F1	Menuiseries bois 4/12/4 Localisation : Tout le bâtiment	1,9	3	
	Surface : 94 m²			
F2	Menuiseries bois 4/6/4 Localisation : Bureau du président	2,8	3	Non disponible
	Surface : 10 m²			
F3	Menuiseries Aluminium 4/10/4 Localisation : SAS d'entrée, R+2, Extension (bâtiment de 1880)	2,3	3	Non disponible
	Surface : 47 m²			
F4	Menuiseries Aluminium 4/16/4 Localisation : Extension de 2021	2,0	3	Non disponible
	Surface : 14 m²			
F5	Velux bois double vitrage 4/6/4	2,8	3	Non disponible
	Surface : 2 m²			
F6	Porte bois Localisation : Entrée du public	3,4	3	Non disponible
	Surface : 3 m²			






Descriptif des menuiseries


### D.3. Chauffage

#### Commentaire général sur le chauffage

Le chauffage est assuré par une chaudière gaz basse température qui alimente des ventilo-convecteurs muraux ou de plafond via un réseau constant et des radiateurs via un réseau régulé. Une régulation située en chaufferie permet la gestion des températures par pièce via action sur une vanne 3 voies en entrée des ventilo-convecteurs. Les utilisateurs disposent dans chaque pièce d'un thermostat permettant un réglage à  $\pm 2^\circ\text{C}$  et gestion de la vitesse du ventilateur. Les radiateurs sont quant-à-eux sur un réseau bitube et disposent en partie de robinets thermostatiques (dans les circulations notamment) et en partie de robinets simples (archives au sous-sol).

L'extension est quant-à-elle chauffée par une pompe à chaleur multisplit air/air dont le modèle n'a pas pu être relevé (local fermé à clef). Chaque unité intérieure est gérée via un thermostat d'ambiance et une régulation centralisée est présente dans le local technique.

Génération 1			Chaufferie		
			Perf.	Entretien	Photo
Production	Type de système	Chaudière gaz basse température	3	3	
	Localisation	Sous-sol			
	Marque/modèle	De Dietrich GT306			
	Année	2006			
	Puissance (kW)	110 - 150 kW			
	Rendement	93%			
Distribution	Réseau 1	Réseau constant (température de départ : 80°C, température de retour : 60°C) avec pompe de circulation 3 vitesses (405 W)	2	3	
	Réseau 2	Réseau régulé sur vanne 3 voies et à priori courbe de chauffe sur température extérieure. Pompe double 3 vitesses de 150 W			
	Niveau de calorifugeage	Bon			
Emission 1	Type d'émetteur	Ventilo-convecteurs	2	2	
	Compatible basse T°	Non sauf si réduction importante des besoins (fonctionne actuellement à une température de départ de 80°C)			
	Surface concernée (m²)	Bureaux et salles de réunion			
Emission 2	Type d'émetteur	Radiateurs panneaux acier	3	3	Non disponible
	Loi d'eau	Paramètre non relevé et non repéré sur la régulation			
	Compatible basse T°	Oui si réduction des besoins			
	Surface concernée (m²)	Circulation, sanitaires, sous-sol			
Régulation	Production	Régulateur permettant une gestion des températures par pièce pour les ventilo-convecteurs et via courbe de chauffe pour les radiateurs. Les programmations horaires ne semblent pas avoir été effectuées correctement	2	3	
	Emission 1	Thermostat par pièce pour réglage de la température à ± 2°C et réglage de la vitesse du ventilateur	3	3	
	Emission 2	Robinets thermostatiques ou robinets simples	3	3	Non disponible

Génération 2			Pompe à chaleur annexe		
			Perf.	Entretien	Photo
Production	Type de système	PAC air/air	4	5	Non disponible
	Localisation	Local technique			
	Marque/modèle	DAIKIN à priori			
	Année	2021			
Emission	Type d'émetteur	Cassettes et unités murales	4	5	
	Surface concernée (m²)	Toute l'extension			
Régulation	Production	Régulation centralisée permettant la gestion des températures par pièce et programmation hebdomadaire	4	5	Non disponible
	Emission 1	Régulation par pièce permettant la gestion des températures et programmation hebdomadaire mais utilisé en mode chauffage continu			

Les paramètres de températures intérieures sont les suivants :

Zone	T° Confort	T° Réduit	T° Hors-Gel
Bâtiment sur chaufferie	20°C	20°C	8°C
Extension	19°C	15°C	8°C

Consignes de températures pour le chauffage

Les horaires de programmation sont les suivants :


Bâtiment sur chaufferie																								
Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																								
Mardi																								
Mercredi																								
Jeudi																								
Vendredi																								
Samedi																								
Dimanche																								



		Extension																							
Heure		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																									
Mardi																									
Mercredi																									
Jeudi																									
Vendredi																									
Samedi																									
Dimanche																									

D.4. Climatisation

Commentaire général sur la climatisation
Le rafraîchissement de l'extension est assurée par la PAC décrite dans la partie chauffage.
Le rafraîchissement du bâtiment principal est assuré par un groupe froid alimentant les ventilo-convecteurs décrit dans la partie chaud.

Génération 1	Groupe froid
--------------	--------------

			Perf.	Entretien	Photo
Production	Type de système	Groupe eau glacée	3	3	
	Localisation	Local dédié			
	Fluide frigorigène	R407c			
	Marque/modèle	CIAT / CIATCOOLER LIAH 400Z			
	Année	2007			
	Puissance absorbée (kW)	43,1 kW			
	Puissance froid (kW)	96,0 kW			
	EER	2,23			

Emission n°1	Type d'émetteur	Ventilo-convecteurs	3	3	
	Surface concernée (m²)	Bureaux et salles de réunion			
Régulation	Production	Régulateur permettant une gestion des températures par pièce pour les ventilo-convecteurs. Les programmations horaires ne semblent pas avoir été effectuées correctement	3	3	
	Emission 1	Thermostat par pièce pour réglage de la température à ± 2°C et réglage de la vitesse du ventilateur			

Les paramètres de températures intérieures sont les suivants :

Zone	T° Confort	T° Réduit
Bâtiment principal	25°C	30°C
Extension	25°C	30°C

Consignes de températures pour la climatisation

Les horaires de programmation sont les suivants :

Bâtiment principal																								
Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																								
Mardi																								
Mercredi																								
Jeudi																								
Vendredi																								
Samedi																								
Dimanche																								

Extension																								
Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																								
Mardi																								
Mercredi																								
Jeudi																								
Vendredi																								
Samedi																								
Dimanche																								

## D.5. Ventilation - Traitement d'air

### Commentaire général sur la ventilation

Une partie des locaux (anciennement les salles archives, salles de réunion et sanitaires, mais les usages ont changés) sont ventilés mécaniquement via des VMC simple flux. Les menuiseries sont équipées d'entrées d'air dans les autres pièces ce qui permet une circulation de l'air dans les locaux. Certaines bouches sont néanmoins manquantes (service énergie par exemple). La salle de réunion de l'extension possèdent à priori une centrale de soufflage avec batterie chaude ainsi qu'un caisson d'extraction.

#### Système 1

#### Ventilation sanitaires bâtiment principal

			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Simple flux	3	3	Non disponible
	Localisation	Local technique			
	Marque/modèle	France Air Rectilys 600			
	Puissance moteur (W)	159 W			
	Débit extrait (m3/h)	360 m <sup>3</sup> /h			
	Fonctionnement	Continu			

#### Système 2

#### Ventilation salle de réunion R+1

			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Simple flux	3	3	Non disponible
	Localisation	Combles			
	Marque/modèle	France Air Silens'air 160 B			
	Puissance moteur (W)	105 W			
	Débit extrait (m3/h)	240 m <sup>3</sup> /h			
	Fonctionnement	Sur horloge à priori non fonctionnelle			

#### Système 3

#### Ventilation salle de réunion RDC

			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Simple flux	3	3	Non disponible
	Localisation	Combles			
	Marque/modèle	France Air Silens'air 160 B			
	Puissance moteur (W)	105 W			
	Débit extrait (m3/h)	240 m <sup>3</sup> /h			
	Fonctionnement	Sur horloge à priori non fonctionnelle			


#### Système 4

#### Ventilation ancien locaux à risques (RDC, service énergie)

			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Simple flux	3	3	Non disponible
	Localisation	Combles			
	Marque/modèle	France Air Rectilys 600			
	Puissance moteur (W)	159 W			
	Débit extrait (m3/h)	240 m <sup>3</sup> /h			
	Fonctionnement	Continu			

Système 5			Ventilation sanitaire extension		
			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Simple flux	3	3	Non disponible
	Localisation	En combles			
	Marque/modèle	France Air Rectilys 300			
	Puissance moteur (W)	55 W			
	Débit extrait (m3/h)	45 m <sup>3</sup> /h			
	Fonctionnement	Continu			

Système 6			Ventilation Show Room et R+1 extension		
			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Simple flux	3	3	Non disponible
	Localisation	En combles			
	Marque/modèle	France Air Silens'air 160 B			
	Puissance moteur (W)	55 W			
	Débit extrait (m3/h)	45 m <sup>3</sup> /h			
	Fonctionnement	Continu			

Système 7			Ventilation Salle de réunion extension		
			Perf.	Entretien	Photo
Caisson	Type	Double flux sans échangeur	3	3	
	Localisation	Local technique			
	Marque/modèle	Extraction : VIM JBHB ECO PR 05-08 Soufflage : Inconnu			
	Puissance moteur (W)	65 W			
	Débit extrait (m3/h)	450 m <sup>3</sup> /h supposé			
	Fonctionnement	Continu			

## D.6. Eau chaude sanitaire

Commentaire général sur l'eau chaude sanitaire	
L'ECS est produite par divers ballons électriques mais qui n'ont pas été identifiés sur le site.	

## D.7. Eclairage

### Commentaire général sur l'éclairage

L'éclairage est principalement assuré par des tubes fluorescents T5, des ampoules fluocompactes et quelques pavés LED.

Equipement		Description			Perf.	Entretien	Photo
Tube fluorescent 2xT5 24W	Puissance unitaire	50 W	Quantité	60	4	3	Non disponible
	Puissance totale	3 024 W					
	Localisation	Bureaux, Circulation					
	Commande	Manuelle					
Pavé LED 33 W	Puissance unitaire	33 W	Quantité	30	5	4	Non disponible
	Puissance totale	990 W					
	Localisation	Bureaux, Extension					
	Commande	Manuelle					
Ampoule-fluo compacte 12W	Puissance unitaire	12 W	Quantité	9	4	3	Non disponible
	Puissance totale	108 W					
	Localisation	Sanitaires					
	Commande	Manuelle					
Tube fluorescent 1xT8 58W	Puissance unitaire	64 W	Quantité	0	3	3	Non disponible
	Puissance totale	W					
	Localisation	Zone 15					
	Commande	Manuelle					

## D.8. Usages spécifiques : bureautique, électroménager et divers

Le bâtiment est équipé de différents appareils plus ou moins consommateurs d'énergie liés à une utilisation bureautique et électroménager.



E. ANALYSE DES CONSOMMATIONS DES FACTURES

E.1. Points de comptage

Le site dispose actuellement des points de comptages suivants :

N°	Energie	RAE/PDL	Poste(s) raccordé(s)	Commentaire
1	Electricité	30001620661791	Ensemble du site	Puissance souscrite ≥ 36 kVA
2	Gaz	16230390701369	Chauffage	

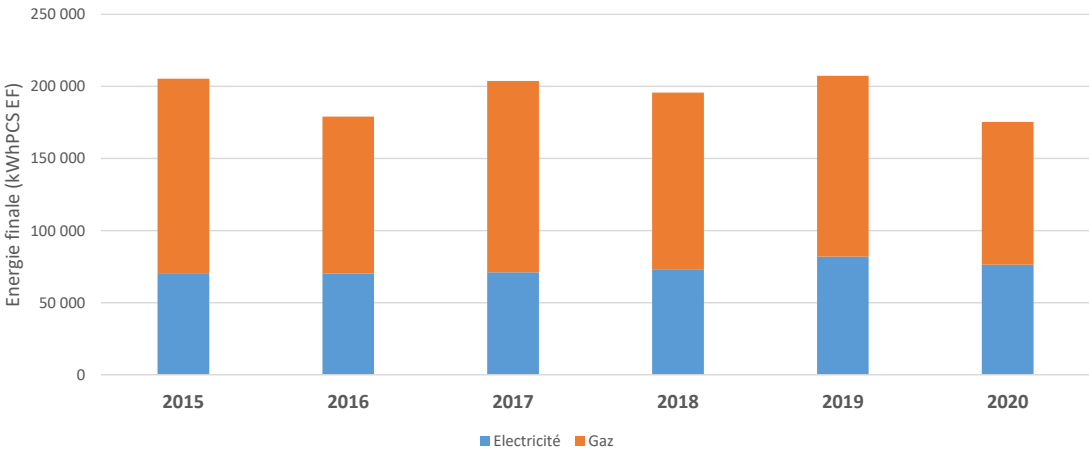
E.2. Synthèse des consommations

Le tableau ci-dessous récapitule les données transmises. Les consommations ne sont pas corrigées DJU, la correction est apportée au paragraphe F.5. pour la comparaison avec la simulation.

Moyenne 2019 à 2020	Consommations		Facture (€ HTVA)	Facture (€ HTVA/kWh)	Emission CO2 kg CO <sub>2</sub> /an
	(kWhEF PCS)	(kWhEP PCS)			
Electricité	77 038	198 757	10 948	0,142	3 082
Gaz	123 267	123 267	5 793	0,047	28 845
TOTAL	200 305	322 024	16 742	-	31 926

Moyenne des consommations des dernières années

Le bâtiment n'étant pas équipé de sous-comptage, à ce stade nous ne pouvons pas déterminer la part de consommation de chaque usage (chauffage, climatisation, ventilation...).



On observe de légères variations liées probablement aux variations climatiques. A noter que ces données datent d'avant la construction de l'extension.

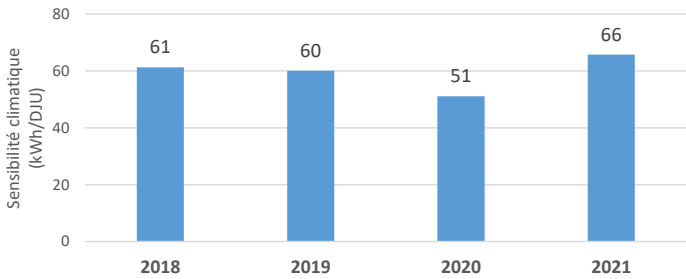
E.3. Sensibilité de la consommation de chauffage au climat

Dans cette partie, nous rapportons la consommation de chauffage à la rigueur climatique, exprimée en Degrés Jours Unifiés (DJU). Plus les DJU pour une année sont élevés, plus l'année a été froide. Un bâtiment avec une sensibilité très variable peut montrer une faiblesse d'isolation ou de régulation du système de chauffage.

Les DJU ci-dessous sont ceux relevés pour la station BERGERAC sur des années complètes et non uniquement sur la période de chauffe.

	2018	2019	2020	2021
Consommation de chauffage (kWh PCS)	122 934	125 404	98 938	145 793
DJU	2 006	2 088	1 935	2 218
Sensibilité climatique (kWh/DJU)	61	60	51	66

Sensibilité du chauffage à la température extérieure



Evolution de la sensibilité du chauffage à la température extérieure



On observe une forte baisse de la consommation de chauffage en 2020 liée aux confinements. A l'inverse, la consommation 2021 est la plus élevée.

#### E.4. Décret tertiaire - Définition de l'année de référence

Deux méthodes sont possibles pour définir les objectifs de réduction des consommations du décret tertiaire :

- Méthode relative : Réduction des consommations par rapport à une année réelle de référence entre 2010 et 2019;
- Méthode absolue : Calcul des consommations cibles selon des ratios définis par usage (arrêté du 24 novembre 2020 et suivant).

##### E.4.1. Méthode relative

Dans le cadre de la méthode relative, l'année de référence est définie sur la base des consommations factures du site après correction climatique. La somme de l'ensemble des factures du site, incluant les données privatives, sont prises en compte. Le tableau ci-dessous synthétise les données de consommations reçues :

Compteur ou sous-compteur	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Electricité	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%
Gaz naturel	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%

La correction climatique est appliquée aux consommations de chaque compteur si l'usage inclut soit le chauffage soit la climatisation. Deux options de correction sont possibles :

- Soit la part liée au chauffage et à la climatisation est connue (totalité du compteur [exemple : compteur réseau de chaleur] ou présence sous-compteur [exemple : compteur gaz avec sous-compteur chauffage]), dans ce cas les consommations globales sont corrigées aux DJU moyen 2000-2019 pour la station météo la plus proche - Correction dite Globale
- Soit la part liée au chauffage et à la climatisation n'est pas connue (exemple : compteur électrique global), dans ce cas une valeur moyenne de correction est calculée sur la base de la surface du site et des DJU moyens - Correction dite Partielle

Les autres compteurs ne sont pas corrigés aux DJU. Le tableau ci-dessous précise pour chaque compteur les données de consommation et de correction :

Compteur ou sous-compteur	Consommation brute (kWhPCI)	Période de référence	Type correction climat	Si oui Chauffage.	Si oui Clim.	Consommation référence (kWhPCI)
Electricité	77 000	01/2010 - 12/2010	Partielle	Oui	Oui	78 507
Gaz naturel	169 000	01/2010 - 12/2010	Globale	Oui	Non	169 341

Avec cette méthode, les consommation de référence et objectif 2030 (-40%) sont de :

<b>Année de référence</b>	247 848	<b>kWhEF PCI</b>
<b>Consommation 2030</b>	148 709	<b>kWhEF PCI</b>

##### E.4.2. Méthode absolue

Dans le cadre de la méthode absolue, l'objectif de consommation 2030 est calculée en fonction des surfaces de pièces et de ratios de consommation définis dans les arrêtés dit "Valeurs absolus I, II et III". Les ratios sont pondérés en fonction d'indicateur d'usage.

Zone	Code NAF - Catégorie	Surface m²	Coefficient CVC	Coefficient USE Base	Coefficient USE modulé	Consommation référence (kWhPCI)
Bureau	Section N - code 82.11Z	1 786	56	50,0	59,2	205 746

Avec cette méthode, la consommation objectif 2030 est de :

<b>Consommation 2030</b>	205 746	<b>kWhEF PCI</b>
--------------------------	---------	------------------

##### E.4.3. Définition de la méthode

Le tableau ci-dessous vous synthétise les objectifs de consommations pour 2030, ainsi que la méthode retenue.

<b>Méthode relative</b>	148 709	<b>kWhEF PCI</b>
<b>Méthode absolue</b>	205 746	<b>kWhEF PCI</b>

La méthode retenue est donc la méthode :

**Méthode absolue**

F. RESULTATS DE SIMULATION DE L'ETAT EXISTANT

F.1. Outils et méthodologie

L'analyse et la simulation du bâtiment sont effectuées sur le logiciel de calcul thermique dynamique Pléiades+COMFIE. La numérisation du bâtiment permet d'affecter à chaque élément de l'enveloppe une composition détaillant les types de matériaux actuellement en place.

La simulation donne la possibilité de simuler le comportement du bâtiment dans son contexte géographique, au sein de sa zone thermique (zone qui varie selon les régions de France métropolitaine) et de son environnement (orientation, masques solaires naturels ou architecturaux...).

Une fois le bâtiment modélisé numériquement, nous pouvons calculer ses déperditions de chaleur et donc sa consommation énergétique. Cette modélisation nous permet de faire ressortir les points faibles du bâti et de simuler les améliorations énergétiques éventuelles.

Une fois l'enveloppe générale du bâtiment modélisée numériquement, nous pouvons y ajouter des scénarios de fonctionnement (consigne de température, occupation, chaleur dissipée, ventilation...) afin de faire « vivre » le bâtiment sur une année complète. Les conditions extérieures (température, rayonnement...) utilisées lors de la simulation sont reproduites à partir d'une moyenne récoltée sur 10 ans (2000 à 2009) par le logiciel de données météorologiques METEONORM. Un résumé des données météo est disponible en annexe. Une variante "été chaud" peut également être utilisée pour les études de confort d'été, pour prendre en compte le réchauffement climatique.

Les données fournies dans ce chapitre (déperditions, températures, taux d'inconfort...) sont directement issues de cette simulation et sont donc purement théoriques.

F.2. Déperditions thermiques - bâtiment principal

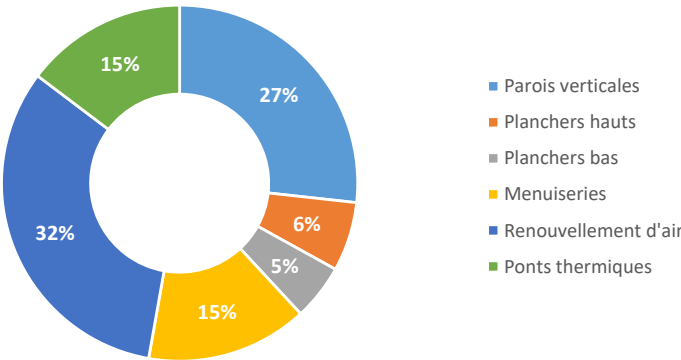
Pour une température extérieure constante de -5°C, les déperditions du bâtiment sont estimées à 48,9 kW.

Le tableau suivant montre un bilan des déperditions par poste :

	Quantité (m2 ou ml)	U moyen (W/m2.K)	Déperdition (W)	Répartition (%)
Parois verticales	1 058	0,48	13 087	27%
Planchers hauts	406	0,29	3 077	6%
Planchers bas	393	0,24	2 485	5%
Menuiseries	140	1,97	7 180	15%
Renouvellement d'air	-	-	15 909	33%
Ponts thermiques	-	-	7 192	15%
TOTAL :			48 930	100%

Répartitions des déperditions

Répartition des déperditions par poste



Répartitions des déperditions

Le renouvellement d'air (ventilation mécanique notamment) et les murs (isolation moyenne) représentent les principaux poste de déperditions.

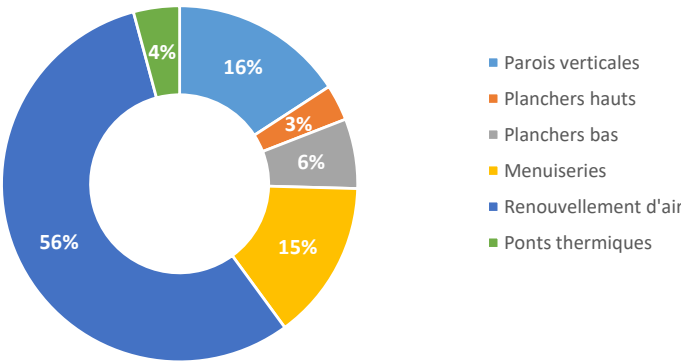
F.3. Déperditions thermiques - Extension et bâtiment accolé

Pour une température extérieure constante de -5°C, les déperditions du bâtiment sont estimées à 12,8 kW.

Le tableau suivant montre un bilan des déperditions par poste :

	Quantité (m2 ou ml)	U moyen (W/m2.K)	Déperdition (W)	Répartition (%)
Parois verticales	212	0,37	2 025	16%
Planchers hauts	138	0,12	419	3%
Planchers bas	139	0,22	811	6%
Menuiseries	36	1,98	1 858	15%
Renouvellement d'air	-	-	7 152	56%
Ponts thermiques	-	-	535	4%
TOTAL :			12 800	100%

Répartitions des déperditions



Répartitions des déperditions



Les parois étant globalement bien isolées, le renouvellement d'air (ventilation mécanique) est le poste principal des déperditions.

## F.4. Consommations énergétiques

Cette partie présente les consommations de chaque poste du site. Ceci permet, dans un premier temps, d'évaluer le « poids » des différents postes dans la facture globale puis dans un second temps de dégager les points faibles, pour y apporter des améliorations.

### F.4.1. Méthodologie de calculs

Le logiciel de simulation thermique nous permet de calculer les consommations de chacun des postes.

#### Chauffage :

La consommation est calculée selon deux facteurs :

- Les besoins thermiques nets (chapitre précédent) ;
- Le rendement global du chauffage comprenant (génération, régulation, distribution, émission).

#### Eau Chaude Sanitaire :

Les consommations d'eau chaude sanitaire dépendent :

- Des types de puisages ;
- Des usages du bâtiment ;
- Du rendement global de production d'eau chaude sanitaire.

#### Auxiliaires :

Les consommations des auxiliaires correspondent aux consommations des moteurs de ventilation ainsi que de l'ensemble des équipements permettant le bon fonctionnement des autres équipements (circulateur, pompes, ...). Ces consommations sont calculées suivant :

- Les équipements répertoriés sur place ;
- Les modes de fonctionnements de ces appareils.

#### Eclairage :

La consommation électrique des éclairages a été estimée à partir :

- De l'inventaire réalisé sur le site nous donnant la quantité, le type et les puissances moyennes des équipements ;
- Les temps de fonctionnement sont estimés suivant l'activité actuelle du bâtiment.

#### Usages spécifiques :

- Bureautique et électroménager
- Equipements industriels électriques

A partir de l'inventaire des équipements réalisé pendant la visite des locaux, un bilan des consommations électriques a été établi. Ces consommations ne sont pas utilisées dans le calcul des étiquettes énergétiques.

### F.4.2. Répartition des consommations

Nous rappelons ici les hypothèses des coûts de l'énergie issues des factures énergétiques quand celles-ci sont disponibles, ou à défaut un prix moyen constaté par Energio :

Energie	Coût (€ HTVA/kWh)	Source
Electricité	0,1421	Factures
Gaz	0,0470	Factures
Bois	0,0000	Factures

Tableau: Coût des énergies


La simulation permet de reconstruire la répartition des consommations par poste, présentée dans le tableau suivant. Les détails des consommations et factures par poste et par type d'énergie sont disponibles en annexe.

**Nota : La consommation de chauffage diffère de la consommation des factures, car celle-ci est calculée sur la base d'une année type, avec des conditions climatiques différentes de celles correspondant aux factures.**

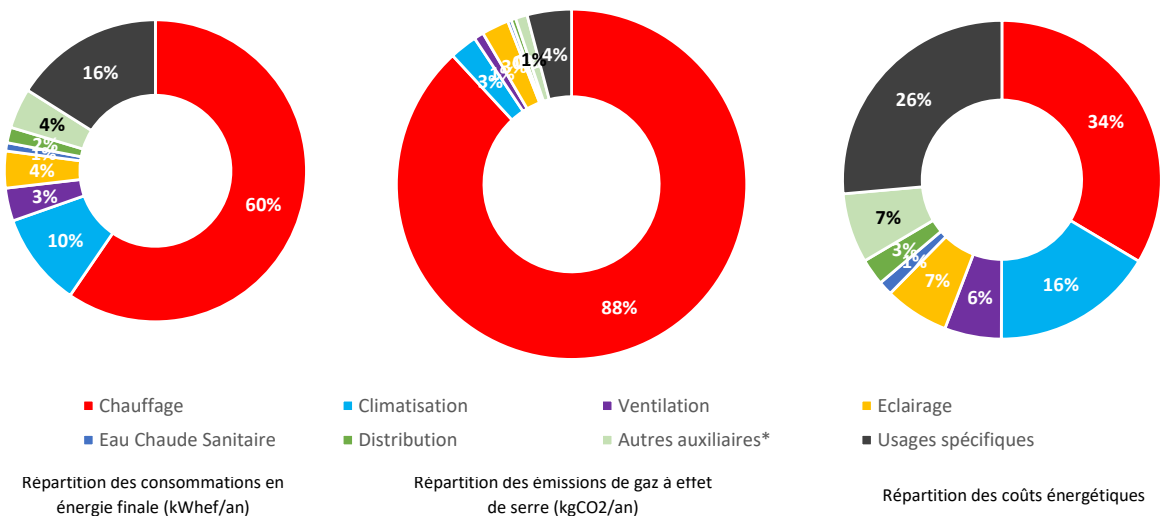
Usages	Conso énergie finale (kWh PCS)	Part (%)	Conso énergie primaire (kWh PCS)	Emissions CO <sub>2</sub> (kg)	Facture (€ HTVA)	Energie primaire kWh/m <sup>2</sup> SHON	Emissions de GES kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON
Chauffage	114 700	60%	118 000	26 730	5 590	66	15
Climatisation	19 400	10%	50 000	770	2 750	28	0
Ventilation	6 800	4%	17 500	270	960	10	0
Eclairage	7 600	4%	19 700	760	1 090	11	0
Eau Chaude Sanitaire	1 700	1%	4 400	100	240	2	0
Distribution	3 200	2%	8 100	130	450	5	0
Autres auxiliaires*	8 300	4%	21 500	330	1 180	12	0
Usages spécifiques	30 900	16%	79 800	1 240	4 400	45	1
<b>TOTAL (hors usages spé.)</b>	<b>161 700</b>	<b>84%</b>	<b>239 200</b>	<b>29 090</b>	<b>12 260 €</b>	<b>134</b>	<b>16</b>
<b>TOTAL</b>	<b>192 600</b>	<b>100%</b>	<b>319 000</b>	<b>30 330</b>	<b>16 660 €</b>	<b>179</b>	<b>17</b>

\* ventilateurs locaux des émetteurs (type ventilo-convecteur, aérotherme,...), consommations d'auxiliaire des PAC sur air, etc.

Bilan des consommations théoriques



Le chauffage est le poste principal des consommations, suivi par les usages spécifiques et la climatisation des locaux.



#### F.4.3. Comparaison simulation / réel

Afin de valider le modèle initial du bâtiment, nous le comparons aux données de factures réelles. Afin de d'analyser convenablement les consommations de chauffage et de climatisation, nous corrigeons les données factures en fonction de leur Degrés Jours Unifiés (DJU, pour le chauffage et refroidissement) afin d'obtenir les mêmes conditions climatiques entre la simulation et les données réelles.

Correction Chauffage	DJU chaud	Consommation réelle (kWhPCS)	Consommation corrigée (kWh PCS)
2018	2 006	122 934	<b>120 287</b>
2019	2 088	125 404	<b>117 919</b>
2020	1 935	98 938	<b>100 354</b>
2021	2 218	145 793	<b>129 037</b>
<b>Moyenne</b>		115 759	<b>112 853</b>
<b>Simulation</b>	1 963		<b>114 699</b>

Comparaison du chauffage simulation / réel

Les valeurs de la colonne de gauche dans le tableau ci-dessous sont issues des factures mais sont corrigées des DJU (DJU) pour être comparables à celle de la simulation. Elles sont donc différentes des valeurs des factures mais elles sont utilisées uniquement pour les comparer à la simulation.

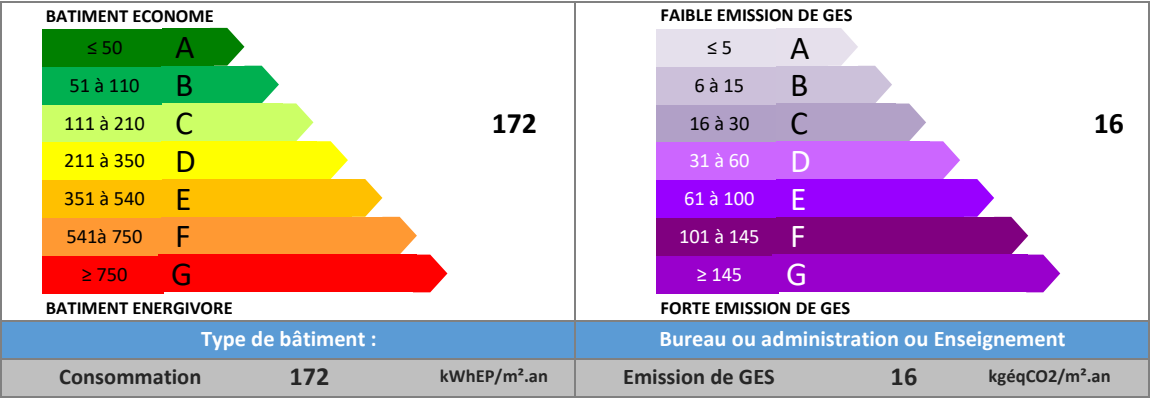
	Données factures corrigés des DJU	Simulation	Ecart (%)
Consommation énergie finale (kWh <sub>ef</sub> PCS)	189 891	192 587	-1%
Consommation énergie primaire (kWh <sub>ep</sub> )	311 610	318 974	-2%
Facture (€ HTVA)	16 252	16 660	-3%

Comparaison des consommations simulation / réel

L'écart entre la facture réelle et la simulation est inférieur à 10%, ce qui permet de valider les paramètres de la simulation qui serviront ensuite de référence lors de la modélisation des préconisations et des scénarios.

F.5. Etiquette Energie/Climat simulée avant travaux

Les étiquettes sont établies en fonction des consommations théoriques d'énergie primaire à partir des besoins pour les postes chauffage, ECS, ventilation, éclairage et auxiliaires (hors habitations). **Les étiquettes présentées ici ne sont pas des étiquettes DPE au sens de la réglementation et ne sont pas utilisables en tant que telles.**



Etiquette Energie/Climat avant travaux











## G. PRECONISATIONS DE TRAVAUX

### G.1. Orientations avant préconisation

#### G.1.1. Enveloppe

Le tableau ci-après permet de vous présenter les grandes orientations possibles [liste non exhaustive] afin de réduire les consommations énergétiques liées à l'enveloppe. Les commentaires et l'indicateur de mise en œuvre permettent de comprendre les préconisations qui sont envisageables.

Opportunité de mise en place		Ce type de travaux est approprié pour le site.
		Ce type de travaux est envisageable mais comporte des contraintes importantes.
		Ce type de travaux n'est pas approprié pour le site.

Types de parois	Type Méthode	Commentaires	Opportunité de mise en place
Mur	Isolation par l'intérieur	Les quelques murs non isolés pourront être doublés. Un renforcement de l'isolation sur le reste du site sera très coûteux pour des gains moyens.	
Mur	Isolation par l'extérieur	Solution non envisageable, le bâtiment étant situé en périmètre classé.	
Plafond	Isolation sur plancher des combles	Les planchers sont convenablement isolés, cette solution est donc peu intéressante.	
Plafond	Isolation des rampants par l'intérieur	Les rampants sont convenablement isolés, cette solution est donc peu intéressante.	
Menuiserie	Double vitrage	Les menuiseries ont globalement des caractéristiques correctes.	

#### G.1.2. Chauffage

Le tableau ci-après permet de vous présenter les grandes orientations possibles [liste non exhaustive] pour faire évoluer votre système de production de chaleur. Les commentaires et l'indicateur de mise en œuvre vous permettent de comprendre les préconisations qui sont envisagées par le thermicien.

Types d'énergies	Types d'appareils	Commentaires	Opportunité de changement de système de chauffage
Fioul	Chaudière à condensation	Energie non intéressante du fait de la présence d'un réseau de gaz de ville.	
Gaz	Chaudière à condensation	Cette solution est envisageable pour réduire les consommations énergétiques.	
Bois	Chaudière à condensation	La mise en place d'une chaudière bois sera rendu difficile par le peu d'espace en chaufferie (sauf à supprimer le groupe froid pour réutiliser ce local pour la chaufferie bois)	
Bois	Réseau de chaleur	Le réseau de chaleur de la ville de Périgueux passe à proximité du bâtiment. Une étude de raccordement est à envisager.	
Géothermie	Pompe à chaleur Eau/Eau	Le potentiel sur aquifère est théoriquement fort sur la zone. Une géothermie sur sonde est également envisageable. Dans les deux cas, un redimensionnement des émetteurs sera nécessaire afin d'avoir un fonctionnement basse température.	
Electrique	Pompe à chaleur Air/Eau	La mise en place d'un groupe froid réversible est envisageable pour assurer les besoins de froid et de chauffage mais cela demandera un redimensionnement des émetteurs.	
Electrique	Pompe à chaleur Air/Air	Solution peu intéressante, le bâtiment disposant d'un réseau hydraulique.	
Electrique	Panneaux rayonnants	Ces équipements engendrent une consommation et une facture énergétique importante.	

### G.1.3. Equipements

Le tableau ci-après permet de vous présenter les grandes orientations possibles [liste non exhaustive] pour faire évoluer les équipements. Les commentaires et l'indicateur de mise en œuvre permettent de comprendre les préconisations qui sont envisageables.

Equipement	Types d'appareils	Commentaires	Opportunité de mise en place
Ventilation Simple Flux	A débit modulé	La mise place d'horloge sur les caissons distribuant des locaux de type bureaux/salle de réunions permettra de réduire les consommations du bâtiment.	●
Ventilation Double Flux	A débit modulé	Cette solution est envisageable pour la salle de réunion de l'extension. Néanmoins, le local étant très récent, nous ne la retiendrons pas.	●
Climatisation	Pompe à chaleur type split	Un groupe froid est déjà présent.	●
ECS	Ballon électrique	Solution actuelle adaptée à l'usage.	●
Eclairage	LED	La généralisation des LED est envisageables pour réduire les consommations.	●
Eclairage	Régulation	Equipements déjà présents dans les sanitaires.	●

### G.1.4. Energie solaire

Le tableau ci-après permet de vous présenter les grandes orientations possibles [liste non exhaustive] pour l'utilisation de l'énergie solaire. Les commentaires et l'indicateur de mise en œuvre permettent de comprendre les préconisations qui sont envisageables.

Equipement	Types d'appareils	Commentaires	Opportunité de mise en place
Solaire thermique	Production ECS	Besoins trop faible	●
Solaire photovoltaïque	Autoconsommation locale	Solution non envisageable, le bâtiment étant situé en périmètre classé.	●
Solaire photovoltaïque	Autoconsommation groupée	Solution non envisageable, le bâtiment étant situé en périmètre classé.	●
Solaire photovoltaïque	Revente	Solution non envisageable, le bâtiment étant situé en périmètre classé.	●

## G.2. Préambule aux préconisations

Ce chapitre liste, décrit et quantifie chacune des préconisations que propose le thermicien. Elles sont le fruit des orientations proposées par le thermicien dans la partie précédente.

Il est important de noter ici deux points fondamentaux :

- Les chiffrages restent des évaluations : il faudra affiner en s'appuyant sur des devis d'entreprises qualifiées ;
- Le montant de la subvention est indicatif car il dépend du scénario confirmé par la commune.

Les éléments subventionnables d'un chiffrage seront désignés par le symbole suivant :



Reconnu Garant de l'Environnement - Trouvez le votre pour la réalisation de vos travaux sur :  
<http://www.renovation-info-service.gouv.fr/trouvez-un-professionnel>

S

Pour chaque action, les contraintes liées à sa mise en œuvre sont qualifiées. La difficulté de mise en œuvre et de suivi des travaux est définie comme suit :

**Légère** : Les travaux peuvent être conduits par un employé communal selon disponibilité. Les corps de métier n'ont pas ou peu d'interactions entre eux. Un planning simple est suffisant pour coordonner les travaux. La technicité des travaux est faible.

**Moyenne** : Les travaux peuvent être suivis par un conducteur de travaux interne, les modifications concernant la sécurité du bâtiment sont mineurs et relèvent uniquement de la mise en conformité.

**Elevée** : les travaux sont conséquents et complexes, ils nécessitent la sollicitation d'un maître d'œuvre. Les travaux font intervenir plusieurs corps de métiers différentes. Des modifications importantes sont à prévoir (structurelles, accessibilités, impact sur l'usage, ...).

Est également précisée pour chaque action la part liée au gros entretien (je remplace un équipement pour maintenir mon bâtiment en bonne santé). Vous trouverez plus d'information en section H7.

Enfin, les détails des consommations et factures par poste et par type d'énergie pour chaque préconisation sont disponibles en annexe.



**La tension sur les matières premières semble être amenée à durer. Elle se conjugue à un manque de main d'œuvre chez les artisans et à une difficulté d'approvisionnement. Aussi, il existe un risque réel d'inflation modérée à forte. Nos chiffrages pourraient, en conséquence, être minorés par rapport à la réalité de vos futurs chantiers.**

### G.3. Bonnes pratiques

#### G.3.1. Management de l'énergie

Pour assurer un pilotage efficient, nous recommandons la mise en place d'un contrat d'Energy Management, qui peut se décliner sous la forme d'un contrat de performance énergétique. Avec ce type de contrat, le prestataire s'engage sur un niveau de consommation annuel et également sur des économies envisageables qu'il garantit. La rémunération des parties sera à contractualiser.

Une consultation de plusieurs prestataires peut être lancée avec un critère de sélection des offres sur les économies d'Energie annoncées et garanties. Le cout de cette solution va dépendre du type de contrat retenu.

Les missions d'un Energy Manager sont multiples :

- Surveillance du bon fonctionnement du bâtiment (confort, consommation) ;
- Assistance quotidienne du mainteneur pour l'exploitation du bâtiment (alerte et analyse détaillée des problèmes) ;
- Animation régulière de comité de pilotage réunissant le propriétaire, le représentant des occupants et le mainteneur. Ces comités permettent de suivre la vie du bâtiment, établir les économies, définir les plans d'actions ;
- Mise en place et pérennisations des actions d'économie d'énergie ;
- Proposition d'amélioration et de travaux ciblés.

Il est possible d'assurer entre 5 et 7% d'économie d'énergie, selon le profil du bâtiment.

#### G.3.2. Sensibilisation des occupants

La sensibilisation des usagers est un point essentiel pour pérenniser et valoriser les actions matérielles mises en place.

Nous proposons ici une démarche à suivre afin de sensibiliser durablement les usagers :

**1) Reprendre la démarche en l'officialisant.**

- Exprimer clairement et à tous, l'engagement de la direction.

**2) La faire correspondre avec les éventuelles décisions d'investissements.**

- Associer les usagers à la réflexion sur les investissements envisagés.

**3) Donner à tous les agents des explications rationnelles sur les enjeux énergétiques et les impacts environnementaux liés**

**4) Impliquer les agents dans une réflexion sur ce qu'il est possible et nécessaire de faire**

- Faire s'exprimer les ressentis et obtenir un engagement individuel et collectif.
- Mettre en route les idées concernant l'énergie de la démarche « Chasse aux gaspi ».

**5) Démontrer par l'exemple de ce qui se fait ailleurs, que modifier ses comportements est possible, efficace et gratifiant**

**6) Définir le cadre pratique de la démarche**

Objectifs.  
Critères et moyens de mesure des résultats.  
Devenir des économies réalisées.  
Calendrier.  
Accompagnement ou non par un tiers extérieur neutre.  
Communiquer en permanence.  
Sur les actions, les résultats, les bonnes pratiques.  
Pour rappeler les bons gestes, là où ils peuvent être réalisés.

**7) Faire vivre la démarche**

Bilans réguliers  
Événements de mobilisation (semaine de l'énergie...)

## G.4. Préconisations : enveloppe

### G.4.1. Isolation des murs non isolés par l'intérieur

L'intervention consiste à isoler les murs non isolés (bureau du président et salle de réunion RDC) par l'intérieur. La préconisation se base sur la mise en place d'un isolant ayant une résistance de 3.7 m<sup>2</sup>.K/W en deux couches croisées sur rail.

**VARIANTE BIOSOURCEE** : L'isolation par l'intérieur des murs est réalisée par la mise en place d'un isolant végétal ou animal (laine de bois, chanvre, isolant en textile recyclé, etc...) avec frein-vapeur. L'isolation est réalisée avec des panneaux isolants entre des tasseaux de bois revêtus ensuite par des plaques de plâtre.

Afin de ne pas perturber l'équilibre hygroscopique de la paroi, il est préférable de mettre en œuvre des produits favorables à la migration de vapeur d'eau (le polystyrène expansé est fortement imperméable à la vapeur d'eau et est donc à proscrire). Les isolants de type panneaux semi-rigides de laine de verre, laine de roche sont adaptés mais des risques de condensation au sein de ces matériaux peuvent être rencontrés ce qui perturbe leur qualité isolante. Les matériaux de type laine de bois sont adaptés à l'isolation des parois verticales sensibles du point de vue hygroscopique (ils sont perspirants) et ne représentent pas de risques de tassement ni de condensation dus à leur mise en œuvre à la verticale.

Quantité :	69 m <sup>2</sup>	Contrainte de réalisation	légère
Exigence / Label :	R ≥ 3,7 m <sup>2</sup> .K/W	ACERMI / CSTB / Européen	

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Dépose évacuation du revêtement existant	
Pose d'un complexe isolant sur ossature métallique comprenant laine minérale, pare-vapeur, et plaque de plâtre	
Mise en peinture du support	
Forfait dépose repose d'éléments divers	

\* Chiffrage réalisé à partir de ratios par m<sup>2</sup>.

BILAN ECONOMIQUE**	Base	Biosourcée
Investissement (€ HTVA) :	7 000 €	7 700 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €	
(kWhcumac) CEE potentiels :	161 460 soit une prime 775 €**	

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	Base	Biosourcée
Temps de retour brut (hors subvention) :	15 années	16 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	13 années	14 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	500 €	3%
(kWhcf PCS/an) Economie sur consommation totale :	8 800	5%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	1 900	6%

## G.5. Préconisations : équipements

Avant d'introduire les préconisations liées aux équipements, il est important de rappeler le rôle de la régulation dans un bâtiment. Il s'agit d'un des principaux postes sur lequel il faut agir en priorité. Prenons l'exemple d'un groupe scolaire qui ne disposerait pas de régulation sur le chauffage, la mise en place de cet équipement permettrait de réaliser un gain d'environ 30% sur la consommation de chauffage grâce aux réduits de nuit, de week-ends et de vacances.

La régulation peut être généralisée à tous les équipements :

- **Eclairage** : Mise en place d'une détection de présence, d'une détection de luminosité, d'une horloge ;
- **Eau chaude sanitaire** : Mise en place d'une horloge, programmation vacances ;
- **Ventilation** : Mise en place d'une détection de présence, d'une horloge, d'une sonde de CO2.

Les détails des consommations et factures par poste et par type d'énergie pour chaque préconisation sont disponibles en annexe.

### G.5.1. Régulation en chaufferie

La régulation peu intuitive sur laquelle aucun réduct n'est réalisé est pénalisante pour le bâtiment.

Il est donc proposé le remplacement de la régulation par une régulation permettant la reprise de l'ensemble des ventilo-convecteurs et du circuit de radiateur avec mise en place de réduct accessible sur un poste informatique du SDE. Les gains calculés sont associés à la mise en place de réduct hors occupation.

Quantité :	Ensemble	Contrainte de réalisation :	légère
Exigences CEE et caractéristiques :	Programmeur d'intermittence au sens de la norme EN 12098		

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Remplacement de la régulation en chaufferie

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	3 500 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	90 407 soit une prime 434 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	3 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	4 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	1 100 €	7%
(kWhcf PCS/an) Economie sur consommation totale :	23 400	12%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	5 500	18%

#### G.5.2. Chaudière gaz à condensation

Il est proposé le remplacement de la chaudière par une chaudière gaz à condensation. Le réseau actuel possédant un circuit constant haute température, les gains ne pourront être maximisés qu'en passant sur des ventilo-convecteurs basse température (voir préco G.5.6).

<b>Quantité :</b>	1 chaudière	<b>Contrainte de réalisation :</b>	légère
<b>Contraintes :</b>	Remplacement des ventilo-convecteurs pour fonctionnement basse température		
<b>Exigences CEE et caractéristiques :</b>	Efficacité énergétique saisonnière $\geq 90\%$ (si $P < 70$ kW)		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Dépose chauffage existant	
Fourniture et pose d'une chaudière gaz à condensation et des équipements préconisés par le constructeur	
Essais et mise en service	

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	15 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	456 600 soit une prime 2 192 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	> 50 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	32 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	300 €	2%
(kWhPCS/an) Economie sur consommation totale :	5 900	3%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	1 400	5%

### G.5.3. Mise en place d'un groupe froid réversible

Il est proposé de remplacer le groupe froid par un groupe froid réversible permettant d'assurer le chauffage des locaux. Il sera indispensable de fonctionner à basse température (température de départ de maximum 45°C) et donc à priori de remplacer l'ensemble des ventilo-convecteurs.

<b>Quantité :</b>	1 groupe froid	<b>Contrainte de réalisation :</b>	légère
<b>Contraintes :</b>	Espace disponible suffisant pour le groupe froid		
<b>Exigences CEE et caractéristiques :</b>	Rendement énergétique saisonnier $\geq 126\%$ (basse température) ou $111\%$ (haute et moyenne température)		
	COP moyen pour le chauffage $> 3$		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Dépose chauffage existant	
Fourniture et pose d'un groupe froid, kit hydraulique, régulation	
Raccordement de l'installation au réseau hydraulique	
Essais et mise en service	

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	24 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	15 000 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	-200 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	712 296 soit une prime 3 419 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	-
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	-

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	-700 €	-4%
(kWhcf PCS/an) Economie sur consommation totale :	70 300	37%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	18 900	62%



#### G.5.4. Géothermie sur aquifères

La géothermie sur sonde demanderait la mise en place de 5 sondes de 185 m chacune ce qui risque d'être difficile au vu de l'espace disponible (les sondes doivent être espacées de 10 m).

Une géothermie sur aquifère est envisageable. Les nappes présentes sont décrites ci-dessous. Les deux premières sont exploitées pour l'eau potable dans un rayon de 2 km ce qui rend peu probable la possibilité de réaliser une géothermie. La troisième semble exploitable. Elle commence à une profondeur de 170 m pour une température d'eau de 19°C.

Aquifère	Profondeur d'accès (m)	Température °C	Débit exploitable	Ouvrage AEP (*)	Potentiel TBE	Potentiel BE
Coniacien-Santonien	20	12	10 à 50	Oui	Potentiel moyen	Potentiel inconnu
Turonien	49	15	10 à 50	Oui	Potentiel moyen	Potentiel inconnu
Kimmeridgien	170	19	10 à 50	Non	Potentiel moyen	Potentiel inconnu
Bathonien-Oxfordien	255	22	50 à 100	Non	Potentiel inconnu	Potentiel moyen
Bajocien	383	24	50 à 100	Non	Potentiel inconnu	Potentiel moyen

Quantité :	340	Contrainte de réalisation :	élevée
Contraintes :	Etude de faisabilité à réaliser en amont (non chiffrée)		
	Profondeur potentiellement élevée		
	Forage géotechnique		
Exigences CEE et caractéristiques :	COP moyen pour le chauffage > 3,5		

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Forage, installation géothermie
Fourniture et pose d'une pompe à chaleur à eau glycolée
Essais et mise en service

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	289 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	15 000 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	-200 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	712 296 soit une prime 3 419 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	> 50 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	39 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	3 700 €	22%
(kWhcf PCS/an) Economie sur consommation totale :	100 800	52%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	24 800	82%

#### G.5.5. Géothermie sur sondes

Il est proposé en variante la réalisation d'une géothermie sur sonde avec 4 sondes de 185 m. Celle-ci ne couvrant pas l'ensemble des besoins, la chaudière gaz devra être conservée pour assurer l'appoint. La PAC sera mise en place en remplacement du groupe froid et la chaufferie sera adaptée pour permettre la cascade entre les deux équipements.

<b>Quantité :</b>	Ensemble	<b>Contrainte de réalisation :</b>	légère
<b>Contraintes :</b>	Etude de faisabilité à réaliser en amont (non chiffrée)		
	Forage géotechnique		
<b>Exigences CEE et caractéristiques :</b>	COP moyen pour le chauffage > 3,5		
	Longueur des sondes : 185 m		
	Nombre de sondes : 4		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Dépose du groupe froid	
Forage, installation de sondes géothermiques verticales (hors coûts d'études)	
Fourniture et pose d'une pompe à chaleur à eau glycolée	
Adaptation de la chaufferie	
Essais et mise en service	

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	108 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	712 296 soit une prime 3 419 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	38 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	26 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	2 900 €	17%
(kWhPCS/an) Economie sur consommation totale :	80 200	42%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	19 900	66%

#### G.5.6. Raccordement au réseau de chaleur

Le réseau de chaleur de la ville de Périgueux est alimenté par une chaufferie biomasse de 3,5 MW et un appoint gaz.

La distance entre le réseau et le bâtiment semble élevée pour envisager le raccordement (densité énergétique de 0,12 MWh/ml) mais il peut tout de même être intéressant de se rapprocher de l'opérateur au cas où des extensions soient prévues.

Il a ici été pris comme hypothèse un coût de l'énergie issue d'une enquête de la FEDENE de 2017. Pour le raccordement, il a été supposé un coût de 148 €/kW (valeur issue d'une étude AMORCE de février 2016).

<b>Quantité :</b>	Ensemble	<b>Contrainte de réalisation :</b>	moyenne
<b>Contraintes :</b>	Faisabilité technique et économique du raccordement		

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Dépose de la chaudière
Mise en place de l'échangeur de chaleur
Forfait raccordement

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	9 700 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	15 000 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	657 504 soit une prime 3 156 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWh/camion estimé à 0,0048€/kWh/camion Fourme par le SDE24. Le coût du kWh/camion est variable.	
BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	-
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	-

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	-600 €	-4%
(kWhcf PCS/an) Economie sur consommation totale :	15 600	8%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	23 600	78%

#### G.5.7. Remplacement des ventilo-convecteurs

Les ventilo-convecteurs fonctionnent actuellement à haute température (alors que ce sont normalement des équipements dimensionnés pour un fonctionnement basse température). Il conviendra donc de vérifier s'il est possible de fonctionner à basse température (dans le cas d'un passage sur groupe froid et géothermie notamment) et remplacer les équipements le cas échéant.

<b>Quantité :</b>	41 (estimée)	<b>Contrainte de réalisation :</b>	élevée
<b>Contraintes :</b>	Intervention à l'intérieur des locaux		
<b>Exigences CEE et caractéristiques :</b>	Label énergétique EUROVENT classe A ou caractéristiques équivalentes		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Dépose des équipements existants	
Fourniture et pose de ventilo-convecteurs basse température	

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	57 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	28 500 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	32 610 soit une prime 157 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	26 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	20 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	2 300 €	14%
(kWhcf PCS/an) Economie sur consommation totale :	22 700	12%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	2 900	10%

#### G.5.8. Améliorations diverses VMC

Les VMC ne desservent plus nécessairement les catégories de locaux pour lesquels elles étaient prévues. Il est proposé :

- De vérifier le bon fonctionnement et de les remplacer/réparer le cas échéant (non chiffré)
- De remettre en place des bouches où celles-ci ont été retirées : à ce titre, des bouches à détection de présence pourront être mises en œuvre dans les bureaux
- De mettre en œuvre des horloges pour couper les VMC des bureaux et salles de réunion hors occupation.

<b>Quantité :</b>	10 bouches supposées 5 horloges	<b>Contrainte de réalisation :</b>	légère
-------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Fourniture et pose de bouches d'extraction
Mise en place d'horloges aux tableaux électriques

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	1 300 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	soit une prime 0 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	1 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	2 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	1 200 €	7%
(kWh PCS/an) Economie sur consommation totale :	18 400	10%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	3 700	12%

#### G.5.9. Eclairage LED

Il est proposé de réaliser un remplacement des tubes fluorescents en mettant en place un éclairage de type LED.

<b>Quantité :</b>	60 (estimée)	<b>Contrainte de réalisation :</b>	moyenne
<b>Exigences CEE et caractéristiques :</b>	Efficacité lumineuse $\geq 120$ lumens par watt		
	durée de vie calculée à 25°C $\geq 50\,000$ heures pour les secteurs Bureaux, Santé, Enseignement et Commerces de surface supérieure à 400 m <sup>2</sup>		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Dépose des équipements existants	
Fourniture et pose de :	
- pavés LED	
- ampoules LED	

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	7 600 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	soit une prime 0 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	38 années
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	26 années

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	200 €	1%
(kWh PCS/an) Economie sur consommation totale :	1 400	1%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	100	0%

#### G.5.10. Sous-compteur borne de recharge

Il est préconisé la mise en œuvre d'un sous-compteur électrique pour évaluer la part de la recharge des véhicules électriques. Ce compteur sera à relever régulièrement pour avoir un suivi des consommations.

<b>Quantité :</b>	1	<b>Contrainte de réalisation :</b>	légère
-------------------	---	------------------------------------	--------

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Fourniture et pose du sous-compteur	

\* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE**	
Investissement (€ HTVA) :	200 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
(kWhcumac) CEE potentiels :	soit une prime 0 €**

\*\* Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0048€/kWhCumac Fournie par le SDE24. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN FINANCIER	
Temps de retour brut (hors subvention) :	-
Temps de retour dynamique - Inflation 7% (hors subvention) :	-

BILAN ENERGETIQUE		
(€ HTVA/an) Economie sur facture totale :	0 €	0%
(kWh PCS/an) Economie sur consommation totale :	0	0%
(kg éq CO2/an) Gaz à effet de serre évité :	0	0%

## H. SCENARIOS DE TRAVAUX

### H.1. Hypothèses générales

Afin de calculer des temps de retour sur investissement dynamique et se rapprochant au plus près de la réalité économique, nous avons utilisé les hypothèses suivantes :

- Inflation annuelle du coût de l'énergie, suivant les hypothèses de cahier des charges de l'ADEME pour les audits énergétiques, qui incluent 2% d'inflation monétaire :
  - Electricité : 3,0%
  - Fioul : 4,7%
  - Gaz : 4,1%
  - Bois : 3,1%
- Inflation annuelle du coût de maintenance : 1%
- Part de l'emprunt sur les travaux : 0%
- Taux d'emprunt annuel : 1%
- Durée de l'emprunt : 20 ans
- Revente des CEE Fournie par le SDE24 : 0,0048 €/kWhcumac

### H.2. Choix de bouquets de travaux

Le scénario 1 a été construit de façon à réaliser les travaux de régulation faciles à mettre en œuvre.

Les autres scénarios correspondent à des variantes en terme de solution de chauffage.

Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
<b>ENVELOPPE</b>						
Isolation des murs non isolés par l'intérieur	Classique : 7 000 € Biosourcé : 7 700 €		Biosourcé	Biosourcé	Biosourcé	Biosourcé
<b>EQUIPEMENTS</b>						
Régulation en chaufferie	3 500 €	✓	✓	✓	✓	✓
Chaudière gaz à condensation	15 000 €		✓			
Mise en place d'un groupe froid réversible	24 000 €			✓		
Géothermie sur aquifères	289 000 €					
Géothermie sur sondes	108 000 €					✓
Raccordement au réseau de chaleur	9 700 €				✓	
Remplacement des ventilo-convecteurs	57 000 €		✓	✓		✓
Améliorations diverses VMC	1 300 €	✓	✓	✓	✓	✓
Eclairage LED	7 600 €		✓	✓	✓	✓
Sous-compteur borne de recharge	200 €	✓	✓	✓	✓	✓

Préconisations proposées pour chaque scénario

### H.3. Analyse des scénarios proposés

Le tableau suivant présente une grille de résultats synthétiques pour les scénarios de travaux proposés. Les détails des consommations et factures par poste et par type d'énergie sont disponibles en annexe. Les comparaisons sont faites par rapport à l'état existant, il ne s'agit pas des objectifs décret tertiaire.

	Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
<b>BILAN ECONOMIQUE**</b>						
Investissement travaux (€ HTVA)	-	5 000 €	92 300 €	101 300 €	30 000 €	185 300 €
Surcoût annuel de la maintenance (€ HTVA)	0 €	0 €	0 €	-200 €	0 €	0 €
Coût de la maîtrise d'œuvre (€ HTVA)	-	400 €	6 500 €	7 100 €	2 100 €	13 000 €
<b>Investissement total (€ HTVA)</b>	<b>-</b>	<b>5 400 €</b>	<b>98 800 €</b>	<b>108 400 €</b>	<b>32 100 €</b>	<b>198 300 €</b>
Potentiel CEE (€)	-	400 €	3 600 €	4 800 €	4 400 €	4 800 €
<b>Investissement aides déduites (€ HTVA)</b>	<b>-</b>	<b>5 000 €</b>	<b>95 200 €</b>	<b>103 600 €</b>	<b>27 700 €</b>	<b>193 500 €</b>
<b>BILAN FINANCIER</b>						
Temps de retour dynamique sans aides (années)	-	3	16	17	13	23
Temps de retour dynamique avec aides (années)	-	3	15	16	11	23
<b>BILAN ENERGETIQUE</b>						
Consommation PCS	Energie finale (kWhef)	192 600	154 800	117 400	82 200	135 800
	Energie primaire (kWhep)	319 000	276 900	215 100	209 000	254 300
	Gaz à effet de serre (kgCO <sub>2</sub> )	30 300	22 000	16 200	7 300	5 400
	Facture (€ HTVA)	16 700 €	14 600 €	11 400 €	11 500 €	14 400 €
Gains (valeurs)	Energie finale (kWhef)	-	37 800	75 200	110 400	56 800
	Energie primaire (kWhep)	-	42 100	103 900	110 000	64 700
	Gaz à effet de serre (kgCO <sub>2</sub> )	-	8 300	14 200	23 000	24 900
	Facture (€ HTVA)	-	2 000 €	5 300 €	5 200 €	2 300 €
Gains (%)	Energie finale (kWhef)	-	20%	39%	57%	29%
	Energie primaire (kWhep)	-	13%	33%	34%	20%
	Gaz à effet de serre (kgCO <sub>2</sub> )	-	27%	47%	76%	82%
	Facture (€ HTVA)	-	12%	32%	31%	14%
Etiquette Energie		C - 172	C - 150	C - 117	C - 116	C - 142
Etiquette Climat		C - 16	B - 12	B - 9	A - 4	A - 3
Déperditions (kW)		61,7	61,7	57,6	57,6	57,6

\* Coût estimé par rapport à 7,0% de l'investissement total

### H.4. Bilan financier des scénarios sur 21 ans

#### H.4.1. Part de gros entretien

Dans le cadre de la rénovation thermique d'un bâtiment, il est important de prendre en compte ce qui tient de l'entretien du bâtiment (je remplace un équipement pour maintenir mon bâtiment en bonne santé) et qui se distingue des travaux réalisés pour la performance énergétique.

Afin de considérer des temps de retour sur investissement relatif aux économies d'énergie, il est primordial de réaliser la part de gros entretien pour chaque scénario. Cette part correspond aux investissements nécessaires à l'entretien du bâtiment ainsi qu'au maintien d'un confort nécessaire aux occupants.

Lors des calculs économiques des différents scénarios, les différents postes du gros entretien sont retranchés en fonction des bouquets de travaux réalisés. Dans chaque fiche préconisation, vous trouverez la valeur liée au gros entretien. D'autres travaux peuvent être envisagés sur le bâtiment sur le long terme, l'investissement présenté ci-dessous ne constitue pas un chiffrage exhaustif.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Part du gros entretien par scénario (€ HTVA)	0 €	28 500 €	43 500 €	15 000 €	28 500 €



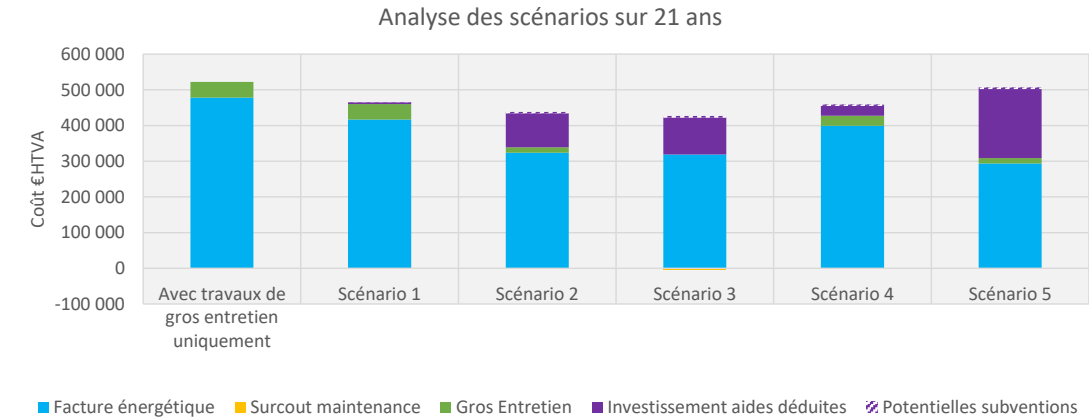
H.4.2. Bilan financier sur 21 ans

Le bilan est établi sur 21 ans, la première année étant celle des travaux pendant laquelle aucune économie sur la facture énergétique n'est encore réalisée.

Bilan sur 21 ans (€ HTVA)		Avec travaux de gros entretien uniquement	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
	Potentielles subventions	-	400 €	3 600 €	4 800 €	4 400 €	4 800 €
	Investissement aides déduites	-	5 000 €	95 200 €	103 600 €	27 700 €	193 500 €
	Gros Entretien	43 500	43 500 €	15 000 €	0 €	28 500 €	15 000 €
	Surcôt maintenance	0	0 €	0 €	-4 400 €	0 €	0 €
	Facture énergétique	478 500	416 700 €	324 100 €	318 500 €	398 800 €	293 500 €
Total		522 000	465 200 €	434 300 €	417 700 €	455 000 €	502 000 €
Surcôt annuel*		-	-2 700 €	-4 200 €	-5 000 €	-3 200 €	-1 000 €


Bilan sur 21 ans des scénarios - Base

Surcôt annuel\* : Le surcôt annuel est défini par l'écart du coût d'exploitation et d'investissement entre le scénario de travaux et l'état existant. Le coût d'exploitation englobe, la facture énergétique ainsi que la partie maintenance et gros entretien des équipements (Chauffage, Climatisation, ECS, Ventilation). Lorsque la valeur du surcôt annuel devient négative, cela représente l'instant où les gains engendrés annuellement par l'économie sur la facture énergétique surpassent l'investissement effectué.



Bilan des scénarios

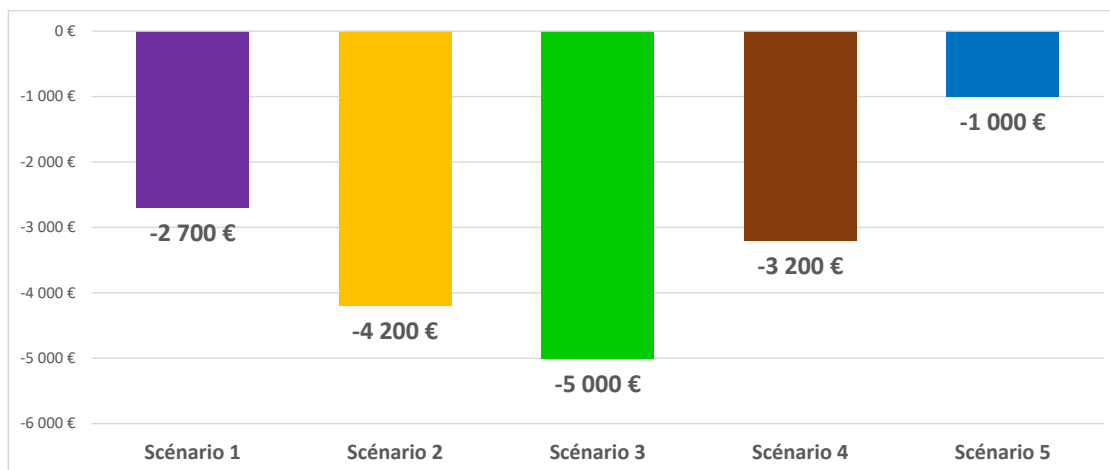
L'investissement a été lissé sur 21 ans (l'année avant les travaux correspondant à l'état initial et 20 années après les travaux) afin d'apprécier la rentabilité économique et énergétique de la réalisation des travaux de performance énergétique.



Les actions sur la régulation du scénario 5 permettent de rentabiliser rapidement le changement de solution de chauffage (à l'exception du scénario géothermie pour lequel le forage profond représente un investissement important).

#### H.4.3. Comparaison du surcoût annuel des scénarios (sur 21 ans)

Le bilan est établi sur 21 ans, la première année étant celle des travaux pendant laquelle aucune économie sur la facture énergétique n'est encore réalisée.



**Surcoût annuel** : Le surcoût annuel est défini par l'écart du coût d'exploitation et d'investissement entre le scénario de travaux et l'état existant. Le coût d'exploitation englobe, la facture énergétique ainsi que la partie maintenance et gros entretien des équipements (Chauffage, Climatisation, ECS, Ventilation).

Lorsque la valeur du surcoût annuel devient négative, cela représente l'instant où les gains engendrés annuellement par l'économie sur la facture énergétique surpassent l'investissement effectué.



Seul le scénario 5 représente un surcoût. Le scénario 3 est le plus intéressant sur 20 ans.

## H.5. Bilan décret tertiaire


Comme précisé en introduction, les objectifs du décret tertiaire sont modulables en fonction de contraintes techniques, patrimoniales et architecturales liées aux bâtiments, d'un changement de l'activité exercée dans les bâtiments, ou de son volume, des temps de retour des actions.

### H.5.1. Modulation des objectifs - Temps de retour disproportionné

Le tableau ci-dessous présente pour chaque action le gain énergétique et financier par rapport aux dernières années de fonctionnement (2018-2019), le Temps de Retour Brut de l'action et du critère de modulation, et enfin si l'action permet de moduler les objectifs d'économie.

Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Gains		TRB	TRI max modulation	Modulation ?
		€ HTVA	% kWhcf			
ENVELOPPE						
Isolation des murs non isolés par l'intérieur	7 000 €	500 €	4,6%	15 années	30 ans	NON
EQUIPEMENTS						
Régulation en chaufferie	3 500 €	1 100 €	12,1%	3 années	6 ans	NON
Chaudière gaz à condensation	15 000 €	300 €	3,1%	> 50 années	15 ans	OUI
Mise en place d'un groupe froid réversible	24 000 €	-700 €	36,5%	-	15 ans	OUI
Géothermie sur aquifères	289 000 €	3 700 €	52,3%	> 50 années	15 ans	OUI
Raccordement au réseau de chaleur	9 700 €	-600 €	8,1%	-	15 ans	OUI
Remplacement des ventilo-convecteurs	57 000 €	2 300 €	11,8%	26 années	15 ans	OUI
Améliorations diverses VMC	1 300 €	1 200 €	9,6%	1 années	6 ans	NON
Eclairage LED	7 600 €	200 €	0,7%	38 années	15 ans	OUI
Sous-compteur borne de recharge	200 €	0 €	0,0%	-	30 ans	OUI

Tableau de synthèse des préconisations

	La quasi-totalité des actions permet de moduler les objectifs. Les valeurs de modulation ne sont pas encore connues.
---	--

### H.5.2. Modulation des objectifs - Autres contraintes

Le tableau ci-dessous présente l'impact des contraintes techniques, patrimoniales et architectures du bâtiment.

Condition	Impact	Conclusion
Bâtiment classé	Pour les justifications de contraintes architecturales ou patrimoniales les assujettis doivent solliciter l'avis circonstancié: – d'un architecte en chef des monuments historiques ou d'un architecte titulaire du diplôme de spécialisation et d'approfondissement en architecture mention «architecture et patrimoine» pour les monuments historiques classés; – d'un architecte pour les monuments historiques inscrits, les immeubles situés en site patrimonial remarquable ou en abords de monuments historiques, les immeubles ayant reçu le label mentionné à l'article du code du 3 mai 2020 patrimoine et les immeubles protégés en application de l'article L. 151-19 du code de l'urbanisme ou soumis à prescription architecturale en application de l'article L. 151-18 du code de l'urbanisme.	Modulation des objectifs possibles
Bâtiment dans périmètre protégé	Les travaux sur les immeubles protégés au titre des monuments historiques, de leurs abords ou des sites patrimoniaux remarquable et sur les immeubles ayant reçu le label mentionné à l'article L. 650-1 du code du patrimoine sont envisagés dans le programme d'action sans préjudice des dispositions du livre VI du code du patrimoine, relatives au contrôle scientifique et technique et aux déclarations et autorisations de travaux. La modulation tient compte, le cas échéant, des prescriptions émises à ce titre.	Modulation des objectifs possibles
Bâtiment remarquable		Modulation des objectifs possibles
Process particulier	La soustraction des consommations de la recharge des véhicules électriques sera possible si un sous-compteur est mise en place	Modulation des objectifs possibles

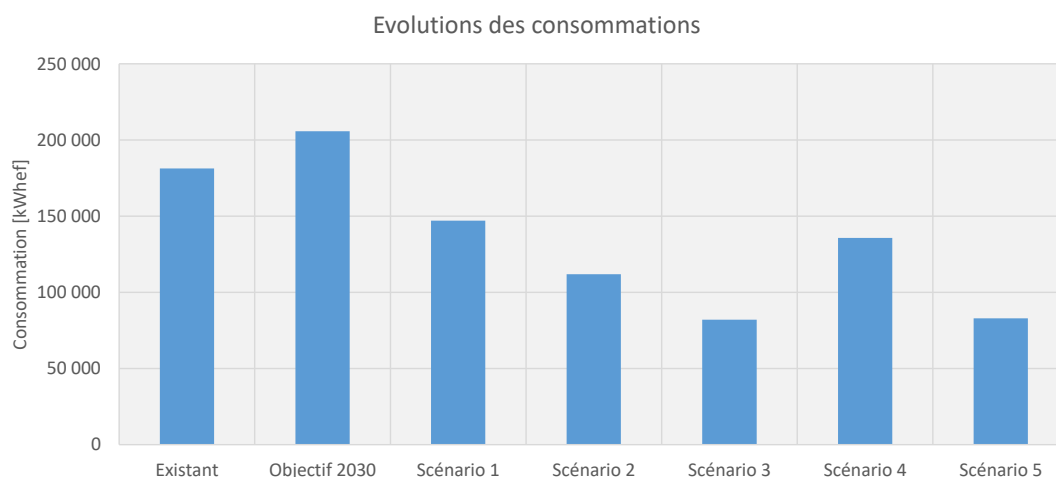
### H.5.3. Vérification des objectifs

Le tableau suivant permet de voir si les scénarios permettent d'atteindre les objectifs du décret tertiaire. La méthode pour déterminer l'année de référence et les objectifs est la Méthode absolue

Avec la méthode relative, les objectifs sont *consommation existante < consommation ref x -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050*.  
Avec la méthode absolue, les objectifs sont *consommation existante < Cabs2030, Cabs2040 (non connu), Cabs2050 (non connu)*

Consommation (kWhPCI)	Référence	Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Consommation	Aucune	181 327,4	147 029,4	111 870,9	82 020,1	135 755,0	82 847,5
Réduction		-	-	-	-	-	-
2030 : Objectif initial	205 746	●	●	●	●	●	●
2030 : Objectif modulé	205 746	●	●	●	●	●	●
2040 : Objectif initial	Non connue	●	●	●	●	●	●
2040 : Objectif modulé	Non connue	●	●	●	●	●	●
2050 : Objectif initial	Non connue	●	●	●	●	●	●
2050 : Objectif modulé	Non connue	●	●	●	●	●	●

Le graphique suivant vous présente l'évolution des consommations selon les scénarios de travaux :



Le bâtiment respecte d'ors et déjà l'objectif 2030 en valeur absolue.

## I. CONCLUSION

Le siège du SDE24 possède des caractéristiques d'enveloppe correct mais est pénalisé par le chauffage gaz fortement émetteur de GES. Les scénarios proposent différentes variantes pour le chauffage dont :

- Le passage sur un groupe froid réversible qui demande un passage des émetteurs en basse température
- Le raccordement au réseau de chauffage de la ville mais qui est assez loin du bâtiment
- Le passage sur une géothermie sur nappes qui demandera certainement un forage assez profond, les nappes de faible profondeur étant utilisées pour l'eau potable
- le passage en géothermie sur sondes mais qui ne permettra a priori pas de couvrir 100% des besoins (espace disponible insuffisant)

## J. ANNEXES

### J.1. Données météorologiques

Les tableaux suivant décrivent le site et la station dont les données météorologiques sont issues :

#### Site

Nom	Périgueux	Altitude	135 m
-----	-----------	----------	-------

#### Station météorologique

Nom	Bergerac - Roumanier - été chaud fichier BergeracRoumaniertchaud.try	Altitude	52 m
Longitude	0° 30' 36"E	Latitude	44° 48' 36"N
Températures	Minimale	Maximale	Moyenne
	-6.50°C	37.70°C	13.85°C

#### Degrés Jours Unifiés base 18°C (moyenne 10 ans de 2000 à 2009, corrigés de l'altitude)

Annuels	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
2 186	392	334	273	159	82	25	16	15	60	142	291	397

### J.2. Détails des consommations et factures par usage

Energie Finale (kWh <sub>ef PCS</sub> )	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total
Etat existant	114 700	19 400	6 800	7 600	1 700	11 500	30 900	192 600

Préconisations bâti	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Isolation des murs non isolés par l'intérieur	106 500	18 800	6 800	7 600	1 700	11 400	30 900	183 800	-5%

Préconisations équipements	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Régulation en chaufferie	90 800	19 300	6 800	7 600	1 700	12 000	30 900	169 200	-12%
Chaudière gaz à condensation	108 800	19 400	6 800	7 600	1 700	11 500	30 900	186 700	-3%
Mise en place d'un groupe froid réversible	42 800	15 300	6 800	7 600	1 700	17 200	30 900	122 300	-37%
Géothermie sur aquifères	9 300	5 000	6 800	7 600	1 700	30 400	30 900	91 800	-52%
Raccordement au réseau de chaleur	99 100	19 400	6 800	7 600	1 700	11 500	30 900	177 000	-8%
Remplacement des ventilo-convecteurs	104 100	13 800	6 800	7 600	1 700	4 900	30 900	169 900	-12%
Améliorations diverses VMC	99 400	18 900	4 200	7 600	1 700	11 400	30 900	174 200	-10%

Eclairage LED	114 700	19 400	6 800	6 200	1 700	11 500	30 900	191 200	-1%
Sous-compteur borne de recharge	114 700	19 400	6 800	7 600	1 700	11 500	30 900	192 600	0%

Scénarios	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Scénario 1	79 600	18 800	4 200	7 600	1 700	11 900	30 900	154 800	-20%
Scénario 2	57 600	13 400	4 200	6 200	1 700	3 300	30 900	117 400	-39%
Scénario 3	25 000	11 000	4 200	6 200	1 700	3 200	30 900	82 200	-57%
Scénario 4	62 700	18 100	4 200	6 200	1 700	11 900	30 900	135 800	-29%
Scénario 5	27 900	8 500	4 200	6 200	1 700	5 000	30 900	84 400	-56%

Energie Primaire (kWh <sub>ep</sub> )	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total
Etat existant	118 000	50 000	17 500	19 700	4 400	29 600	79 800	319 000

Préconisations bâti	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Isolation des murs non isolés par l'intérieur	109 900	48 600	17 500	19 700	4 400	29 400	79 800	309 200	-3%

Préconisations équipements	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Régulation en chaufferie	94 100	49 700	17 500	19 700	4 400	31 000	79 800	296 300	-7%
Chaudière gaz à condensation	112 200	49 900	17 500	19 700	4 400	29 600	79 800	313 200	-2%
Mise en place d'un groupe froid réversible	110 400	39 500	17 500	19 700	4 400	44 300	79 800	315 600	-1%
Géothermie sur aquifères	24 000	12 800	17 500	19 700	4 500	78 500	79 800	236 800	-26%
Raccordement au réseau de chaleur	102 200	49 900	17 500	19 700	4 400	29 700	79 800	303 200	-5%
Remplacement des ventilo-convecteurs	107 400	35 700	17 500	19 700	4 400	12 500	79 800	277 100	-13%
Améliorations diverses VMC	102 700	48 700	10 900	19 700	4 400	29 500	79 800	295 700	-7%
Eclairage LED	118 000	50 000	17 500	16 000	4 400	29 600	79 800	315 300	-1%
Sous-compteur borne de recharge	118 000	50 000	17 500	19 700	4 400	29 600	79 800	319 000	0%

Scénarios	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Scénario 1	82 900	48 500	10 900	19 700	4 400	30 600	79 800	276 900	-13%
Scénario 2	60 700	34 600	10 900	16 000	4 400	8 600	79 800	215 100	-33%
Scénario 3	61 400	28 400	10 900	16 000	4 400	8 200	79 800	209 000	-34%
Scénario 4	65 800	46 700	10 900	16 000	4 400	30 600	79 800	254 300	-20%
Scénario 5	47 500	21 800	10 900	16 000	4 400	12 800	79 800	193 300	-39%

Facture (€ HTVA)	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total
Etat existant	5 600 €	2 800 €	1 000 €	1 100 €	200 €	1 600 €	4 400 €	16 700 €

Préconisations bâti	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Isolation des murs non isolés par l'intérieur	5 200 €	2 700 €	1 000 €	1 100 €	200 €	1 600 €	4 400 €	16 200 €	-3%

Préconisations équipements	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Régulation en chaufferie	4 500 €	2 700 €	1 000 €	1 100 €	200 €	1 700 €	4 400 €	15 600 €	-7%
Chaudière gaz à condensation	5 300 €	2 800 €	1 000 €	1 100 €	200 €	1 600 €	4 400 €	16 400 €	-2%
Mise en place d'un groupe froid réversible	6 100 €	2 200 €	1 000 €	1 100 €	200 €	2 400 €	4 400 €	17 400 €	4%
Géothermie sur aquifères	1 300 €	700 €	1 000 €	1 100 €	200 €	4 300 €	4 400 €	13 000 €	-22%
Raccordement au réseau de chaleur	6 300 €	2 800 €	1 000 €	1 100 €	200 €	1 600 €	4 400 €	17 300 €	4%
Remplacement des ventilo-convecteurs	5 100 €	2 000 €	1 000 €	1 100 €	200 €	700 €	4 400 €	14 400 €	-14%
Améliorations diverses VMC	4 900 €	2 700 €	600 €	1 100 €	200 €	1 600 €	4 400 €	15 500 €	-7%
Eclairage LED	5 600 €	2 800 €	1 000 €	900 €	200 €	1 600 €	4 400 €	16 500 €	-1%
Sous-compteur borne de recharge	5 600 €	2 800 €	1 000 €	1 100 €	200 €	1 600 €	4 400 €	16 700 €	0%

Scénarios	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Scénario 1	3 900 €	2 700 €	600 €	1 100 €	200 €	1 700 €	4 400 €	14 600 €	-13%
Scénario 2	2 900 €	1 900 €	600 €	900 €	200 €	500 €	4 400 €	11 400 €	-32%
Scénario 3	3 400 €	1 600 €	600 €	900 €	200 €	400 €	4 400 €	11 500 €	-31%
Scénario 4	4 000 €	2 600 €	600 €	900 €	200 €	1 700 €	4 400 €	14 400 €	-14%
Scénario 5	2 500 €	1 200 €	600 €	900 €	200 €	700 €	4 400 €	10 500 €	-37%

## K. GLOSSAIRE

<sup>1</sup>**Energie finale (kWh<sub>ef</sub>)** : L'énergie finale, ou disponible, est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au domicile, etc.).

<sup>2</sup>**Energie primaire (kWh<sub>ep</sub>)** : L'énergie primaire prend en compte les pertes associées à la production et à la distribution de l'énergie. Pour l'électricité le facteur de conversion d'usage en France est de 2,58, c'est-à-dire que 2,58 kWh d'énergie sont en réalité consommés pour une consommation électrique de 1 kWh chez le consommateur final. Ceci s'explique en grande partie par les pertes thermiques liées à la production de l'électricité. Pour les énergies fossiles le facteur de conversion est 1.

<sup>3</sup>**PCI/PCS** : Le pouvoir calorifique d'un matériau combustible est l'enthalpie de réaction de combustion par unité de masse. C'est l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la réaction de combustion par l'oxygène (autrement dit la quantité de chaleur).

On distingue 2 pouvoirs calorifiques :

- *pouvoir calorifique supérieur (PCS)* : C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau, généralement produite par la combustion. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.
- *pouvoir calorifique inférieur (PCI)* : C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction.

<sup>4</sup>**Gaz à effet de serre** : Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui contribuent par leurs propriétés physiques à l'effet de serre. L'augmentation de leurs concentrations dans l'atmosphère terrestre est à l'origine du réchauffement climatique.

Rappel des différentes émissions de gaz à effet de serre par type d'énergie en kilogrammes de CO<sub>2</sub> par kWh d'énergie finale:

Bois	0,013
Electricité (moyenne)	0,086
Fioul	0,3
Gaz naturel	0,234
Gaz propane	0,274

Le bilan environnemental calcule les émissions de CO<sub>2</sub> selon les 4 catégories suivantes :

**Etape de production** : Emission générée de l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie du site de fabrication du produit

**Etape processus de construction (incluant transport)** : Emission générée de la sortie du site de fabrication à l'arrivée sur le chantier de construction, et la mise en œuvre et de l'arrivée du chantier de construction à la réception de l'ouvrage

**Etape de vie en œuvre ou utilisant** : Emission générée de l'occupation du bâtiment, avec son entretien, ses réparations et sa maintenance, jusqu'au départ des occupants ;

**Etape de fin de vie** : Emission générée de la déconstruction de l'ouvrage au traitement de fin de vie du produit

<sup>5</sup>**Coefficient de transmission thermique U** : Le coefficient de transmission thermique d'une paroi est noté "U" (anciennement "k") et caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi. Le coefficient de transmission thermique s'exprime en W/m<sup>2</sup>.K et est l'inverse de la résistance thermique de la paroi. Plus sa valeur est faible, plus la paroi est isolante.

<sup>6</sup>**Résistance thermique R** : La résistance traduit la capacité d'un matériau à résister au transfert thermique. Elle est exprimée en m<sup>2</sup>.k/W. Plus sa valeur est élevée, plus le matériau est isolant.

<sup>7</sup>**Certificats d'économies d'énergie (CEE)** : Le principe des certificats d'économie d'énergie repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie comme EDF, Gaz de France, les réseaux de chaleur tels CPCU pour une période donnée.



<sup>8</sup>**DJU** : Les Degrés Jour Unifiés ou DJU permettent de réaliser des estimations de consommation en fonction de la rigueur de l'hiver.

Pour chaque période de 24 heures, le nombre de degrés jours unifiés (DJU) est déterminé en faisant la différence entre la température de référence, 18 °C, et la moyenne de la température minimale et la température maximale de ce jour, c'est-à-dire 18 °C moins la moitié de la somme de la température maximale et de la température minimale.

<sup>9</sup>**RT2012** : La réglementation thermique française a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments neufs pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage. L'actuelle réglementation en vigueur est la réglementation thermique 2012 (RT 2012). Elle succède à plusieurs versions antérieures, aux exigences et aux champs d'application croissants, réglementation thermique 2005 (RT 2005), réglementation thermique 2000 (RT 2000), réglementation thermique 1988 (RT 1988 ou RT88) et réglementation thermique 1974 (RT 1974 ou RT74).

<sup>10</sup>**RT Existant** : La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

- Pour **les rénovation très lourds de bâtiment de plus de 1 000 m<sup>2</sup>**, achevés après 1948, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové. Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.
- Pour **tous les autres cas de rénovation**, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé.

<sup>11</sup>**Matériaux biosourcés** : Les matériaux biosourcés sont des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale.

La filière des matériaux biosourcés a été identifiée, par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, comme l'une des filières vertes ayant un potentiel de développement économique élevé pour l'avenir, notamment en raison de son rôle pour diminuer notre consommation de matières premières d'origine fossile, limiter les émissions de gaz à effet de serre et créer de nouvelles filières économiques.

<sup>12</sup>**Contrat d'exploitation** : Le contrat d'exploitation a pour vocation de permettre à travers les prestations de l'exploitant une bonne gestion des installations de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire.

- **Fourniture d'énergie (P1)** : Cette prestation est relative à la fourniture d'énergie ou de combustible par l'exploitant.
- **Maintenance (P2)** : Cette prestation assure la conduite, l'entretien et les dépannages des installations. Cette prestation s'engage à maintenir des paramètres de fonctionnement en termes de températures de consignes et de réduits notamment.
- **Gros entretien (P3)** : Cette prestation couvre les réparations et le remplacement de tous les matériels défectueux afin de maintenir l'installation en bon état de marche.

<sup>13</sup>**Entreprises RGE** : Trouvez votre entreprise RGE sur :  
<http://www.renovation-info-service.gouv.fr/trouvez-un-professionnel>

<sup>14</sup>**Catégorie DPE** : La catégorie de Diagnostic de Performance Energétique ou DPE est un classement des différentes typologies de bâtiment qui sert à déterminer l'étiquette énergétique associée au bâtiment (Administratif, salle des fêtes, école, logement...). La classe énergétique d'un bâtiment dépend de sa catégorie DPE.

<sup>15</sup>**Puissance souscrite (KVA)** : La puissance souscrite en Kilo Voltampère ou KVA correspond à la puissance maximum simultanée pouvant être appelée sur votre compteur. (1 KVA = 1KW)

<sup>16</sup>**Déperdition** : Une déperdition est une perte de chaleur que subit un bâtiment par ses parois et ses échanges de fluide avec l'extérieur. Celle-ci tient compte des caractéristiques thermiques des parois et de la différence entre la température de consigne et la température extérieure à la parois.