Maitre d'ouvrage :

ACADÉMIE
D'AIX-MARSEILLE
Liberté
Égalité
Fraternité

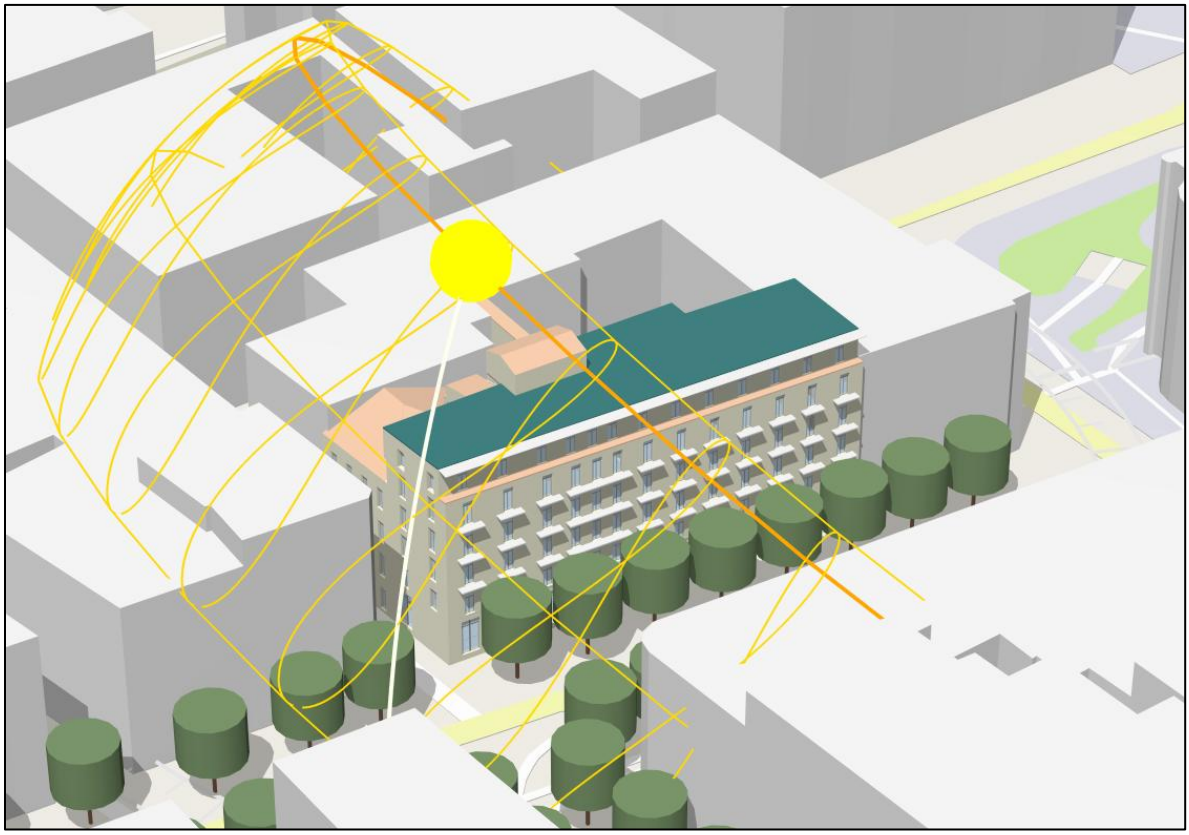
Rectorat de l'académie d'Aix-Marseille – 31 Boulevard d'Athènes – 13 001 MARSEILLE

Bureau d'études :

TRANSITION
INGENIERIE

06 impasse Alphonse Brémond - 31201 TOULOUSE Cedex

RECTORAT DE L'ACADÉMIE D'AIX-MARSEILLE (13)



NOTICE

AUDIT ÉNERGÉTIQUE – DISPOSITIF ECO ENERGIE TERTIAIRE

Phase	Indice	Date	Objet	Rédacteur	Relecture
DIAG	A	Avril. 2025	Émission Originale	PDE	MLA

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 GENERALITES – PRESENTATION DU SITE 4

1.1 OBJET DE L'ETUDE 4

1.2 DEROULEMENT DE L'ETUDE 4

1.3 DISPOSITIF ECO ENERGIE TERTIAIRE ET PERIMETRE DE L'ETUDE 5

1.4 DOCUMENTS CONSULTES ET/OU TRANSMIS PAR LA MAITRISE D'OUVRAGE 7

1.5 DONNEES MANQUANTES OU À VALIDER 7

1.6 LOCALISATION DU SITE 7

1.7 INFORMATIONS GENERALES SUR LES BATIMENTS 8

1.8 SITE PRIS EN COMPTE ET FICHIER METEO UTILISE 8

CHAPITRE 2 RÉGLEMENTATION THERMIQUE 9

2.1 PRÉSENTATION 9

2.2 RÉGLEMENTATION THERMIQUE « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » 10

2.2.1 Arrêté du 22 Mars 2017 11

2.3 RÉGLEMENTATION THERMIQUE « GLOBALE» 12

2.4 VÉRIFICATION DU CADRE THERMIQUE RÉGLEMENTAIRE DU BÂTIMENT 13

CHAPITRE 3 ÉTAT DES LIEUX 14

3.1 ENVELOPPE THERMIQUE DU BÂTIMENT EXISTANT 14

3.1.1 Perméabilité à l'air 14

3.1.2 Parois verticales 14

3.1.3 Planchers bas 14

3.1.4 Planchers hauts / Toitures 15

3.1.5 Menuiseries 16

3.2 SYTÈMES ÉNERGÉTIQUES 17

3.2.1 Production, distribution, régulation et émission de chauffage et d'eau chaude sanitaire 17

3.2.2 Ventilation 18

3.2.3 Équipements d'éclairage 18

3.3 SCENARIOS DE FONCTIONNEMENT 19

3.3.1 Période de chauffe 19

3.3.2 Températures de consigne et scénarios de chauffage 19

3.3.3 Occupation 19

3.3.4 Puissances dissipées et équipements de process 20

3.3.5 Protections solaires 20

3.3.6 Éclairage 20

3.3.7 Besoins d'ECS 20

3.4 RESULTATS DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ISSUS DE LA SIMULATION DU BATIMENT EXISTANT 21
3.4.1 Consommations énergétiques de l'état actuel – (Post audit énergétique) 21
3.4.2 Comparaison du calcul théorique aux factures énergétiques et la consommation réelle du site 21
CHAPITRE 4 ÉTAT PROJETÉ – DISPOSITIF ÉCO ÉNERGIE TERTIAIRE 24
4.1 DESCRIPTION DES TRAVAUX PREVUS ET SIMULES 24
4.1.1 Perméabilité à l'air 24
4.1.2 Parois opaques 24
4.1.3 Parois vitrées 24
4.1.4 Systèmes énergétiques 25
4.1.5 Fonctionnement du bâtiment 26
4.1.6 Photovoltaïque 26
4.2 RESULTATS DES SIMULATIONS 27
4.2.1 Consommations énergétiques de l'état projeté 27
4.2.2 Consommations énergétiques de l'état projeté – Variante chauffage 28
4.3 RESULTATS DES SIMUALTIONS DANS LE CADRE DU DISPOSITIF ECO ENERGIE TERTIAIRE 29
4.3.1 Dispositif éco énergie tertiaire - Méthode relative 29
4.3.2 Dispositif éco énergie tertiaire - Méthode absolue 29
4.4 RESULTATS REGLEMENTATION THERMIQUE RTEX – LABEL BBC EFFINERGIE 30
4.4.1 Calcul sans installation photovoltaïque : 30
4.4.2 Calcul avec installation photovoltaïque : 30
4.5 SYNTHÈSE 31

CHAPITRE 1 GENERALITES – PRESENTATION DU SITE

1.1 OBJET DE L'ETUDE

Cette analyse, réalisée à un instant donné de la vie du bâtiment, vise à évaluer la performance du bâti et l'efficacité des systèmes énergétiques actuels du rectorat de l'académie d'Aix-Marseille (13)
In fine, l'objectif est de vérifier que les travaux prévus permettent de respecter les exigences du décret tertiaire.

La première partie de la présente étude a pour objectif d'étudier la performance thermique et énergétique du bâtiment dans le cadre de l'estimation de ses consommations énergétiques. Le bâti, les systèmes de chauffage, les équipements de ventilation, d'éclairage, et le fonctionnement des locaux (températures, occupation, etc..) ont été relevés afin d'approcher par la suite les besoins et consommations réels du bâtiment existant.

Pour donner suite à l'établissement des consommations théoriques du bâtiment, il sera possible de quantifier l'impact des travaux de restructuration et d'optimisation énergétique prévus et d'en déduire les économies d'énergie qui en découlent dans le cadre de la vérification de la conformité au dispositif Éco Énergie Tertiaire.

1.2 DEROULEMENT DE L'ETUDE

La mission se déroulera sur la base des phases suivantes :

1. Un état des lieux des installations thermiques et du bâti, issu des relevés effectués sur site et des documents transmis.
2. Une simulation énergétique dynamique (SED) du bâtiment, comprenant la modélisation numérique et la simulation du comportement thermique et énergétique du bâtiment existant.
3. Le calage du comportement thermique du bâtiment existant sur la base des consommations réelles du bâtiment.
4. Des simulations thermiques dynamiques des bouquets de travaux prévus et la vérification de la validation des exigences du dispositif Éco Énergie Tertiaire.
5. La restitution de l'étude.

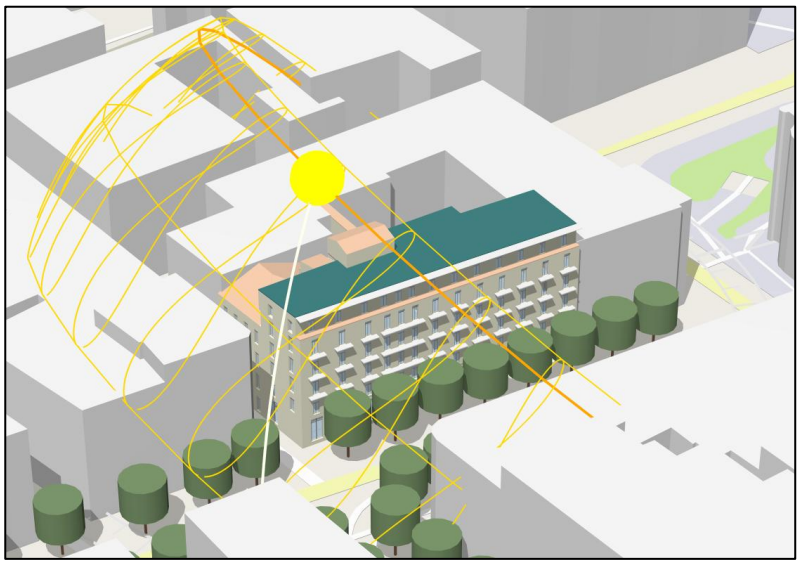
1.3 DISPOSITIF ECO ENERGIE TERTIAIRE ET PERIMETRE DE L'ETUDE

Le dispositif Eco énergie tertiaire impose **une réduction des consommations**, à hauteur de -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050 en méthode relative, et selon des seuils de consommation prédéfinis par arrêté pour la méthode absolue, concernant les espaces **« tertiaires » supérieurs à 1 000 m².**

Caractéristiques du bâtiment :

- Année de construction du bâtiment : 1870
- Année de référence déclarée sur OPERAT : 2012
- Surface totale : 4 335 m²

*La surface totale de l'espace tertiaire étant largement supérieure à 1 000 m², le critère d'assujettissement est respecté.

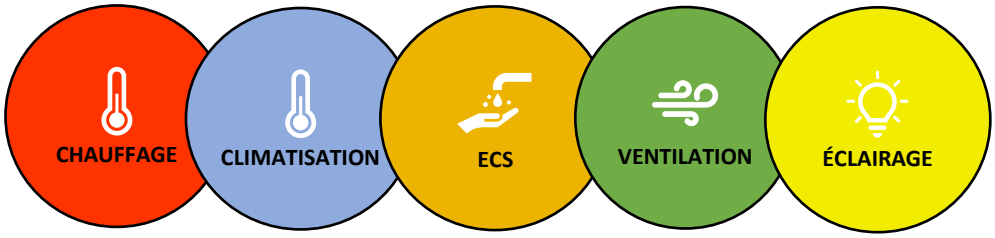


Modélisation 3D du bâtiment

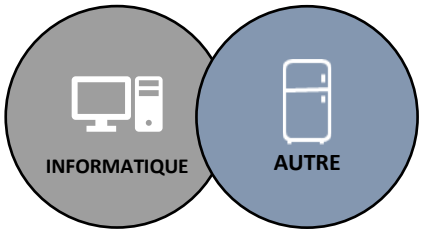
Périmètre d'action :

Le dispositif, conformément aux exigences du décret tertiaire, concerne **l'ensemble des consommations énergétiques du bâtiment**, c'est à dire :

- Les consommations liées à la performance énergétique du bâti et de ses systèmes (Chauffage, refroidissement, ECS, auxiliaires de distribution et de ventilation, éclairage).



- Les consommations dites « **d'usages spécifiques** », c'est à dire toutes les consommations **directement liées aux processus d'activité du bâtiment** (Informatique, électroménager, buanderie, cuisine et restauration collectives, baies informatiques, etc…).



L'ensemble de ces consommations peut être quantifié via une **simulation thermique dynamique (STD)**, qui permettra dans un premier temps d'élaborer un modèle théorique de l'état initial du bâtiment le plus fidèle possible à la réalité, afin de s'assurer de la pertinence des économies d'énergie estimées sur la base des consommations prévisionnelles calculées, fonction des travaux d'amélioration, des hypothèses de fonctionnement et des conditions climatiques définies.

Cependant, il est important de bien faire la différence entre une étude théorique et le comportement énergétique réel d'un bâtiment :

- L'étude porte sur une enveloppe thermique (isolants, menuiseries…) et des équipements techniques (Production de chauffage/climatisation et d'ECS, éclairage, ventilation…) qui sont définis en tant qu'hypothèses de travail.
  Or, des équipements/modèles différents ou supplémentaires peuvent être sélectionnés par les entreprises intervenantes.

- L'étude va également fixer des hypothèses concernant le fonctionnement du bâtiment, qui vont principalement concerner soit le paramétrage des systèmes techniques (programme horaire de chauffage/refroidissement ou de ventilation par exemple), soit l'influence des usagers (Température de consignes, gestion de l'éclairage, besoins ECS, utilisation du matériel informatique ou électroménager, apports internes, etc…).
  Les consommations énergétiques peuvent être fortement impactées par l'évolution d'usage du bâtiment.

- Les limites techniques des outils de calcul et de simulation utilisés peuvent également exercer une influence sur la pertinence des résultats.



1.4 DOCUMENTS CONSULTES ET/OU TRANSMIS PAR LA MAITRISE D'OUVRAGE

- Plans du bâtiment (Existant et projet) ;
- Plans de façade (Existant et projet);
- Maquette IFC ;
- Étude thermique règlementaire RTex ;
- Consommations énergétiques du bâtiment ;
- Analyse fonctionnelle du bâtiment ;
- Photos du site.

1.5 DONNEES MANQUANTES OU À VALIDER

Consommation énergétique et surface exacte déclarées sur la plateforme OPERA.
Fonctionnement exact du bâtiment en 2012.

1.6 LOCALISATION DU SITE

Le bâtiment se situe dans le centre de Marseille, sur le boulevard d'Athènes près de la gare Saint-Charles dans le 1ère arrondissement (13).



1.7 INFORMATIONS GENERALES SUR LES BATIMENTS

Dénomination du site	Rectorat de l'académie d'Aix-Marseille
Adresse	31 Bd d'Athènes, 13001 Marseille
Usage réglementaire du bâtiment	Bâtiment de bureaux et d'enseignement
Surface bâtimentaire	4 335 m²

1.8 SITE PRIS EN COMPTE ET FICHIER METEO UTILISE

Les données météorologiques de la ville de Marseille ont été utilisées dans l'étude.

Les données générales du site pris en compte sont les suivantes :

Nom	Marseille	**Altitude**	28 m
Longitude	5°22'49''E	**Latitude**	43°18'3''N

Température de sol (Profondeur de sol à 10 m) : 18 °C

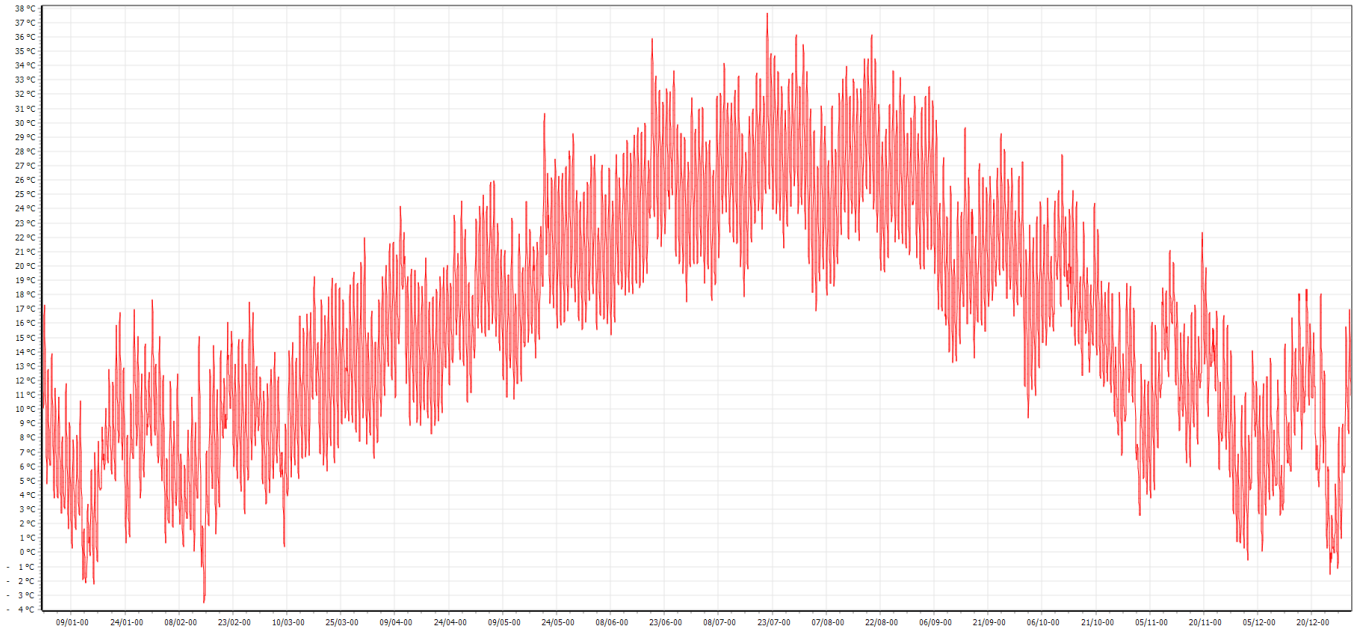
Station météorologique utilisée

Le fichier « été chaud/caniculaire » a été sélectionné dans l'étude, étant plus représentatif des conditions climatiques actuelles du site

Nom	Marseille – été chaud	**Altitude**	6 m

Températures

La courbe ci-dessous présente les températures pour le fichier météo utilisé :



Graphique de températures sur l'année de la station météo de référence (Marseille – Été chaud)

CHAPITRE 2 RÉGLEMENTATION THERMIQUE

Un calcul réglementaire a été effectué pour la vérification de l'atteinte du label BBC Effinergie.

2.1 PRÉSENTATION

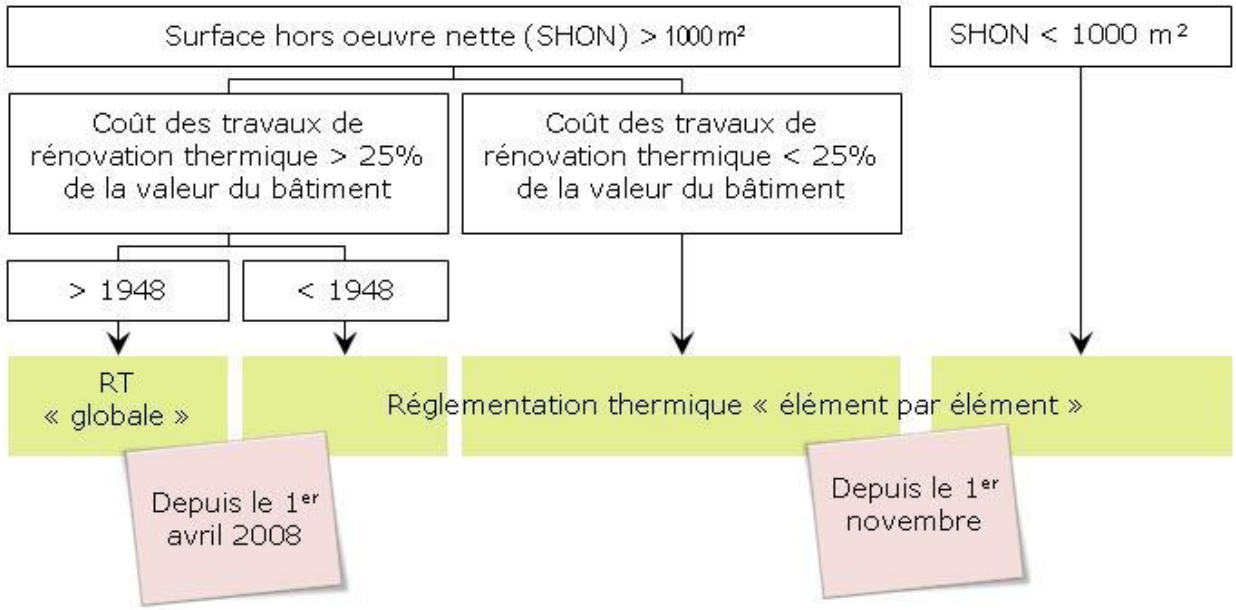
La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

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 rénovations très lourdes de bâtiments de plus de 1000 m², 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. Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés après le 31 mars 2008.
- Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Ce second volet de la RT est applicable pour les marchés ou les devis acceptés à partir du 1er novembre 2007.



Textes de références

- Articles R. 131-25 et R. 131-26 du Code de la construction et de l'habitation ;
- Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique ;
- Communiqués de Presse du 22 mars 2007 du Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement : « Des bâtiments plus économes en énergie, pour faire baisser la facture de chauffage des français et lutter contre l'effet de serre » ;
- L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants liste l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées ;
- Arrêté du 20 décembre 2007 relatif au coût de construction pris en compte pour déterminer la valeur du bâtiment, mentionné à l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation ;
- Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 m², lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants ;
- Arrêté du 08 août 2008 portant approbation de la méthode de calcul Th-C-E ex prévue par l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants ;
- Méthode de calcul TH-C-E ex (annexe de l'arrêté du 08 août 2008) ;

2.2 RÉGLEMENTATION THERMIQUE « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

L'arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants liste l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées.

Ces dispositions sont applicables pour les travaux dont la date d'acceptation des devis ou de passation des marchés, ou à défaut la date d'acquisition des matériels visés est postérieure au 31 octobre 2007.

Les bâtiments existants résidentiels et non résidentiels sont concernés par ces dispositions, à l'exception de ceux soumis aux mesures concernant les rénovations lourdes.

Lorsqu'un maître d'ouvrage décide de remplacer ou d'installer un élément d'isolation, un équipement de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement, de ventilation, ou encore un équipement d'éclairage (ce dernier poste ne concerne que les bâtiments tertiaires), il doit installer des produits de performance supérieure aux caractéristiques minimales mentionnées dans l'arrêté du 22 mars 2017.

Les exigences ont pour ambition de cibler les techniques performantes tout en tenant compte des contraintes de l'occupant, ce qui permettra, en intervenant sur suffisamment d'éléments, d'améliorer significativement la performance énergétique du bâtiment dans son ensemble.

Pour chaque élément susceptible d'être installé ou changé, l'arrêté du 22 mars 2017 donne le critère de performance exigé pour le produit.

2.2.1 Arrêté du 22 Mars 2017

L'Arrêté du 22 Mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 Mai 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants spécifie les caractéristiques minimales et garde-fous à respecter.

Cet arrêté est entré en vigueur au 1er janvier 2018, et sera donc intégré dans le présent dossier.

PAROIS	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H1A, H1B, H1C	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H2A, H2B, H2C, H2D et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H3, à une altitude inférieure à 800 mètres	CAS D'ADAPTATION POSSIBLES
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°	2.9	2.9	2.2	
Murs en contact avec un volume non chauffé	2			
Toitures terrasses	3.3			La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 3 m2. K/W dans les cas suivants : -l'épaisseur d'isolation implique un changement des huisseries, ou un relèvement des garde-corps ou des équipements techniques ; -ou l'épaisseur d'isolation ne permet plus le respect des hauteurs minimales d'évacuation des eaux pluviales et des relevés ; -ou l'épaisseur d'isolation et le type d'isolant utilisé implique un dépassement des limites de charges admissibles de la structure.
Planchers de combles perdus	4.8			
Rampants de toiture de pente inférieure 60°	4.4	4.3	4	En zone H1, la résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 4 m2K/W lorsque, dans les locaux à usage d'habitation, les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant.
Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur	2.7	2.7	2.1	La résistance thermique minimale peut être diminuée à 2.1 m2. K/W pour adapter l'épaisseur d'isolant nécessaire à la hauteur libre disponible si celle-ci est limitée par une autre exigence réglementaire.

TYPE DE PAROI VITRÉE	PERFORMANCE THERMIQUE
Fenêtres de surface supérieure à 0,5m^2, portes-fenêtres, double fenêtres, façade rideaux	Uw ≤ 1.9 W/(m^2.K)
Porte d'entrée de maison individuelle donnant sur l'extérieur	Ud ≤ 2 W/(m^2.K)
Verrière	Ucw ≤ 2.5 W/(m^2.K)
Véranda	Uvéranda ≤ 2.5 W/(m^2.K)

2.3 RÉGLEMENTATION THERMIQUE « GLOBALE»

La réglementation thermique « globale » s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires respectant simultanément les trois conditions suivantes :

- Leur Surface Hors Œuvre Nette (SHON) est supérieure à 1 000m² ;
- La date d'achèvement du bâtiment est postérieure au 1er janvier 1948 ;
- Et le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est supérieur à 25% de la valeur réglementaire hors foncier du bâtiment.

Cette comparaison est réalisée avant le dépôt de la demande de permis de construire ou d'autorisation de travaux.

Ces dispositions seront applicables pour les travaux dont la date de dépôt de la demande de permis de construire, ou à défaut de permis la date d'acceptation des devis ou de passation des marchés est postérieure au 31 mars 2008, après parution de l'ensemble des arrêtés d'application relatifs à cette réglementation.

La vérification de la conformité de la réglementation thermique « globale » ne peut se faire qu'avec un logiciel utilisant le moteur de calcul réalisé et distribué par le CSTB.

Compte tenu de l'importance des travaux entrepris, les principes retenus dans la réglementation sont proches de ceux de la RT 2005 ou RT2012 applicable aux constructions neuves :

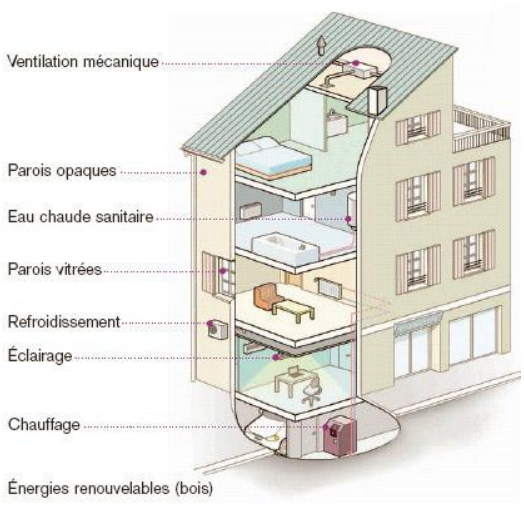
- -L'évaluation de l'état initial du bâtiment
    - La consommation d'énergie initiale du bâtiment est estimée par calcul. Celui-ci permet d'évaluer la performance initiale du bâtiment, d'orienter les choix de rénovation et d'estimer l'économie d'énergie réalisée grâce aux travaux par rapport à la situation antérieure.

- L'économie d'énergie
    - Après les travaux, la consommation globale d'énergie du bâtiment pour les postes de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, les auxiliaires, ainsi que l'éclairage doit être inférieure à la consommation de référence de ce bâtiment. Celle-ci correspond à la consommation qu'aurait ce même bâtiment pour des performances imposées des ouvrages et des équipements qui le composent.
    - La réglementation laisse donc au concepteur la possibilité d'utiliser des équipements ou matériaux de performance inférieure à la référence, dans la limite des garde-fous, et sous réserve d'être plus performant que la référence dans les autres postes.
    - Dans le cas des bâtiments existants, cette souplesse permet notamment de pallier des contraintes liées à l'architecture ou à la conception initiale du bâtiment. Par exemple, l'impossibilité d'isoler un plancher bas ou de recourir à certains systèmes de chauffage performants pourra être compensée par un effort accru sur une autre partie du bâtiment.
    - En complément de cette exigence :
        - Pour les logements, la réglementation introduit une valeur maximale de consommation. La consommation d'énergie du bâtiment rénové pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire doit en effet être inférieure à une valeur limite qui dépend du type de chauffage et du climat. Cette consommation maximale est située entre 80 et 195 kWh/m².an selon les cas, à comparer à la moyenne actuelle du parc qui est de l'ordre de 240 kWh/m².an. Celle-ci sera renforcée à partir de 2010, elle s'échelonnera alors entre 80 et 165 kWh/m².an en fonction des cas ;
        - Pour les bâtiments non résidentiels, les travaux doivent conduire à un gain de 30 % sur la consommation d'énergie par rapport à l'état antérieur

- Le confort d'été
  - Afin de limiter l'inconfort des occupants et l'utilisation de la climatisation, le bâtiment rénové doit assurer un confort d'été acceptable, dans la mesure de ce qui est possible compte tenu du bâti existant.
  - La température intérieure conventionnelle atteinte en été doit donc être inférieure à une température de référence.

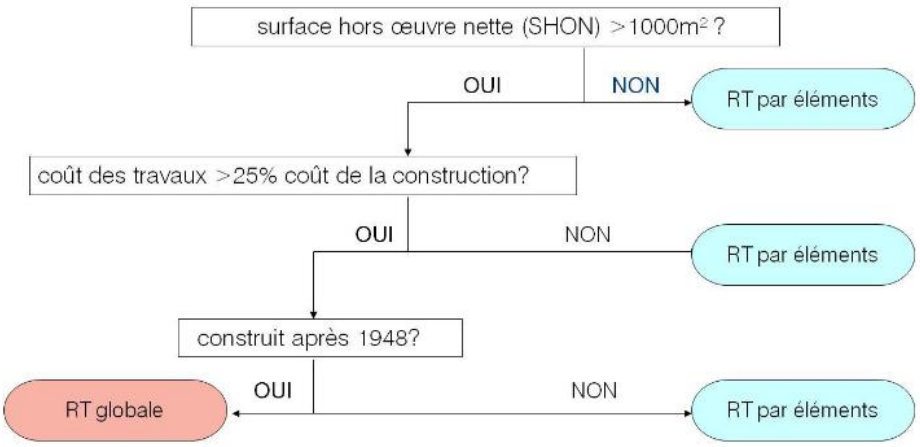
- Les « garde-fous »

Des performances minimales sont requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...), lorsque ceux-ci sont modifiés par les travaux de rénovation.



2.4 VÉRIFICATION DU CADRE THERMIQUE RÉGLEMENTAIRE DU BÂTIMENT

Ci-dessous le schéma de principe pour déterminer le type de réglementation thermique des bâtiments existant à respecter :



Le bâtiment ayant été construit avant 1948, le projet est soumis réglementairement à la RT éléments par éléments.

CHAPITRE 3 ÉTAT DES LIEUX

Le présent état des lieux du bâtiment se base sur l'année de référence choisi pour la déclaration des consommations énergétique sur la plateforme OPERAT : 2012.
Les modifications apportées au bâti ou aux systèmes techniques entre cette année et aujourd'hui ne sont pas prises en compte.

3.1 ENVELOPPE THERMIQUE DU BÂTIMENT EXISTANT

3.1.1 Perméabilité à l'air

L'étanchéité à l'air du bâtiment est prise à 2.5 m3/h.m² sous 4 Pa

3.1.2 Parois verticales

Ci-dessous les compositions de parois relevées sur site/DOE/Diagnostiques existants :

Mur extérieur pierre de taille 200 à 500mm non isolés :

	Valeur Up	**2.326 W/(m².K)**		
Composante		**Épaisseur (mm)**	**λ (W/(m.K)**	**R ((m².K)/W)**
Calcaire dur		500	2.200	0.23
Enduit plâtre intérieur		10	0.35	0.03
Total		510		**0.26**

3.1.3 Planchers bas

La nature des planchers bas est multiple, l'étude considère une composition de paroi uniforme car les variations en termes de performances thermiques sont négligeables.

Plancher bas du sous-sol sur terre-plein :

	Valeur Ue	**2.941 W/(m².K)**		
Composante		**Épaisseur (mm)**	**λ (W/(m.K)**	**R ((m².K)/W)**
Béton plein armé		300	2.300	0.13
Total		300		**0.13**

Plancher bas du RDC sur sous-sol/parking non chauffé :

	Valeur Ue	**0.893 W/(m².K)**		
Composante		**Épaisseur (mm)**	**λ (W/(m.K)**	**R ((m².K)/W)**
Plancher à voutains de briques/moellons.		175	0.192	0.91
Total		175		**0.91**



Flocage thermique CF en sous-face de plancher considéré comme vétuste et inefficace.

3.1.4 Planchers hauts / Toitures

La nature des toitures est multiple, l'étude considère une composition de paroi uniforme car les variations en termes de performances thermiques sont négligeables.

Toitures terrasses non isolées :

	Valeur Up	**4.545** W/(m².K)		
Composante		**Épaisseur (mm)**	**λ (W/(m.K)**	**R ((m².K)/W)**
Feutre bitumineux		1	0.500	0.01
Béton plein armé		150	2.300	0.07
Total		151		**0.08**

Plancher bois non isolé sur combles perdus:

	Valeur Up	**4.000** W/(m².K)		
Composante		**Épaisseur (mm)**	**λ (W/(m.K)**	**R ((m².K)/W)**
Plafond plâtre sur lattis		1	0.500	0.01
Total		151		**0.08**



Diverses toitures non isolées

3.1.5 Menuiseries

Ci-dessous les menuiseries considérées dans la simulation.
Ce premier calcul ne considère pas les menuiseries récemment remplacées, se basant sur l'année de référence : 2012.
L'impact du remplacement de ces dernières sera considéré dans les calculs à l'état projeté.

Menuiseries bois, simple vitrage 4mm (Étages courants).
- **Uw moyen :** **4.80 W/(m²/K) ;**
- Sw moyen : 0.62
- Tlw moyen : 0.58
- Ratio d'ouverture : 80%.

Menuiseries bois, simple vitrage 4mm (RDC sur boulevard d'Athènes).
- **Uw moyen :** **5.00 W/(m²/K) ;**
- Sw moyen : 0.67
- Tlw moyen : 0.63
- Ratio d'ouverture : Non ouvrables.

Portes opaques sur extérieur.
- **Uw moyen :** **5.00 W/(m²/K) ;**
- Sw moyen : **0.19**
- Tlw moyen : 0.00

Portes intérieures considérées à majorité fermées.



Menuiseries bois simple vitrage

3.2 SYTÈMES ÉNERGÉTIQUES

3.2.1 Production, distribution, régulation et émission de chauffage et d'eau chaude sanitaire

La production de chauffage du site est assurée par deux chaudières gaz standards de type **« Vitorond 200 - 278 kW »** de chez *VIESSMANN.*

Les caractéristiques des chaudières sont les suivantes :

- Puissance nominale : **270 kW (x 2)**
- Rendement PCI à puissance nominale : **88%**
- Rendement PCI à puissance intermédiaire : **94 %**
- Régime de température : **75°C/60°C ;**
- Pas de régulation (départ à température constante) ;
- Gaz naturel.

La chaufferie dispose de 2 départs de chauffage (Nord & Sud).
- Puissance des circulateurs considérée (vitesse variable) : 1 500 * 2 = 3 000 W.

L'émission de chaleur est assurée par des radiateurs à eau chaude anciens équipés de vannes standards. La variation temporelle considérée est de 1.8 K.

Deux mono-splits sont attitrés au chauffage et refroidissement des locaux serveurs informatiques (TGBT/baies de brassage).

La production d'ECS est assurée ponctuellement par des ballons électriques de petite capacité.




Chaudière gaz et radiateur ancien avec vanne de régulation « classique »

3.2.2 Ventilation

Le renouvellement d'air du bâtiment est majoritairement assuré naturellement par ouverture de fenêtres.

Seul quelques locaux sont ventilés mécaniquement par des extracteurs, notamment les sanitaires.

3.2.3 Équipements d'éclairage

Les équipements d'éclairage du bâtiment sont majoritairement d'ancienne génération et énergivores, avec principalement des tubes fluorescents :

Les puissances d'éclairage considérées sont les suivantes :

- Bureaux : 12 W/m²
- Salle de réunion/de classe : 12 W/m²
- Sanitaires et douches collectives : 14 W/m²
- Circulations : 12 W/m²

Type de commande principal : interrupteur manuel marche/arrêt.



Divers équipements d'éclairage type tubes fluorescents

3.3 SCENARIOS DE FONCTIONNEMENT

Ci-dessous l'ensemble des scénarii de fonctionnement associés au bâtiment.

À noter qu'une partie du bâtiment est considérée comme vacante/désaffectée :

- **Les locaux de la partie de bâtiment « en L », sous les combles perdus** (donnant sur la rue des Dominicaines et la cour intérieure) sont inoccupés et non chauffés (Locaux désaffectés, du R+1 au R+4).
- Au RDC, la partie « **médiathèque** » ainsi que les **grandes salles** sont sous utilisées et peu chauffées.
- Au R+5, **l'ancien logement faisant l'angle entre le boulevard et la rue des Dominicaines** est inexploité et non chauffé.
- Les **circulations** ainsi que les **escaliers principaux** (avec les deux cages d'ascenseurs), ne sont pour la plupart pas chauffées (chauffés indirectement via les locaux adjacents).

3.3.1 Période de chauffe

La période de chauffe est définie de mi-septembre jusqu'à fin mai.

3.3.2 Températures de consigne et scénarios de chauffage

La consigne de chauffage prise en compte est de 20°C 24h/24 **(Température des locaux à environ 22°C avec la variation temporelle des émetteurs à 1.8°C)** pour la quasi-totalité des locaux chauffés, sur toute la période de chauffe.

Pour les locaux serveurs informatiques (TGBT et baies de brassage) chauffés et refroidis par les PAC, la consigne est de 21°C toute l'année.

3.3.3 Occupation

Le scénario d'occupation sert à décrire le nombre de personnes présentes sur une plage de temps de 24h. Plus le nombre de personnes sera élevé dans une pièce, plus les apports internes liés à l'occupation seront élevés.
Apport par occupant considéré : 80 W de chaleur sensible.

Le site est considéré occupé de 8h à 17h, 5j/7 :

- L'occupation du RDC est relativement intermittente, avec la bibliothèque et les grandes salles de conférence/projection. Le taux d'occupation considéré est de 0.05 occupant/m²
- Le R+1 et 2 sont *en partie occupés** par l'ENSP, (école nationale supérieure de paysage). Les salles de classe sont considérées occupées par 0.4 occupants/m² (Valeur « courante » d'une salle de classe), et les bureaux par 0.15 occupants/m² (Valeur « courante » d'un bureau).
- Le R+3, 4 et 5 sont *en partie occupés** par des organismes tels que Canopé. L'occupation de ces locaux est considérée comme du bureau standard (attitré ou open-space), à 0.15 occupants/m².

**Certaines parties du bâtiment sont peu occupées, voir vacantes/désaffectées. Ces zones sont décrites en introduction de ce sous-chapitre.*

Périodes de vacances considérées : Fermeture de l'établissement 1 semaine à noël et les 2 premières semaines d'aout.

3.3.4 Puissances dissipées et équipements de process

Chaque appareil consommant de l'électricité pour fonctionner dégage automatiquement de la chaleur par effet joule (puissance dissipée) et a donc des répercutions sur le comportement énergétique du bâtiment, de plus, les consommations de « process »* sont incluses dans le périmètre du dispositif éco énergie tertiaire. Elles doivent donc être prise en compte dans la simulation énergétique dynamique.

*Process = Ensemble des consommations énergétiques directement issues des **processus d'usage** du bâtiment, et non liées à ses caractéristiques intrinsèques. En d'autres termes, il s'agit des consommations hors postes « réglementaires », que sont le chauffage/refroidissement, ECS, éclairage et auxiliaires de ventilation/distribution.
Par exemple : **Informatique**, **électroménager**, **audiovisuel**, **appareil de cuisson**, **système de sécurité**, **équipement médical**, etc…
On regroupe et désigne également ces consommations sous l'appellation d'« **usages spécifiques** ».

Dans le cadre de cette étude, les consommations d'usages spécifiques sont essentiellement de l'ordre informatique (Ordinateurs, imprimantes et scanners, baies de brassage), et minoritairement d'électro-ménager (Petits réfrigérateurs, micro-ondes par exemple).

Ces dernières ont été estimées en fonction de l'occupation des locaux et de l'usage associé (bureaux, salle de classes, tisaneries…), puis réajustées en s'assurant que la consommation calculée correspond bien à la différence entre la consommation totale d'électricité issue des factures, et la part de consommation des usages réglementaires (Chauffage/climatisation, ECS, auxiliaires de ventilation et de distribution).

L'étude considère donc les ratios de consommation d'usages spécifiques/puissances dissipées suivants :

- Environ 70 W/poste informatique, ce qui représente environ 10 W/m² suivant le taux d'occupation des bureaux considéré précédemment.
- Environ 2 W/m² pour les autres locaux (salles de classe, bibliothèque, tisanerie…) pour englober les autres consommations d'usages spécifiques, comme les postes informatiques ponctuels ou l'électroménager.
- L'étude considère également une puissance de 1 kW (0.5 kW en période d'inoccupation) par serveur informatique.

3.3.5 Protections solaires

Lors de l'année de référence (2012),ne grande partie de menuiseries sont équipés de volets en bois.

L'étude considère qu'une partie des protections solaires (75%) de la façade est sont abaissées en matinée d'été pour éviter l'éblouissement et les apports solaires estivaux.

3.3.6 Éclairage

Les besoins d'éclairement sont définis comme tel :
- 300 Lux 7h/jour dans les locaux à occupation prolongées (Bureaux, salles de classes, bibliothèque…).
- 100 à 300 Lux 3h/jour dans les locaux à occupation passagère (Circulations, sanitaires…) ;
- 200 Lux dans les vestiaires et sanitaires 1 à 2h/jour.

3.3.7 Besoins d'ECS

Les besoins d'ECS sont définis comme tel :

Environ 5 L d'ECS à 60°C par heure pour l'ensemble du bâtiment.

3.4 RESULTATS DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ISSUS DE LA SIMULATION DU BATIMENT EXISTANT

3.4.1 Consommations énergétiques de l'état actuel – (Post audit énergétique)

Ce chapitre a pour but de présenter les principaux résultats de la simulation énergétique dynamique réalisée dans le cadre de cette étude.

La modélisation du bâtiment et de son activité dans la simulation thermique dynamique a abouti au résultat suivant :

	État initial	
	Gaz (PCS – kWh EF)	Électricité (kWh EF)
Chauffage	515 079	967
Refroidissement		5 462
ECS		1 766
Aux. Ventilation		1 840
Aux. Distribution		6 131
Éclairage		40 362
Usages spécifiques		48 027
Total (kWh EF/an)	**515 079**	**104 556**
Total (kWh EF/an)	**619 635**	
Surface (m²)	**4 335**	
Total (kWh EF/m².an)	**142.9**	

3.4.2 Comparaison du calcul théorique aux factures énergétiques et la consommation réelle du site

Dans le cadre de ce projet, Il est difficile de comparer les consommations théoriques aux consommations réelles, plusieurs variables indépendantes et un certain manque d'informations viennent compliquer l'analyse des factures énergétiques :

3.4.2.1 Incertitude des consommations énergétiques du site relevées/communiquées

Une fiche informative fait état d'une consommation annuelle sous-évaluée par rapport à la réalité :

- **Plan de comptage et de sous-comptage existant :**

N° OSFi 320178_1000011230 RESEAU CANOPE ET ENSPAYSAGE

- Compteur Elec : 30002514092704 depuis 2012 et représente 33,33% du ratio de comptage
- Compteur Gaz : GI120570 depuis 2010 et représente 33,33% du ratio de comptage

N° OSFi 320178_1000011264 RESEAU CANOPE ET ENSPAYSAGE

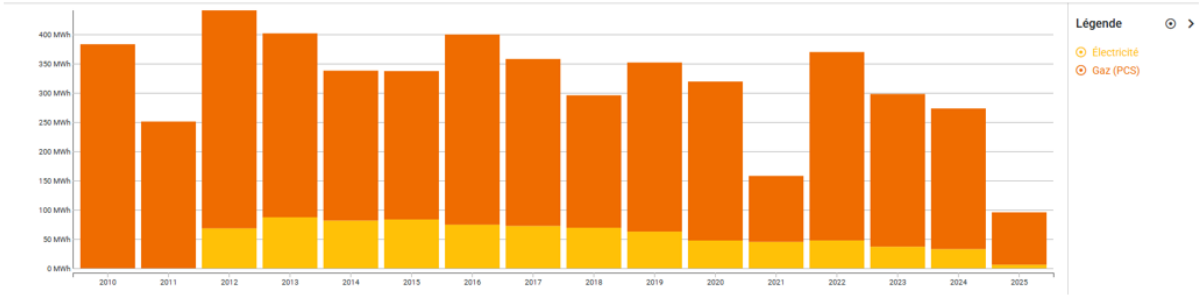
- Compteur Elec : 30002514092704 depuis 2012 et représente 33,33% du ratio de comptage
- Compteur Gaz : GI120570 depuis 2010 et représente 33,33% du ratio de comptage

Il manque donc a priori 1/3 de la consommation par compteur car ratio de comptage = 66,66% pour l'électricité et pour le gaz.

Le tiers restant est assigné au **320178_1000007068** service non existant dans l'OSFi.

Consommations issues des deux sous-compteurs :

Consommations globales du site :

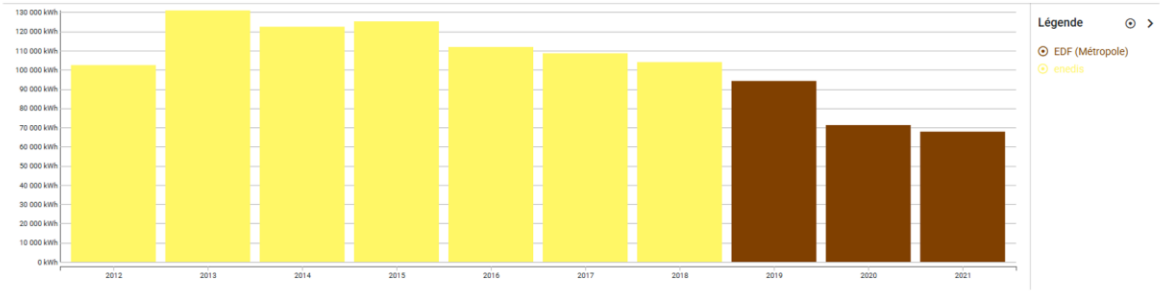


D'après ce graphique, l'année 2012 (sélectionnée pour l'année de déclaration sur OPERAT) fait état de :

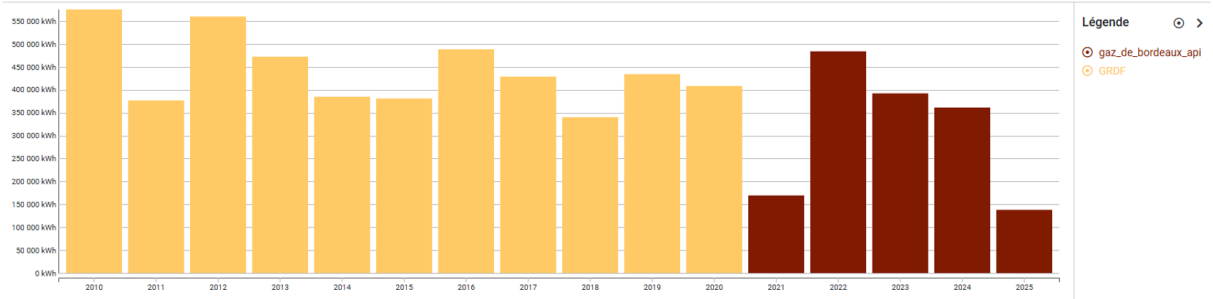
- Une consommation annuelle gaz de : **370 000 kWh**
- Une consommation annuelle électrique de : **70 000 kWh**

Un second graphique met en avant les consommations suivantes :

Consommations du Compteur d'électricité :



Consommations du Compteur Gaz :



Cette fois, les graphiques de consommation annuelle de l'année 2012 font état de :

- Une consommation annuelle gaz de : **550 000 kWh**
- Une consommation annuelle électrique de : **105 000 kWh**

L'analyse des données disponibles suggère que 33 % de consommation énergétique ont été exclues des « consommations globales du site » car relevant d'un autre occupant ministériel, ce qui établirait une consommation énergétique du bâtiment en année de référence 2012 à hauteur de **655 000 kWh d'énergie finale.**

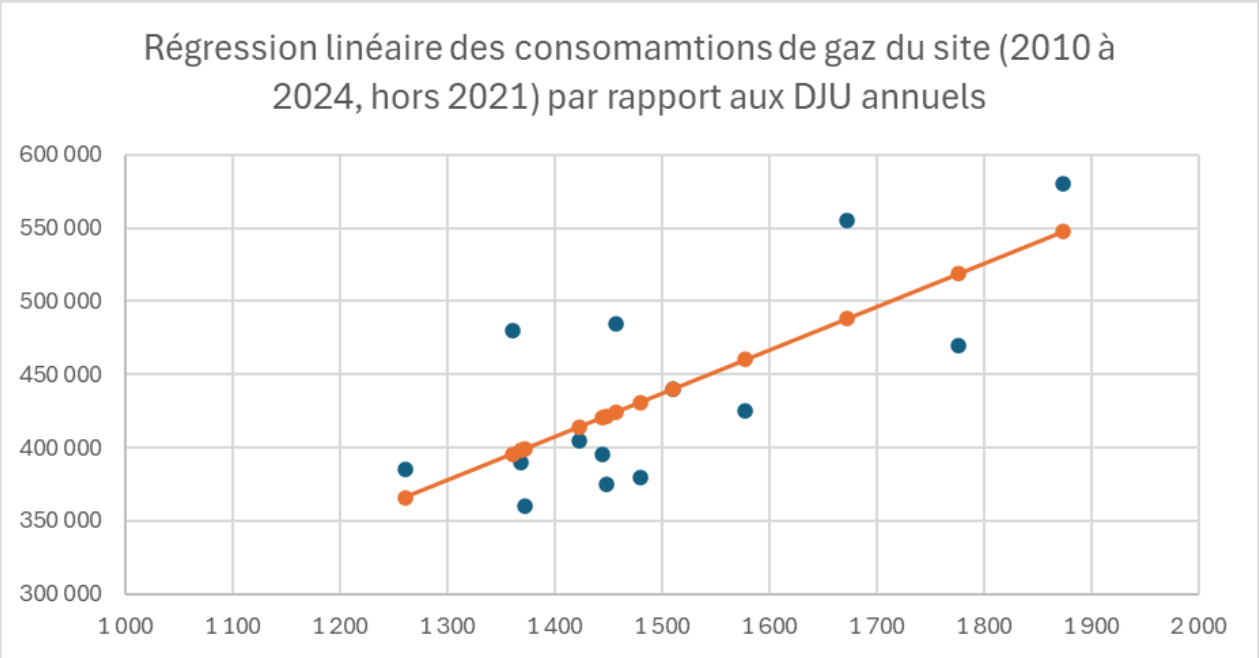
La présente étude prend en compte cette consommation comme étant celle effectivement déclarée sur OPERAT.

3.4.2.2 Incertitude de la corrélation consommation de chauffage/rigueur climatique

Pour commencer, il y a une certaine incertitude quant à l'occupation des locaux à cette époque (l'année de déclaration remonte à plus de 13 ans maintenant, et l'occupation du bâtiment a entre-temps évoluée).

Les variations en termes d'occupation du bâtiment et donc des locaux utilisés ou non, et la manière de les utiliser est relativement floue, et l'usage de certaines parties de bâtiment (particulièrement les zones de bureaux et les forts apports internes associés) rendent la corrélation entre la rigueur climatique (DJU) et la consommation de chauffage incertaine.

Les régressions linéaires faites sur les consommations énergétiques du site présentent de fortes dérives par rapport aux courbes de projection.



Pour résumer, au vu de l'incertitude sur :

- L'exactitude des consommations énergétiques communiquées et de ce qui a été déclaré sur la plateforme OPERAT ;
- L'occupation du bâtiment et de son influence sur les consommations de chauffage qui semble conduire à une certaine décorrélation entre les consommations de chauffage et la rigueur climatique.

Il a été décidé de maintenir la consommation théorique calculée (515 079 kWh pour un DJU base 18°C annuel de 1526) suivant l'ensemble des hypothèses décrites précédemment en tant que consommation de référence. L'ensemble des hypothèses sur le bâtiment et les équipements étant fidèles à la réalité, les hypothèses sur le fonctionnement plutôt convaincantes par rapport à la probable utilisation du bâtiment à l'époque, et les consommations calculées dans le bon ordre de grandeur par rapport aux consommations réelles du site.

CHAPITRE 4 ÉTAT PROJETÉ – DISPOSITIF ÉCO ÉNERGIE TERTIAIRE

Le comportement thermique du bâtiment défini, et ses consommations existantes estimées, il convient désormais d'évaluer l'impact sur ses consommations induit par les travaux de restructuration et d'optimisation énergétique, puis de vérifier le respect des exigences du décret tertiaire.

4.1 DESCRIPTION DES TRAVAUX PREVUS ET SIMULES

Ci-dessous l'ensemble des travaux considérés, en plus de la restructuration des locaux, et de l'utilisation de l'ensemble de la surface du bâtiment, y compris les zones qui étaient désaffectées.

4.1.1 Perméabilité à l'air

L'étanchéité à l'air du bâtiment est modifiée à 1.7 m3/h.m² sous 4 Pa

4.1.2 Parois opaques

Ci-dessous l'ensemble des travaux d'amélioration considérés pour les parois opaques :

- Mise en place d'un **isolant en sous-face du plancher bas du rez-de-chaussée** donnant sur les locaux non chauffés (Parking et locaux de stockage/techniques non chauffés).
  Flocage thermique et coupe-feu d'une épaisseur de 10cm pour une résistance thermique **R = 2.45 m².K/W ;**
- Mise en place d'une **isolation thermique par l'intérieur (ITI) sur les murs extérieurs.** Isolant en laine de bois de 14cm d'épaisseur pour une résistance thermique **R = 3.65 m².K/W ;**
- *Mise en place d'une **isolation thermique par l'extérieur (ITE)** sur les murs extérieurs de la **cage d'escaliers sud**. Isolant de 14cm d'épaisseur pour une résistance thermique **R = 3.65 m².K/W ;***
- Mise en place d'une **isolation sous étanchéité pour les toitures terrasses** du RDC et du R+5, isolant de type polyuréthane de 16cm d'épaisseur pour une résistance thermique **R = 7.25 m².K/W ;**
- Mise en place d'une **isolation sous combles perdus**, isolant de type laine soufflée ou déroulée d' une résistance thermique **R = 7.25 m².K/W ;**

4.1.3 Parois vitrées

Ci-dessous l'ensemble des travaux d'amélioration considérés pour les menuiseries :

- Remplacement de l'ensemble des menuiseries extérieures du bâtiment.
  Mise en place de fenêtres et portes-fenêtres en bois, avec double vitrage thermique à faible émissivité 4/14/4 remplissage argon.
  Ouverture manuelle et protections solaires extérieures type volets roulants ou battants.
  Uw = 1.4 W/(m².K) ; Sw = 0.42 ; Tlw = 0.56.
- Remplacement des baies vitrée du rez-de-chaussée sur le boulevard.
  Mise en place de baies vitrées en acier à rupture de ponts thermiques ou bois, avec double vitrage thermique à faible émissivité 44.2/14/44.2 remplissage argon.
  Uw = 1.3 W/(m².K) ; Sw = 0.37 ; Tlw = 0.52.
- Remplacement des protes opaques extérieures.
  Uw = 1.5 W/(m².K)

4.1.4 Systèmes énergétiques

Ci-dessous l'ensemble des travaux d'amélioration considérés pour les systèmes énergétiques.

4.1.4.1 Production de chauffage et de refroidissement

Dépose des chaudières gaz existantes et mise en place d'une production de chauffage et de refroidissement thermodynamique.

Le calcul d'apports et de déperditions à l'état projeté effectués font état de :
- Déperditions méthode EN 12 831 - (21°C, surpuissance 20%) : **152 kW**
- Apports méthode RTS ASHRAE – (26°C, surpuissance 10%) : **232 kW**

L'étude considère donc 6 groupes VRV de type « PUHY-P350YNW-A2 » de chez Mitsubishi Electrics.
Caractéristiques unitaires :
- Puissance nominale chaud unitaire (7°C/20°C) : 40 kW
- COP (7°C/20°C) : 3.92
- Puissance nominale froid unitaire (35°C/27°C) : 40 kW
- EER (7°C/20°C) : 2.86

Émission par ventilo-convecteurs type cassettes ou gainables encastrés en faux-plafond.
Variation temporelle considérée de 0.5 K

Pour les locaux serveur/baie de brassage, chauffage/refroidissement via mono-split indépendants.

4.1.4.2 Ventilation

Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération calorifique sur air extrait.

Les débits ont été estimés sur la base de l'occupation prévisionnelle et des débits par occupants imposés par le code du travail à savoir :
- 25 m³/h par occupant dans les bureaux ;
- 30 m³/h par occupant dans les salles de réunion.

Les caractéristiques considérées dans l'étude pour la VMC double flux sont les suivantes :
- Débit de soufflage : 15 140 m³/h
- Débit de reprise : 15 140 m³/h
- Rendement de l'échangeur : 75 %
- Consommation ventilateur de soufflage : 0.40 Wh/m³
- Consommation ventilateur de reprise : 0.35 Wh/m³
- By-pass pour free-cooling lorsque les conditions intérieures et extérieures le permettent.
- **Fonctionnement de la VMC DF sur programme horaire : 7h à 20h, 5j/7.**

Mise en place d'un caisson d'extraction pour les locaux à pollution spécifique (notamment les sanitaires).

Les caractéristiques considérées dans l'étude pour la VMC simple flux sont les suivantes :
- Débit de reprise : 1 050 m³/h
- Consommation ventilateur de reprise : 0.35 Wh/m³
- **Fonctionnement de la VMC SF permanent.**

4.1.4.3 Éclairage

Remplacement des équipements d'éclairage par des luminaires de type LED avec des commandes de gestion appropriées :

Les puissances et mode de gestion considérés sont les suivantes :

- Bureaux et salles de réunion : 5 W/m², gestion manuelle par interrupteur marche/arrêt.
- Sanitaires et circulations : 4 W/m², gestion automatique par détecteur de présence/absence.

4.1.5 Fonctionnement du bâtiment

Une partie des scénarios de fonctionnement du bâtiment présentent quelques évolutions, en particulier pour le chauffage des locaux.

4.1.5.4 Scénarii de chauffage et refroidissement

Mise en place d'un programme horaire avec une température réduite de chauffage en période d'inoccupation du bâtiment (de 20h à 5h) :

Température de chauffage : 19°C
Température réduite : 16°C
Température en période de fermeture (Noël) : 12°C

Température de climatisation : 26°C
Arrêt des équipements en inoccupation

Une variante de calcul sera effectuée avec une température de chauffage de 21°C/17°C, qui sont des températures de consigne plus courantes dans ce genre d'établissement, où les occupants ont la possibilité de réguler eux-mêmes les températures via les télécommandes.

4.1.5.5 Scénario d'occupation et de puissances dissipées

L'occupation des locaux est désormais basée sur le nombre de personnes prévue par bureaux ou salles de réunion selon les plans architectes (Bureaux de 1 à 10 personnes), de 8h à 18h

Le scénario de puissance dissipée des bureaux est modifié en conséquence, calqué sur le scénario d'occupation de chaque bureau, avec 70 W/poste informatique et donc par occupant.
Pour les salles de réunion, ce sera 30 W/PC

4.1.6 Photovoltaïque

La toiture ayant la capacité de recevoir une installation photovoltaïque, une variante de calcul sera effectuée en considérant l'installation suivante :

- Type de module considérés : SUNPOWER MAXEON 3 – 400 Wc
- Surface totale de l'installation : 494.96 m² (280 modules)
- Puissance crête totale : 112 kWc
- Orientation : Plein sud, 0°
- Inclinaison : 30°

4.2 RESULTATS DES SIMULATIONS

4.2.1 Consommations énergétiques de l'état projeté

La modélisation du bâtiment et de son activité dans la simulation énergétique dynamique a abouti au résultat suivant :

	État projeté	
	Gaz (PCS – kWh EF)	**Électricité (kWh EF)**
Chauffage		24 753
Refroidissement		27 407
ECS		2 465
Aux. Ventilation		40 677
Aux. Distribution		
Éclairage		18 927
Usages spécifiques		78 616
Total (kWh EF/an)	**-**	**192 846**
Total (kWh EF/an)	**192 846**	
Surface projet (m²)	3 968	
Total (kWh EF/m².an)	**48.6**	
Rappel existant (kWh EF/m².an)	*142.9*	
Gain relatif (%)	**66.0 %**	
Production photovoltaïque (kWh)	131 059 **(82 749 autoconsommés)**	
Total (kWh EF/m².an)avec PV	**27.7**	
Gain relatif avec PV	**80.6 %**	

4.2.2 Consommations énergétiques de l'état projeté – Variante chauffage

Les résultats de la variante de calcul avec la température de chauffage à 21°C sont les suivants :

	État projeté – Variante chauffage	
	Gaz (PCS – kWh EF)	**Électricité (kWh EF)**
Chauffage		33 078
Refroidissement		27 913
ECS		2 465
Aux. Ventilation		40 979
Aux. Distribution		
Éclairage		18 927
Usages spécifiques		78 616
Total (kWh EF/an)	**-**	**201 978**
Total (kWh EF/an)	**201 978**	
Surface projet (m²)	3 968	
Total (kWh EF/m².an)	**50.9**	
Rappel existant (kWh EF/m².an)	*142.9*	
Gain relatif (%)	**64.4 %**	
Production photovoltaïque (kWh)	131 059 (**82 749** autoconsommés)	
Total (kWh EF/m².an)avec PV	**30.0**	
Gain relatif avec PV	**79.0 %**	

4.3 RESULTATS DES SIMUALTIONS DANS LE CADRE DU DISPOSITIF ECO ENERGIE TERTIAIRE

4.3.1 Dispositif éco énergie tertiaire - Méthode relative

Pour rappel, les exigences du décret tertiaire en méthode relative sont les suivantes :

- **Horizon 2030** : Gain minium de 40% d'économie en énergie finale tous usages par rapport à l'année de référence du dispositif Éco Énergie Tertiaire
- **Horizon 2040** : Gain minium de 50% d'économie en énergie finale tous usages par rapport à l'année de référence du dispositif Éco Énergie Tertiaire
- **Horizon 2050** : Gain minium de 60% d'économie en énergie finale tous usages par rapport à l'année de référence du dispositif Éco Énergie Tertiaire

Ci-dessous la synthèse des consommations énergétiques calculées :

État initial (2012) :	**619 635 kWh**
Projet :	**192 846 kWh (- 66.0 %)**
Projet avec PV :	**110 097 kWh (- 80.6 %)**
Projet – Variante chauffage :	**201 978 kWh (- 64.4 %)**
Projet avec PV – Variante chauffage :	**119 229 kWh (- 79.0 %)**

Les exigences en méthode relative sont largement atteignables dans le cadre de ce projet.
En effet, cette méthode est bien adaptée aux anciens bâtiments n'ayant jamais ou peu fait l'objet de travaux d'améliorations énergétiques.
La marge de gain est très importante, rendant les objectifs de la méthode relative très accessibles.

À noter que, dans notre cas de figure, les hypothèses de calcul sont défavorables, dans le sens où l'on ne considère pas le bâtiment initial comme entièrement occupé et chauffé, tout en prenant la surface totale du bâtiment comme référence, y compris celle des locaux désaffectés, alors que l'état projeté fait état d'une exploitation complète de l'ensemble du bâtiment.
De plus, la surface totale du bâtiment a diminué entre l'état initial et projeté.

4.3.2 Dispositif éco énergie tertiaire - Méthode absolue

Il est également possible de répondre aux exigences du décret tertiaire en respectant un seuil de consommation prédéfini par arrêté, un seuil dit « absolu ».

Ce seuil, noté « Cabs », exprimé en kWh EF /m².an, et se calcule de la manière suivante :
Cabs = Composante CVC + Composante USE modulée.

La composante CVC est déterminée à partir de la zone climatique réglementaire, et la composante USE modulée à partir de l'usage du bâtiment / de la partie de bâtiment et modulée selon les conditions d'utilisation et caractéristiques spatiales réelles du bâtiment.
Ces seuils sont définis par divers arrêtés gouvernementaux, actuellement établis en guise de seuil 2030, et sont voués à évoluer à l'horizon 2040 et 2050 pour suivre le même principe d'évolution que la méthode relative.

Dans le cadre de ce projet, l'utilisation de cette méthode n'est pas nécessaire, étant plutôt privilégiée pour les bâtiments qui peuvent difficilement satisfaire les exigences de la méthode relative.

4.4 RESULTATS REGLEMENTATION THERMIQUE RTEX – LABEL BBC EFFINERGIE

Ci-dessous les résultats issus du calcul réglementaire dans le cadre vérificatif de la conformité du projet au label BBC Effinergie.

Principales exigences vérifiées par le biais de ce calcul :

- Ubât projet < Ubât base ;
- Cep projet < Cep réf – 40%.

Les autres exigences sont consultables sur le site internet du label Effinergie, notamment concernant la perméabilité à l'air (Q4 doit être inférieur à 1.5 m³/h.m² avec tests de perméabilité).

4.4.1 Calcul sans installation photovoltaïque :

Consommations Cep et déperditions Ubat

Bâtiment	Cep initial	Cep projet	Cep ref	Cep max	Cep initial-30%	Ubat base	Ubat projet	Ubat max	U-Bat initial
	kWhEP/m²	kWhEP/m²	kWhEP/m²	kWhEP/m²	kWhEP/m²	W/(m².K)	W/(m².K)	W/(m².K)	W/(m².K)
Rectorat de Marseille	184.3	80.9	170.8		129.0	0.700	0.560	1.050	2.808

Ce projet est conforme à la méthode Th CE ex.
Non conforme aux labels HPE de la RT Existant.
Conforme au label BBC - Effinergie renovation de la RT Existant.

4.4.2 Calcul avec installation photovoltaïque :

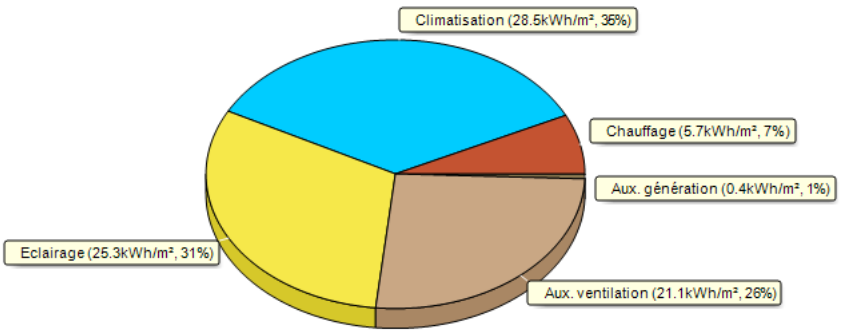
Consommations Cep et déperditions Ubat

Bâtiment	Cep initial	Cep projet	Cep ref	Cep max	Cep initial-30%	Ubat base	Ubat projet	Ubat max	U-Bat initial
	kWhEP/m²	kWhEP/m²	kWhEP/m²	kWhEP/m²	kWhEP/m²	W/(m².K)	W/(m².K)	W/(m².K)	W/(m².K)
Rectorat de Marseille	184.3	-14.5	170.8		129.0	0.700	0.560	1.050	2.808

Ce projet est conforme à la méthode Th CE ex.
Non conforme aux labels HPE de la RT Existant.
Conforme au label BBC - Effinergie renovation de la RT Existant.

Décomposition du Cep :

Décomposition du Cep (hors prod. ENR) Projet: 80.93 kWhEP/m².an



4.5 SYNTHÈSE

Ci-dessous une synthèse de la conformité aux dispositif éco énergie tertiaire des différents calculs réalisés :

	Relative 2030 (-40 %)	Relative 2040 (-50 %)	Relative 2050 (-60 %)	RTex – Label BBC Effinergie
Projet	✓	✓	✓	✓
Projet avec PV	✓	✓	✓	✓
Projet – Variante chauffage 21	✓	✓	✓	✓
Projet avec PV – Variante chauffage 21	✓	✓	✓	✓

Pour rappel, l'ensemble des travaux d'améliorations énergétiques considérés sont les suivants :

- **Isolation** du **plancher bas** RDC donnant sur les locaux non chauffés R = 2.45 m².K/W ;
- **Isolation** par l'intérieur (ITI) des **murs extérieurs.** R = 3.65 m².K/W ;
- **Isolation des toitures terrasses** et **combles perdus**. R = 7.25 m².K/W ;
- **Remplacement des menuiseries extérieures** simple vitrage par des menuiseries neuve double vitrage thermique. **Uw = 1.3 à 1.4 W/(m².K) ; Sw = 0.37 à 0.42 ; Tlw = 0.52 à 0.56.**
- **Remplacement de la production de chauffage** par la mise en place de **groupe VRV réversibles.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique double flux** à haute efficacité énergétique et récupération calorifique sur air extrait avec régulation du fonctionnement sur programme horaire.
- **Remplacement des équipements d'éclairage** par des luminaires de type LED avec gestion appropriée à l'usage de chaque local.
- Mise en place d'un **programme horaire pour les températures de chauffage et de refroidissement**, consigne à **19°C/16°C** dans le calcul de base, **21°C/17°C** dans la variante de calcul (qui se veut plus « réaliste »)
- **Option :** Mise en place d'une **installation photovoltaïque** en toiture d'environ **500m²** et **112 kWc.**