SNC Crémation
Tous droits réservés

Crématorium de VESOUL

APPROCHE ENVIRONNEMENTALE

Phase Conception / Travaux

Retrouvez dans ce document :	• Notre méthode pour limiter l'impact environnemental en phase conception construction • Notre approche en matière de développement durable • Nos objectifs RE2020
Notre valeur ajoutée :	• L'utilisation de matériaux à forte inertie thermique • Une approche durable à court, moyen et long terme
Pour aller plus loin :	Découvrez ci-après : • a - Synoptique de récupération de calories, • b – Une notice thermique détaillée.

Nos actions & engagements

Récupérer les calories issues du procédé de filtration pour les réutiliser de manière utile(chauffage)	Transformer les kw émis en eau chaude pour chauffer le bâtiment. Les excès résiduels sont éliminés par les aéroréfrigérants. En cas d'insuffisance, la PAC (pompes à chaleur) prend le relais et permet de réguler le bâtiment à la température voulue. **Le synoptique de récupération d'énergie disponible en annexe « a » ci-après.**

Notre objectif

Nos recherches sur la réutilisation des calories issues du procédé de filtration pour les réutiliser de manière utile (chauffage) nous permettent, dans le cadre d'un fonctionnement optimum du crématorium, de nous fixer l'objectif suivant :

à minima 90 %

des besoins de chauffage du bâtiment
couverts par la récupération des calories issues du procédé de filtration.

L'inertie thermique des matériaux de construction utilisés

L'inertie thermique d'un bâtiment est l'une des composantes essentielles de son efficacité énergétique.
Les deux atouts d'un bâtiment présentant une bonne inertie sont :

- sa capacité à stocker l'énergie pour la restituer lors des besoins,
- sa capacité à limiter les hausses de température en été.

Nos actions & engagements	
Matériaux à forte inertie & traitement des eaux de pluie	Notre projet est élaboré dans une véritable démarche environnementale tant par la mise en œuvre des matériaux à forte inertie thermique et leur utilisation (notamment le bois en façades), que par le traitement des espaces extérieurs : traitement des eaux de pluie.
Le bois	Le bois est un matériau préconisé par les futures normes thermiques et énergétiques, notamment pour son bilan carbone, son inertie thermique exceptionnelle et sa faible conductivité (0.15 W/mK).
Energie solaire (Panneaux photovoltaïques)	Des panneaux photovoltaïques permettront le fonctionnement de l'ensemble de l'éclairage et, en appoint, des bornes de recharges électriques. Les panneaux photovoltaïques sont du matériel de dernière génération avec capteurs photovoltaïques monocristallins.
Eclairage éco-responsable	L'ensemble des luminaires intérieurs et extérieurs seront équipés de sources Leds. Balisage au sol par spots encastrés source led de l'allée centrale de la salle de cérémonie. Eclairages extérieurs parking et cheminements piétonniers par lampadaires et / ou bornes leds selon plan.

Développement durable

« Le développement durable est une démarche qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs »

(Définition donnée dans le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, dit rapport Brundtland).

Le développement durable s'inscrit dans une perspective de long terme, en intégrant les aspects écologiques et sociaux à l'économie.

La Société Nouvelle de Crémation fonde son développement en intégrant cette vision durable à chaque projet qu'elle conçoit.

Notre vison du développementdurablepour votre projet

- **Assurer des retombées économiques pour les générations futures**
- **Maximiser la performance environnementale du projet**
- **Créer de l'emploi à long terme pour la Collectivité**

Nos actions & engagements	
Environnemental	• Le process mis en place offre une source d'énergie réutilisable. • Installation de panneaux photovoltaïques pour le fonctionnement de l'ensemble de l'éclairage et, en appoint, des bornes de recharges électriques. • Matériaux de construction à forte inertie thermique. • La collecte sélective des déchets en phase chantier. • La récupération et le retraitement par filière spécifique des filtrats.

Economique	Notre gestion du Crématorium apportera une réelle plus-value économique sur le secteur : • Il sera un atout en terme de notoriété et de dynamisme local, • Il aura pour conséquence d'accroître les flux de passage qui auront une retombée économique positive sur les activités et commerces environnants.
Social	Socialement, nous contribuerons non seulement à la création d'emplois directs (salariés de l'établissement) mais également indirects avec les retombées économiques locales que le site aura sur les commerces environnants.

Objectifs RE2020

Le bâtiment du crématorium de la Ville de VESOUL sera conçu et réalisé de façon éco responsable, et bien que non astreint au respect de la règlementation thermique RT 2012, notre projet ira bien au-delà en répondant à l'ensembledes objectifs de la RE 2020.

L'atteinte des objectifs de la RE 2020 sera obtenue par une démarche globale, intégrant tout le processus constructif, depuis la conception architecturale du bâtiment et le choix des matériaux de construction, des systèmes de production et d'émission du chauffage et de rafraichissement en été ainsi que de renouvellement de l'air jusqu'à la production d'électricité photovoltaïque.

Le bâtiment du Crématorium de VESOUL répondra à l'ensemble des objectifs de la RE 2020 :

- Par la conception bioclimatique du bâtiment. En effet, en plus d'être parfaitement intégré à son site et isolé de manière optimale, il maximisera les apports solaires, par son orientation, et le nombre et la disposition des baies, réduisant ainsi les besoins en chauffage et en éclairage, avec des baies équipées de protections solaires contribuant au confort d'été,
- Par la mise en œuvre de matériaux biosourcés (utilisation de bois, et de fibres de bois pour les isolants) permettant d'atteindre les objectifs du volet Carbone de la RE,
- Au moyen de la récupération d'une partie de l'énergie thermique produite par les fours du crématorium afin de chauffer le bâtiment en hiver, ainsi que de la production d'électricité photovoltaïque assurant l'autosuffisance du bâtiment en énergie électrique, permettant d'atteindre pleinement les objectifs du volet Energie de la RE 2020.
- La qualité de l'air intérieur du bâtiment sera optimisée par le recours à des matériaux de constructions répondant aux normes d'émissions de COV et à un système de renouvellement de l'air à double flux avec filtration de l'air neuf, qui contribuera aux conforts d'hiver & d'été, à la qualité de l'air intérieur et aux économies d'énergie.

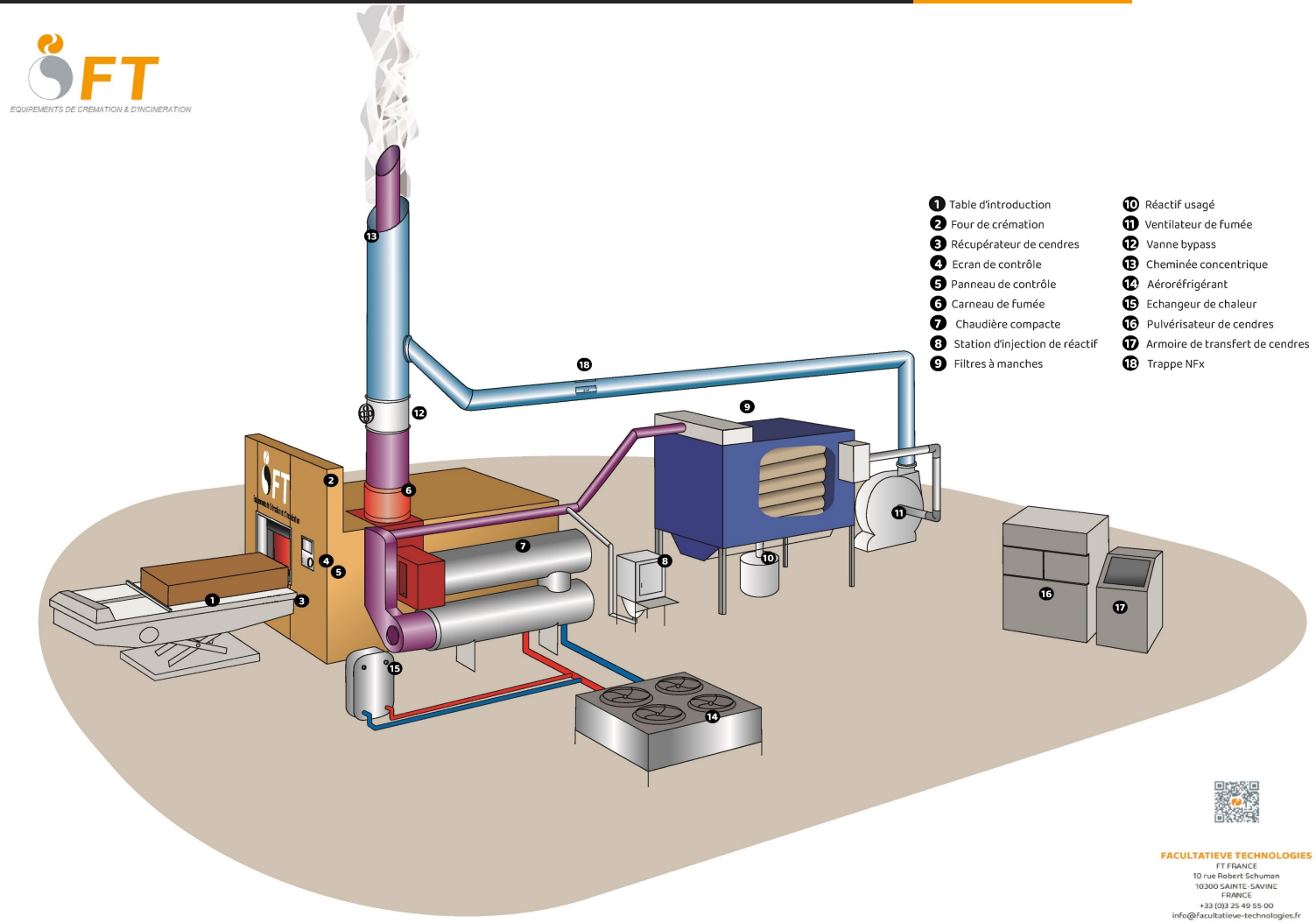
In fine, le recours à des matériaux biosourcés et à des énergies renouvelables diminuera donc l'empreinte carbone du bâtiment lors de sa construction ainsi que tout au long de son cycle de vie.

La récuperation d’énergie

EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION

Principe de fonctionnement général

FT
EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION



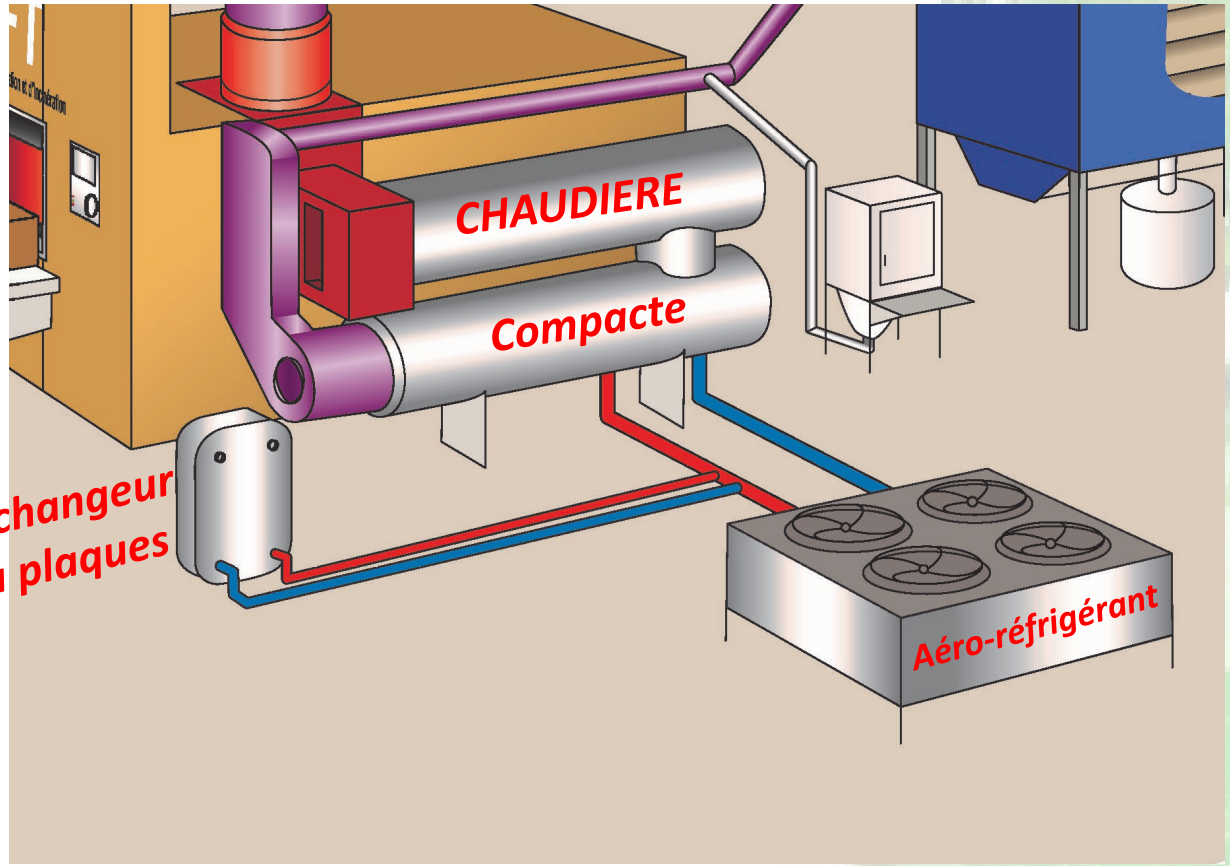
FACULTATIEVE TECHNOLOGIES
FT FRANCE
10 rue Robert Schuman
10300 SAINTE-SAVINE
FRANCE
+33 (0)3 25 49 55 00
info@Facultatieve-technologies.fr

La production d’énergie

Le process de crémation utilise une grande quantité de gaz naturel comme combustible, répartit sur deux brûleurs de 350 kW chacun.
Cette énergie est nécessaire afin de garantir des températures élevées et ainsi la bonne conduite de la crémation.
A l’heure où l’environnement et surtout l’économie d’énergie sont au cœur de tous les débats, il est intéressant de se pencher sur le sujet de la récupération d’énergie dans le domaine de la crémation.
En effet, il est techniquement possible de récupérer une partie des calories dégagées. A ce jour, une partie des calories est dissipée dans le local technique (déperditions des équipements et tuyauterie), une autre partie est dissipée à l’extérieur au travers des aéro-réfrigérants.
Il est clair que cette énergie est gaspillée.
Nous vous proposons d’en récupérer une partie au travers d’un système de récupération d’énergie.

La récuperation d'énergie

EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION



De l'eau chaude est générée par une chaudière compacte dont le rôle est de refroidir les fumées qui émanent des appareils de crémation, avant traitement et filtration des fumées. Une partie de cette eau chaude est utilisée par le système de récupération de chaleur (échangeur).

L'échangeur à plaques récupère ainsi les calories du circuit nommé «primaire», et les transfère vers le circuit nommé «secondaire». Ces calories peuvent être maintenant stockées dans un ballon tampon pour être dissipées dans un circuit de chauffage, de fabrication d'ECS ou encore servir pour rafraichir vos locaux au travers d'une PAC à absorption.

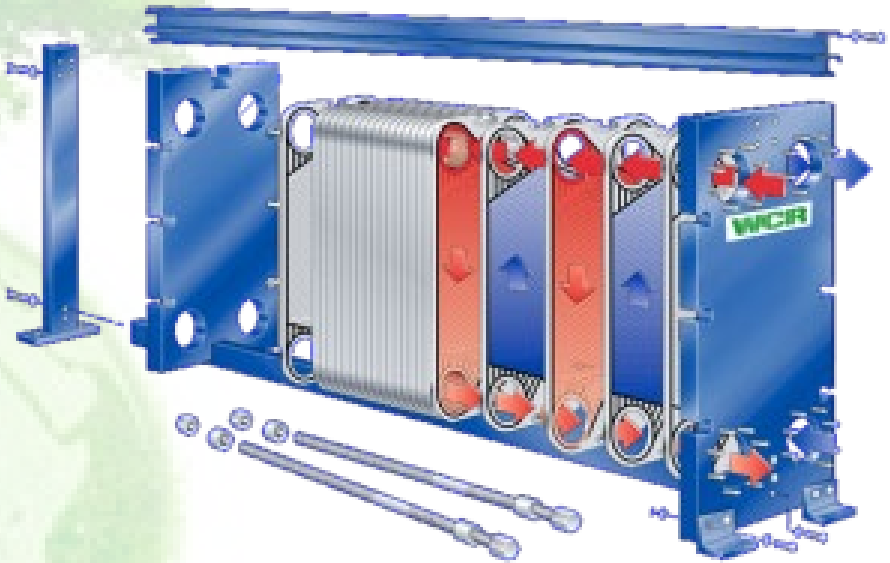
Données techniques

EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION

L'échangeur à plaques

Circuit Primaire

Fluide caloporteur (Circuit Primaire)	Eau glycolée, 25% glycol
Température Fluide Aller	95°C
Température Fluide Retour	85°C
Température de fonctionnement maxi	120°C
Pression de fonctionnement	jusqu'à 10.0 bar
Pertes de charge admissible	100 kPa maximum
Puissance	de 90 à 280 kW*



Circuit secondaire

Fluide caloporteur	Eau brute
Température eau Aller	à définir*
Température eau Retour	à définir*
Débit	à définir selon les besoins d'énergie*
Pression de fonctionnement	jusqu'à 10.0 bar
Pertes de charge admissible	100 kPa maximum
Raccordement standard	DN 50 mâle

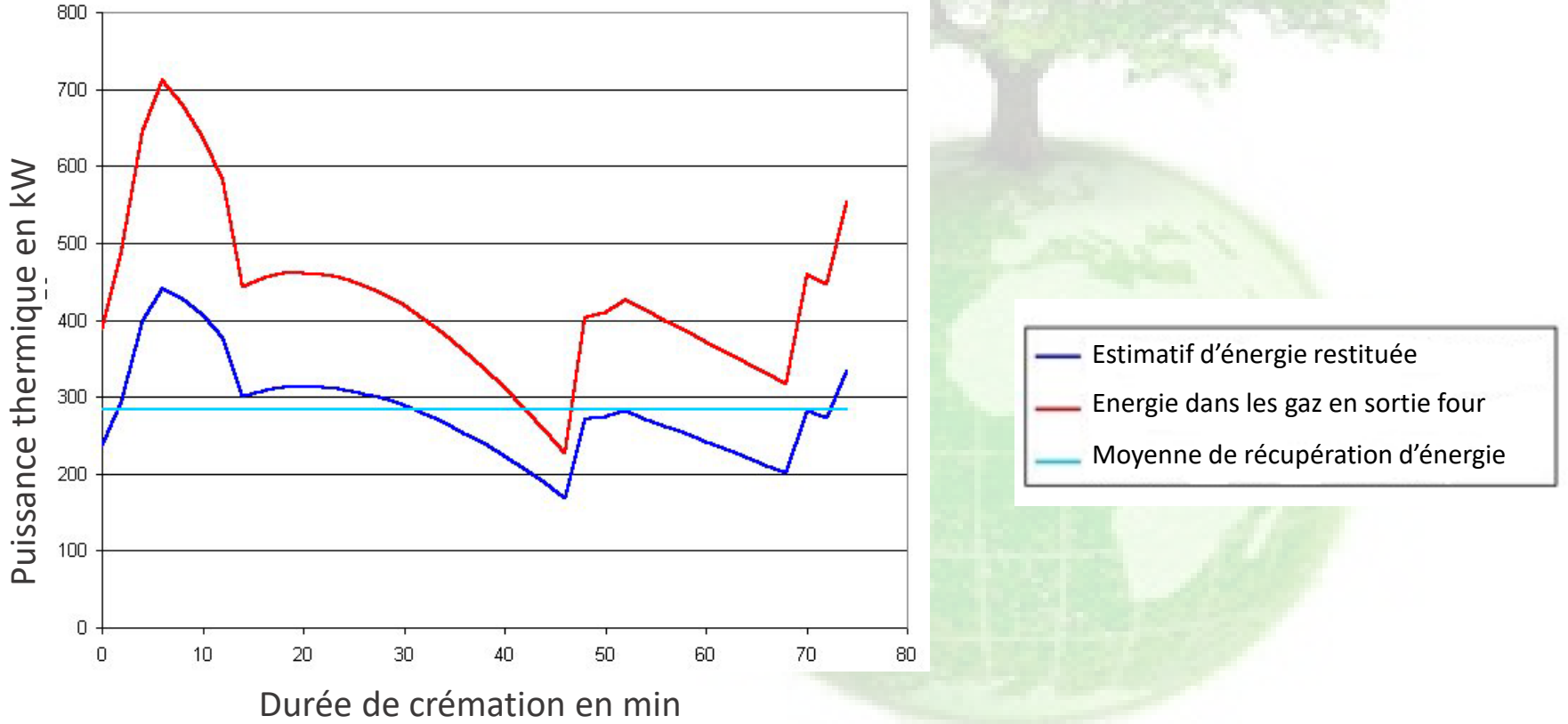
* ces valeurs seront renseignées après étude technique du client

Données techniques

EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION

Quelle quantité de chaleur peut être récupérée?

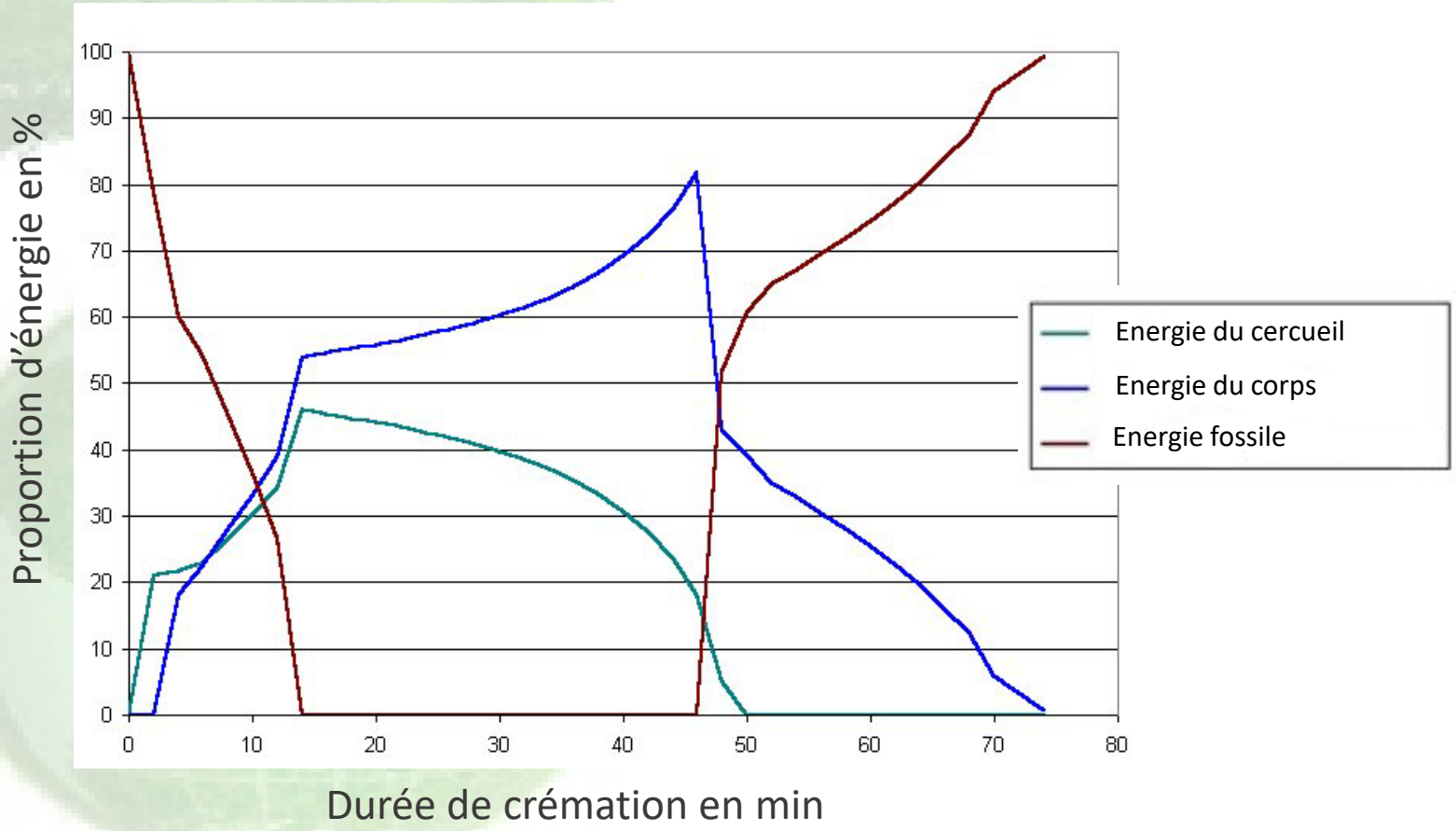
Le taux moyen de récupération de chaleur d'une crémation est d'environ 280 kW thermique, mais le taux de récupération instantanée varie considérablement tout au long de la crémation, passant de plus de 400 kW au début de la crémation à moins de 200 kW lorsque la crémation est presque terminée.



Données techniques

Les calories proviennent d'un certain nombre de sources, qui varient pendant la crémation.

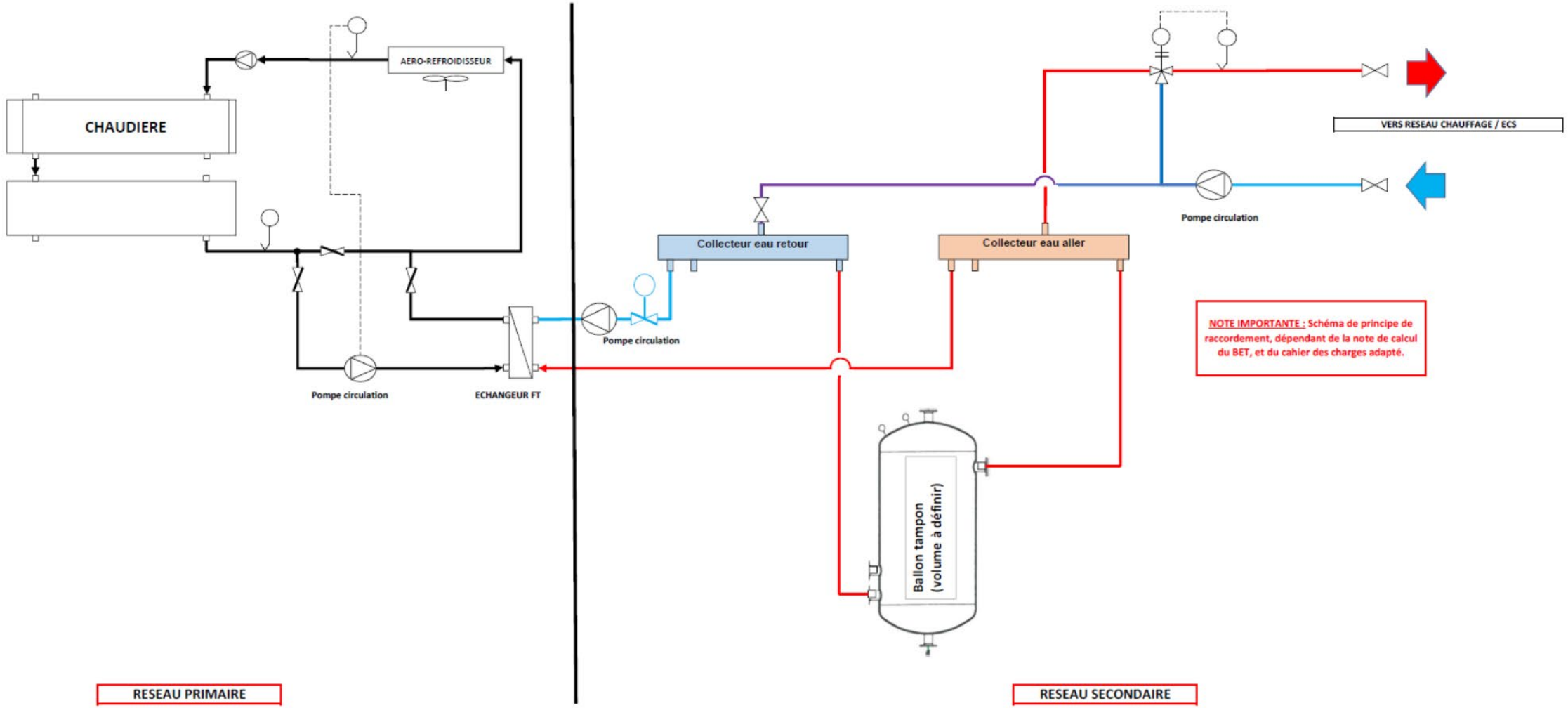
- Combustible gaz - généralement le brûleur de postcombustion au début de la crémation (en particulier lors des deux premières crémations de la journée) et combustion du brûleur primaire avec une postcombustion vers la fin de la crémation.
- Cercueil et sa garniture qui dégagent des calories pendant la première moitié de la crémation.
- Le corps lui-même - commençant lentement puis qui atteint son pic vers la moitié de la crémation, pour réduit jusqu'à la fin de la crémation.



Exemple d’installation:

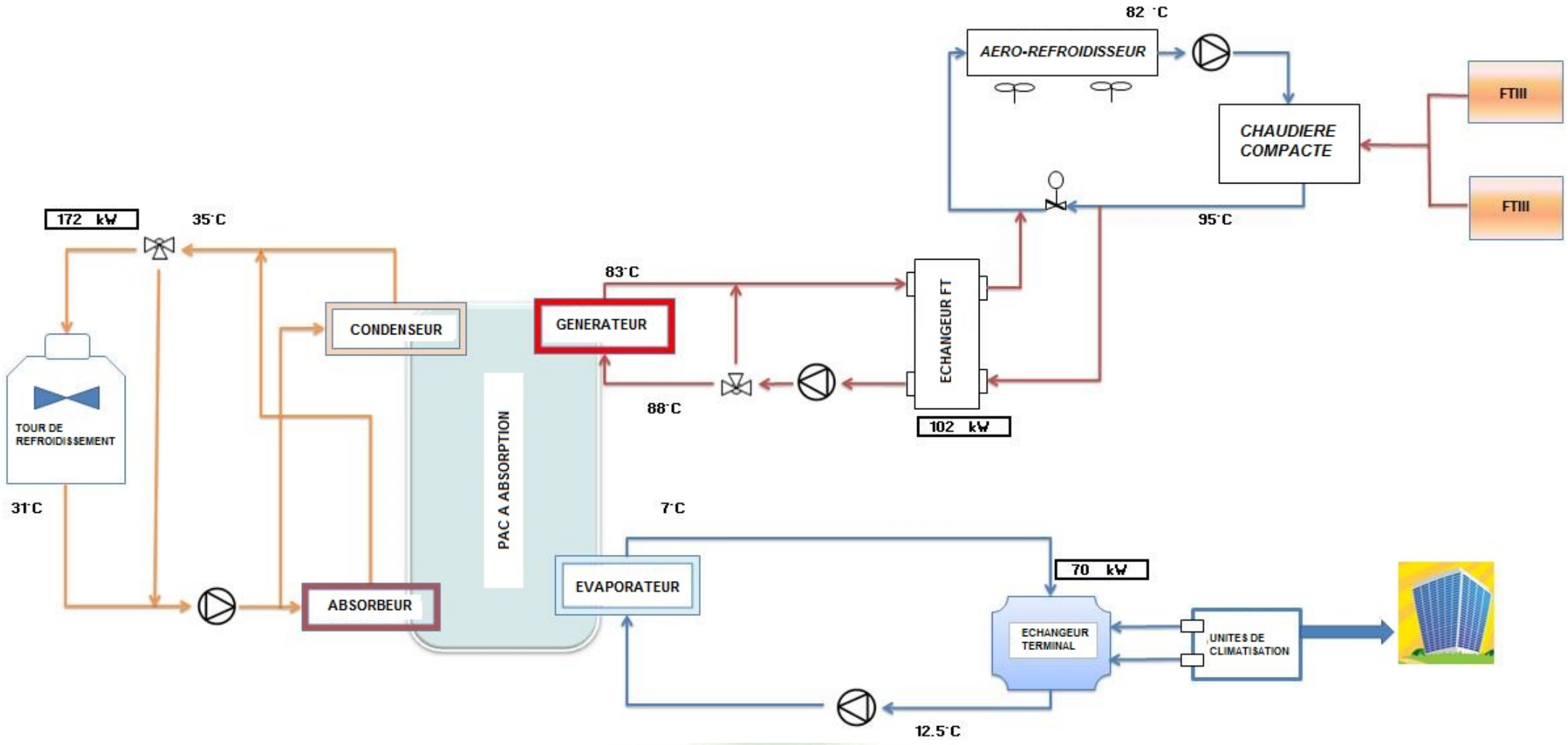
Chauffage et/ou préparation ECS

EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION



Exemple d'installation:
Climatisation

EQUIPEMENTS DE CREMATION & D'INCINERATION



Explicitation des choix architecturaux, constructifs et énergétiques régissant l'écoconception du projet de construction du bâtiment du crématorium de Vesoul

Les projets de construction de bâtiments de crématorium ont, de notre part, fait l'objet dès 2020 d'une réflexion globale d'écoconception dans le but de minimiser les consommations d'énergie pour le chauffage & le refroidissement du bâtiment d'une part, ses émissions de gaz à effet de serre (CO_2 et fréons) d'autre part, et in fine d'augmenter l'indépendance énergétique du bâtiment du crématorium et de sécuriser son approvisionnement en énergies.

Par conséquent, dans un objectif de minimisation des impacts environnementaux du bâtiment du crématorium de Vesoul, l'ensemble de ce bâtiment sera éco conçu :

- de par la conception bioclimatique du bâtiment. En effet, l'orientation et l'isolation optimale du bâtiment (murs, caractéristiques des baies, et toitures) permettront de minimiser ses consommations énergétiques.
- au moyen de la récupération d'une partie de l'énergie thermique produite par les fours du crématorium, afin de chauffer le bâtiment en hiver, ainsi que de la production d'électricité photovoltaïque assurant l'autosuffisance (hors procédé de crémation) du bâtiment en énergie électrique, (y compris pour l'alimentation des bornes de recharge de véhicules électriques). De plus, le temps de retour sur investissement de l'installation de production d'électricité photovoltaïque sera égal à 10 ans, pour une durée de vie de l'installation de 30 ans[1].

La valeur de la Cep pour les 5 usages règlementaires du bâtiment sera égale à **66,3 kWh d'énergie primaire m^{-2} an^{-1}, dont 21000 kWh d'énergie** par an pour le chauffage, avant prise en compte des deux productions d'énergie sur site que sont :

- la récupération d'une partie de l'énergie du procédé de crémation (récupération de **19000 kWh d'énergie par an soit 90 % des besoins annuels d'énergie pour le chauffage du bâtiment** (s'élevant à 21000 kWh)) (*dans cette étude règlementaire le système de récupération d'énergie modélisé est une PAC air/eau impactant les valeurs de la Cef & la Cep*).
- **la production d'électricité photovoltaïque s'élevant à 22080 kWh d'énergie finale.**

Il en résulte que le bâtiment assurera la récupération et la production d'énergie sur site :

- **dont la somme sera supérieure à la consommation d'énergie du bâtiment pour les cinq usages règlementaires du bâtiment (les 5 usages réglementaires d'un bâtiment sont la production du chauffage & du refroidissement, l'éclairage, les auxiliaires et la ventilation) et permettra l'alimentation des bornes de recharge des véhicules électriques.**
- **dont la somme représentera 8 % des besoins TOTAUX du bâtiment (partie du bâtiment recevant du public & partie du bâtiment assurant les crémations).**
- La qualité de l'air intérieur du bâtiment sera optimisée par le recours à des matériaux de construction répondant aux normes d'émissions de COV, et à un système de renouvellement de l'air à double flux avec filtration de l'air neuf intégrant un puits canadien, qui contribuera à la fois aux conforts d'hiver & d'été, à la qualité de l'air intérieur et aux économies d'énergie.

Denis DABRIGEON

Signature numérique de Denis DABRIGEON
Date : 2024.02.12 08:56:07 +01'00'

In fine, le recours à une éco conception et à la production in-situ d'énergies renouvelables diminuera donc l'empreinte carbone, ainsi que le coût de construction et de fonctionnement du bâtiment tout au long de son cycle de vie.

3 Rendement d'un capteur photovoltaïque en fonctionnement depuis 25 ans > 85 %.

Rapport d'étude thermique règlementaire RT 2020 du projet de construction du bâtiment du crématorium de Vesoul.

1. DONNÉES GÉNÉRALES 4

2. VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DU BÂTIMENT 20
- **2.1. Besoin bioclimatique conventionnel en énergie du bâtiment** 20
- **2.2. Consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment** 4
- **2.3. Confort intérieur conventionnelle en été** 4
- **2.4. Impact sur le changement climatique** 4
- **2.5. Caractéristiques thermiques minimales et exigences de moyens** 5
  - 2.5.1. Isolation thermique 5
  - 2.5.2. Confort d'été 5

3. INDICATEURS PÉDAGOGIQUES **Erreur ! Signet non défini.**
- **3.1. Répartition des déperditions** 5
- **3.2. Répartition des baies** 5
- **3.3. Besoins impactant le Bbio en points** 6
- **3.4. Consommations conventionnelles Cep, et Cep,nr** 6
  - 3.4.1. Consommations conventionnelles Cep 6
  - 3.4.2. Consommations conventionnelles Cep,nr 7

4. DONNÉES DE CALCUL 8
- **4.1. Surfaces de référence du bâtiment** 8
  - 4.1.1. Détail du calcul de la surface utile d'un bâtiment au sens de la RT, SU(RT) 8
  - 4.1.2. Détail du calcul de la surface thermique au sens de la RT 8
  - 4.1.3. Détail du calcul du volume 8
  - 4.1.4. Détail du calcul de la surface déperditive hors plancher bas, ATbât 8
- **4.2. Décomposition des caractéristiques de l'enveloppe** 8
  - 4.2.1. Coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois du bâtiment 8
  - 4.2.2. Répartition des déperditions thermiques de l'enveloppe du bâtiment 10
  - 4.2.3. Ratio de transmission thermique linéique moyen global 10
- **4.3. Décomposition des baies du bâtiment** 11
- **4.4. Décomposition et calcul des besoins** 11
  - 4.4.1. Besoins bioclimatiques conventionnels en énergie suivant méthode Th-B 12
- **4.5. Décomposition et calcul des consommations d'énergie** 12
  - 4.5.1. Consommations conventionnelles d'énergie suivant méthode Th-C 12

1. DONNÉES GÉNÉRALES

Étude thermique réglementaire	
Nom du bâtiment	Bâtiment du crématorium de Vesoul
Département sélectionné	Haute-Saône (70)
Ville d'opération/Code postal	Vesoul/70000
Zone climatique	H1B - Intérieur
Altitude (m)	250
SREF totale (m²)	**402.20**
SU(RT) totale (m²) (pour bâtiments tertiaires)	**402.23**
Date du permis de construire	En cours

Zone	Usage				Surface utile (m²)
Bâtiment du crématorium de Vesoul	Bureaux				402.23
Groupe	**Catégorie**	**Débit spécifique d'hygiène (m³/h)**	**Inertie quotidienne**	**Inertie séquentielle**	
Bâtiment du crématorium de Vesoul	CE1	842	Lourde	Lourde	402.23

2. VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DU BÂTIMENT

Ce chapitre détaille le respect des exigences de performance énergétique, les caractéristiques thermiques et les exigences de moyens des arrêtés de la réglementation environnementale RE2020.

Calculs réalisés par le logiciel CYPETHERM RE2020 version 2024.b avec la version 2022.E3.0.0 du cœur de calcul pour réaliser des simulations de la performance énergétique de la RE2020 fourni par le CSTB.

Cette version et les suivantes du logiciel ont réalisées l'autocontrôle demandée par le ministre en charge de la construction et de l'habitation et par le ministre en charge de l'énergie, elles sont valides pour réaliser des simulations de la performance énergétique de la RE2020. La fiche d'autocontrôle est disponible sur batiment-energiecarbone.

Ouvrir la fiche d'autocontrôle

2.1. Besoin bioclimatique conventionnel en énergie du bâtiment

$Bbio \leq Bbio_{max}$	98.00 <= 104.40 points	6.13 %

Bbio: Besoin bioclimatique conventionnel en énergie du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel.

2.2. Consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment

$Cep \leq Cep_{max}$	66.30 <= 99.30 kWhe.p./m²/an	33.23 %

Cep: Consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'ECS, l'éclairage, la mobilité des occupants interne au bâtiment, les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'ECS, et de ventilation, déduction faite de la production d'électricité locale, divisée par la surface de référence de la réglementation environnementale.

$Cep,nr \leq Cep,nr_{max}$	66.30 <= 87.60 kWhe.p./m²/an	24.32 %

Cep,nr: Consommation conventionnelle d'énergie non renouvelable du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'ECS, l'éclairage, la mobilité des occupants interne au bâtiment, les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'ECS, et de ventilation, divisée par la surface de référence de la réglementation environnementale.

2.3. Confort intérieur conventionnelle en été

Bâtiment du crématorium de Vesoul: Bâtiment du crématorium de Vesoul

$DH \leq DH_{max}$	380.50 <= 1150.00 °C·h	66.91 %

DH: Nombre de degrés-heures d'inconfort estival évalué pour chaque groupe du bâtiment.

2.4. Impact sur le changement climatique

$Ic_{énergie} \leq Ic_{énergie_{max}}$	80.88 <= 233.60 kgCO2eq/m²	65.38 %

Ic énergie: Impact sur le changement climatique associé aux consommations d'énergie primaire considérant conventionnellement que la bâtiment a une durée de vie de 50 ans.

2.5. Caractéristiques thermiques minimales et exigences de moyens

2.5.1. Isolation thermique

Murs séparant locaux à occupation continue et discontinue $U \leq U_{max}$	0.00 <= 0.36 W/(m²K)	100.00 %

$Ratio_{\psi} \leq Ratio_{\psi max}$	0.16 <= 0.33 W/(m²K)	51.52 %

Ratio$_{\psi}$: Somme des coefficients de transmission thermique linéique dus à la liaison d'au moins deux parois dont l'une au moins est en contact avec l'extérieur ou un local non chauffé, multipliés par leurs longueurs respectives, et divisés par la surface hors oeuvre nette de la réglementation thermique.

2.5.2. Confort d'été

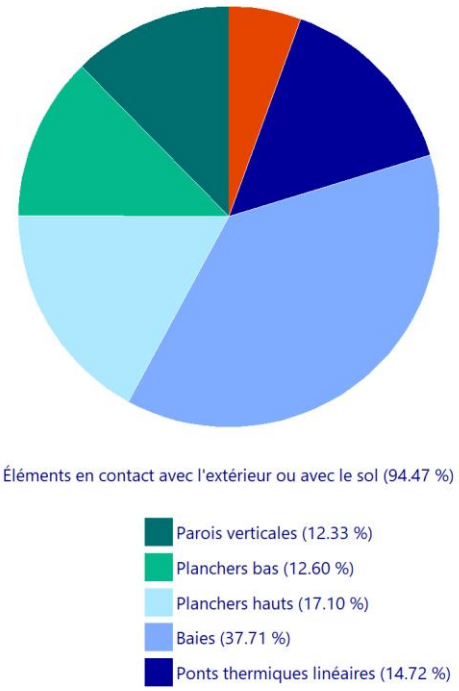
Baies de locaux autres qu'à occupation passagère.

%$_{ouv}$>=30%	Condition vérifiée dans tous les locaux

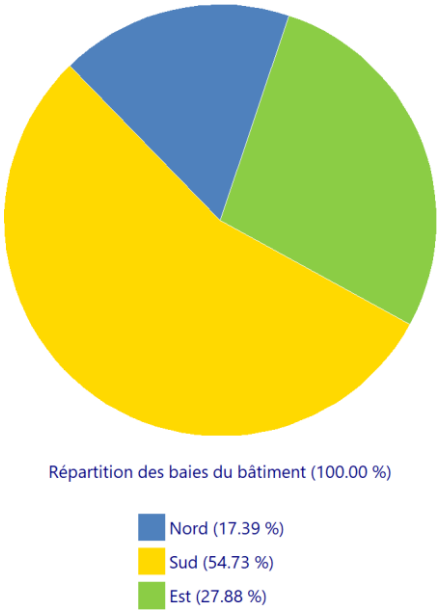
%$_{ouv}$: Pourcentage d'ouverture des baies d'un même local autre qu'à occupation passagère.

3. INDICATEURS PÉDAGOGIQUES

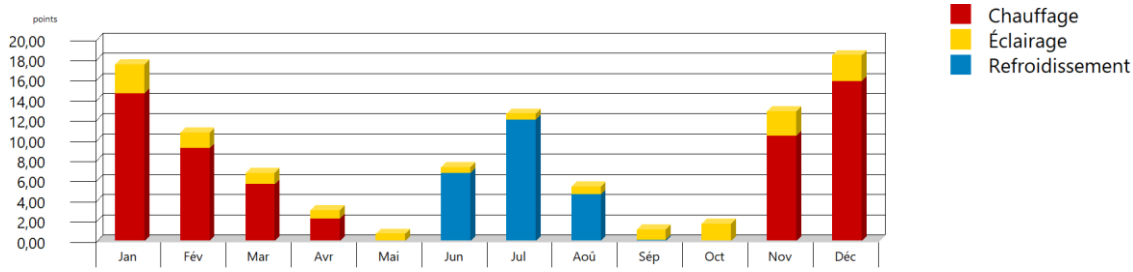
3.1. Répartition des déperditions

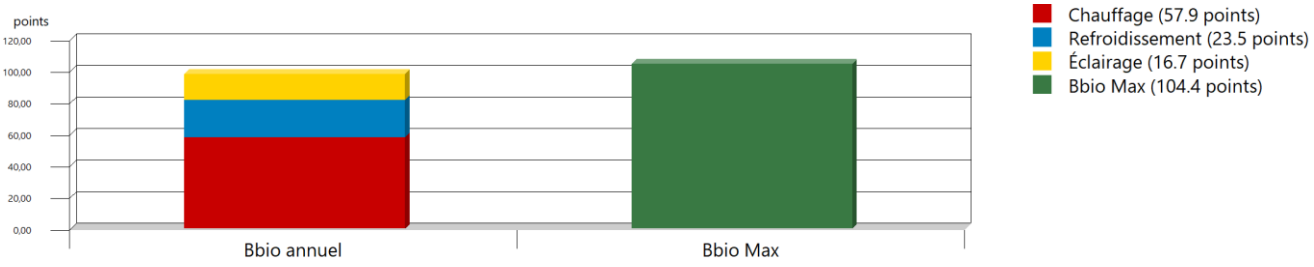


3.2. Répartition des baies



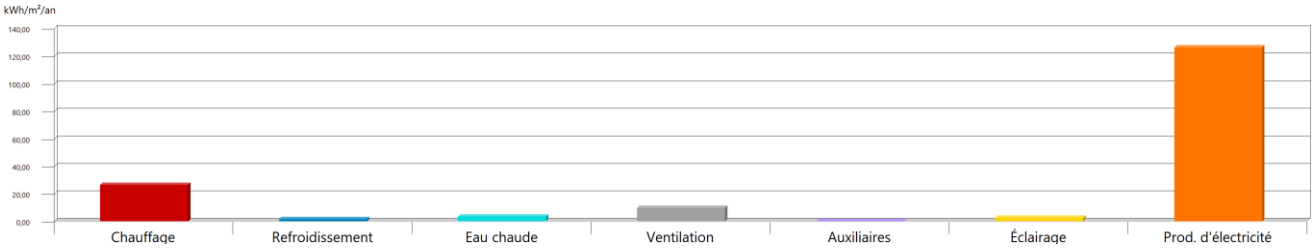
3.3. Besoins impactant le Bbio en points

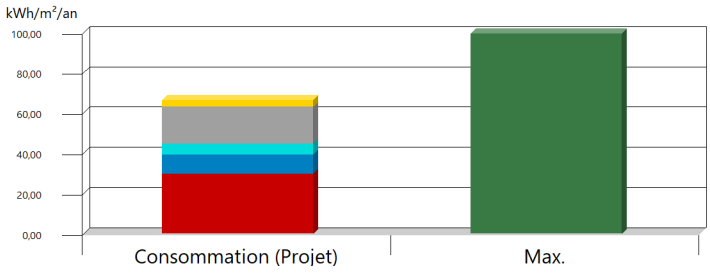




3.4. Consommations conventionnelles Cep, et Cep,nr

3.4.1. Consommations conventionnelles Cep

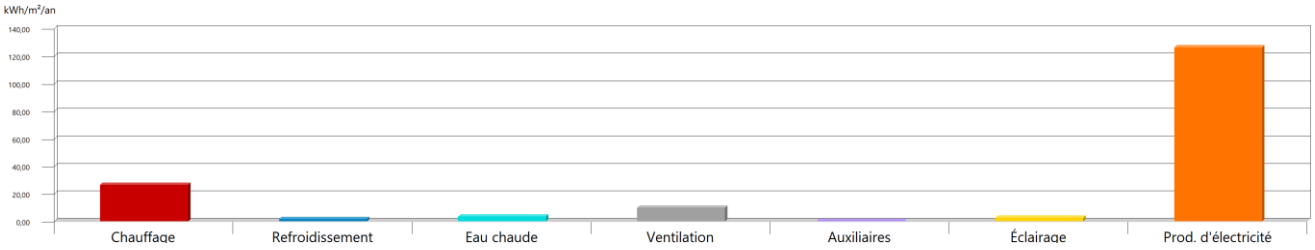


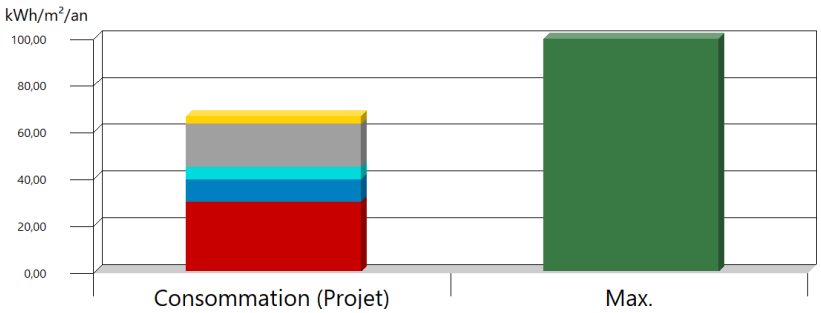


- Chauffage (29.67 kWh/m²/an)
- Refroidissement (9.66 kWh/m²/an)
- Eau chaude (5.29 kWh/m²/an)
- Ventilation (18.40 kWh/m²/an)
- Éclairage (3.45 kWh/m²/an)
- Max. (99.30 kWh/m²/an)

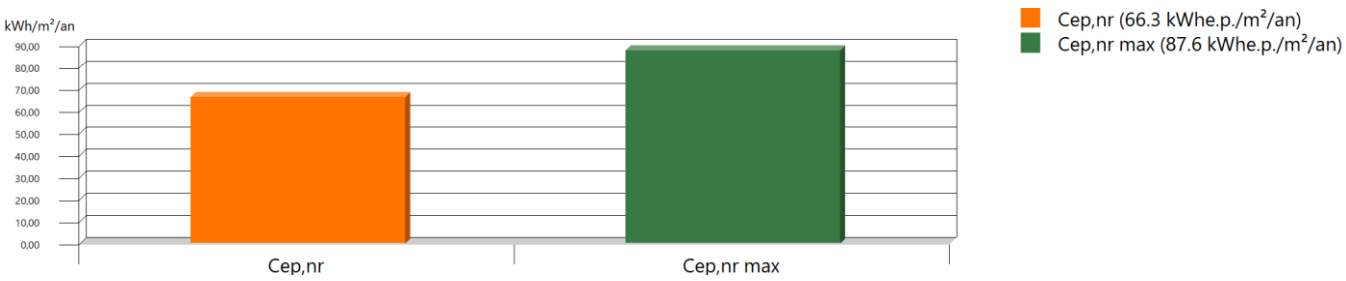
>> Voir tableau source

3.4.2. Consommations conventionnelles Cep,nr





- Chauffage (29.67 kWh/m²/an)
- Refroidissement (9.66 kWh/m²/an)
- Eau chaude (5.29 kWh/m²/an)
- Ventilation (18.40 kWh/m²/an)
- Éclairage (3.45 kWh/m²/an)
- Max. (99.30 kWh/m²/an)



4. DONNÉES DE CALCUL

4.1. Surfaces de référence du bâtiment

4.1.1. Détail du calcul de la surface utile d'un bâtiment au sens de la RT, SU(RT)

Bâtiment	Surface (m²)	Zones	Surface (m²)	Groupes	Surface (m²)
Bâtiment du crématorium de Vesoul	402.23	Bâtiment du crématorium de Vesoul	402.23	Bâtiment du crématorium de Vesoul	402.23

4.1.2. Détail du calcul de la surface thermique au sens de la RT

Bâtiment	Surface (m²)	Zones	Surface (m²)	Groupes	Surface (m²)
Bâtiment du crématorium de Vesoul	402.20	Bâtiment du crématorium de Vesoul	402.20	Bâtiment du crématorium de Vesoul	402.20

4.1.3. Détail du calcul du volume

Bâtiment	Volume (m³)	Zones	Volume (m³)	Groupes	Volume (m³)
Bâtiment du crématorium de Vesoul	1785.39	Bâtiment du crématorium de Vesoul	1785.39	Bâtiment du crématorium de Vesoul	1785.39

4.1.4. Détail du calcul de la surface déperditive hors plancher bas, ATbât

Bâtiment	Surface (m²)	Zones	Surface (m²)
Bâtiment du crématorium de Vesoul	928.00	Bâtiment du crématorium de Vesoul	928.00

4.2. Décomposition des caractéristiques de l'enveloppe

4.2.1. Coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois du bâtiment

Parois verticales	U (W/(m²K))	b Coefficient	A Surface (m²)	U·b·A (W/K)
En contact avec l'extérieur ou avec le sol				
Mur extérieur en béton armé de 20 cm isolé par l'intérieur	0.19	1.00	282.29	52.47
En contact avec des locaux non chauffés				
Mur de refend en béton armé de 20 cm	2.78	0.01	14.57	0.58
Mur de refend en béton armé de 20 cm	2.78	0.03	15.41	1.31
Mur de refend en béton armé de 20 cm	2.78	0.02	21.69	1.28
Mur de refend en béton armé de 20 cm isolé par de la laine de verre de 8 cm et un BA13	0.34	0.67	11.30	2.59

Parois verticales	U (W/(m²K))	b Coefficient	A Surface (m²)	U·b·A (W/K)
Mur de refend en béton armé de 20 cm isolé par de la laine de verre de 8 cm et un BA13	0.34	0.97	49.50	16.42
Mur de refend en béton armé de 20 cm isolé par de la laine de verre de 8 cm et un BA13	0.34	0.98	4.04	1.36
		TOTAL	**398.80**	**76.01**

Planchers bas	U (W/(m²K))	b Coefficient	A Surface (m²)	U·b·A (W/K)
En contact avec l'extérieur ou avec le sol				
Plancher en contact avec le sol du RDC	0.11	1.00	365.61	41.76
Plancher en contact avec le sol du RDC	0.22	1.00	53.62	11.86
		TOTAL	**419.23**	**53.62**

Planchers hauts	U (W/(m²K))	b Coefficient	A Surface (m²)	U·b·A (W/K)
En contact avec l'extérieur				
Toiture terrasse végétalisée	0.18	1.00	402.23	72.78
		TOTAL	**402.23**	**72.78**

Baies	U (W/(m²K))	b Coefficient	A Surface (m²)	U·b·A (W/K)
En contact avec l'extérieur				
Baie de 180 cm x 135 cm	1.24	1.00	7.29	9.03
Baie Vitrée de 180 cm x 300 cm	1.24	1.00	5.40	6.69
Baie vitrée de 180 cm x 350 cm	1.24	1.00	12.56	15.56
Baie Vitrée de 190 cm x 350 cm	1.24	1.00	26.60	32.95
Baie Vitrée de 550 cm x 300 cm	1.24	1.00	16.50	20.44
Fenêtre de 250 cm x 100 cm	1.30	1.00	2.50	3.25
Fenêtre de 50 cm x 80 cm	1.30	1.00	0.40	0.52
Fenêtre de toit	1.24	1.00	17.00	21.06
Issue de secours de 100 cm x 215 cm	1.30	1.00	10.75	13.98
Issue de secours de 180 cm x 215 cm	1.30	1.00	11.61	15.09
Porte de 140 cm x 215 cm	1.50	1.00	3.01	4.51
Porte d'entrée principale du bâtiment	1.30	1.00	9.51	12.37
Porte du local du personnel de 180 cm x 215 cm	1.30	1.00	3.87	5.03
		TOTAL	**127.00**	**160.47**

Ponts thermiques linéaires	ψ (W/(m·K))	b Coefficient	l Longueur (m)	ψ·b·l W/K
En contact avec l'extérieur				
ITI.1.1.3. Dallage en béton isolé sous chape et soubassement en béton ou maçonnerie courante avec ou sans planelle.	0.10	1.00	95.46	9.55
ITI.1.1.5. Dallage en béton avec isolation périphérique horizontale ou verticale, soubassement en maçonnerie courante et planelle 5 à 7,5 cm.	0.10	1.00	106.97	10.70
ITI.3.1.2. Mur bas en béton plein de même épaisseur avec un plancher à entrevous béton ou terre cuite.	0.18	1.00	95.46	17.18

Ponts thermiques linéaires	ψ (W/(m·K))	b Coefficient	l Longueur (m)	ψ·b·l W/K
DC.1.1.1. Refend tout matériau, soubassement en béton et plancher isolé en sous-face.	0.10	1.00	17.99	1.80
DC.1.1.1. Refend tout matériau, soubassement en béton et plancher isolé en sous-face.	0.15	1.00	100.95	15.14
DC.2.1.1. Plancher en béton plein ou en béton cellulaire isolé au-dessus.	0.01	1.00	95.58	0.96
ITI.4.1.1. Angle sortant, murs de toute nature et de toute épaisseur.	0.02	1.00	35.85	0.72
ITI.4.2.1. Murs en béton.	0.15	1.00	26.22	3.93
ITI.4.3.5. Mur béton - Refend en béton avec correction par un isolant de résistance ri(m2.K)/W.	0.06	1.00	26.22	1.57
ITI.5.1.1. Appui déporté et menuiserie au nu intérieur avec complément d'isolation derrière l'appui.	0.06	1.00	18.50	1.11
		TOTAL	**619.20**	**62.66**

Le coefficient Ubât se calcule d'après la formule suivante:

$$U_{bât} = \frac{\sum_i A_i \cdot U_i \cdot (b_i) + \sum_j l_j \cdot \psi_j \cdot (b_j) + \sum_k \chi_k \cdot (b_k)}{\sum_i A_i}$$

Calcul du coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois du bâtiment:

$\sum_i A_i \cdot U_i \cdot b_i$	$\sum_j l_j \cdot \psi_j \cdot b_j$	$\sum_i A_i$	$U_{bât}$
362.88 W/K	62.66 W/K	1347.26 m²	**0.32 W/(m²K)**

4.2.2. Répartition des déperditions thermiques de l'enveloppe du bâtiment

	Déperdition	
	W/K	**%**
Éléments en contact avec l'extérieur ou avec le sol		
Parois verticales	52.47	12.33
Planchers bas	53.62	12.60
Planchers hauts	72.78	17.10
Baies	160.47	37.71
Ponts thermiques linéaires	62.66	14.72
Partiel	**402.00**	**94.47**
Éléments en contact avec des locaux non chauffés		
Parois verticales	23.54	5.53
Planchers bas	-	-
Planchers hauts	-	-
Baies	-	-
Ponts thermiques linéaires	-	-
Partiel	**23.54**	**5.53**
TOTAL	**425.54**	**100**

4.2.3. Ratio de transmission thermique linéique moyen global

Le coefficient ψ se calcule d'après la formule suivante:

$$Ratio_{\psi} = \frac{\sum_j l_j \cdot \psi_j}{S_{RT}}$$

Données d'entrée pour le calcul:

Ponts thermiques linéaires	ψ (W/(m·K))	l Longueur (m)	$\psi \cdot l$ W/K
En contact avec l'extérieur			
ITI.1.1.3. Dallage en béton isolé sous chape et soubassement en béton ou maçonnerie courante avec ou sans planelle.	0.10	95.46	9.55
ITI.1.1.5. Dallage en béton avec isolation périphérique horizontale ou verticale, soubassement en maçonnerie courante et planelle 5 à 7,5 cm.	0.10	106.97	10.70
ITI.3.1.2. Mur bas en béton plein de même épaisseur avec un plancher à entrevous béton ou terre cuite.	0.18	95.46	17.18
DC.1.1.1. Refend tout matériau, soubassement en béton et plancher isolé en sous-face.	0.10	17.99	1.80
DC.1.1.1. Refend tout matériau, soubassement en béton et plancher isolé en sous-face.	0.15	100.95	15.14
DC.2.1.1. Plancher en béton plein ou en béton cellulaire isolé au-dessus.	0.01	95.58	0.96
ITI.4.1.1. Angle sortant, murs de toute nature et de toute épaisseur.	0.02	35.85	0.72
ITI.4.2.1. Murs en béton.	0.15	26.22	3.93
ITI.4.3.5. Mur béton - Refend en béton avec correction par un isolant de résistance ri(m2.K)/W.	0.06	26.22	1.57
ITI.5.1.1. Appui déporté et menuiserie au nu intérieur avec complément d'isolation derrière l'appui.	0.06	18.50	1.11
	TOTAL	**619.20**	**62.66**

Calcul de $Ratio_{\psi}$:

$\sum_i l_i \cdot \psi_i$	S_{RT}	$Ratio_{\psi}$
62.66 W/K	402.20 m²	**0.16 W/(m²K)**

4.3. Décomposition des baies du bâtiment

	Surface (m²)
	Bâtiment
Nord	19.13
Sud	60.20
Est	30.66
TOTAL	**110.00**

4.4. Décomposition et calcul des besoins

4.4.1. Besoins bioclimatiques conventionnels en énergie suivant méthode Th-B

	Unités	Mois												Annuel
		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sép	Oct	Nov	Déc	
Bbio chauffage	kWh/m²	7.3	4.6	2.8	1.1	-	-	-	-	-	-	5.2	7.9	28.9
	points	14.6	9.2	5.6	2.2	-	-	-	-	-	-	10.4	15.8	57.9
Bbio refroidissement	kWh/m²	-	-	-	-	-	3.4	6.0	2.3	0.1	-	-	-	11.8
	points	-	-	-	-	-	6.7	12.0	4.6	0.1	-	-	-	23.5
Bbio éclairage	kWh/m²	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	3.3
	points	2.9	1.5	1.1	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	1.0	1.7	2.4	2.6	16.7
Bbio	points	17.4	10.7	6.7	3.0	0.7	7.3	12.6	5.4	1.1	1.7	12.9	18.4	98.0

4.5. Décomposition et calcul des consommations d'énergie

4.5.1. Consommations conventionnelles d'énergie suivant méthode Th-C

	Énergie finale (Cef)		Énergie primaire (Cep)		Énergie primaire (Cep,nr)		Besoins	
	kWh/an	kWh/m²/an	kWhe.p./an	kWhe.p./m²/an	kWhe.p./an	kWhe.p./m²/an	kWh/an	kWh/m²/an
Chauffage	5188.4	12.9	11933.3	29.7	11933.3	29.7	11623.6	28.9
Refroidissement	1689.2	4.2	3885.3	9.7	3885.3	9.7	4746.0	11.8
Eau chaude	925.1	2.3	2127.6	5.3	2127.6	5.3	-	-
Éclairage	603.3	1.5	1387.6	3.4	1387.6	3.4	-	-
Ventilation	3217.6	8.0	7400.5	18.4	7400.5	18.4	-	-
Auxiliaires	-	-	-	-	-	-	-	-
Déplacement des occupants	-	-	-	-	-	-	-	-
Usages mobiliers	11543.1	28.7	26549.2	66.0	26549.2	66.0	-	-

	Énergie finale (Cef) kWh/m²/an	Énergie primaire (Cep) kWhe.p./m²/an	Énergie primaire (Cep,nr) kWhe.p./m²/an
Gaz	-	-	-
Combustible	-	-	-
Bois	-	-	-
Réseau de chaleur	-	-	-
Électricité	28.8	66.2	66.2
Solaire	-	-	-
TOTAL	**28.80**	**66.24**	**66.24**

4.6. Production d'énergies suivant méthode Th-C

	kWh/an	kWhe.p./m²/an	kWhe.p./m²/an
Photovoltaïque	54.9	126.3	126.3
Photovoltaïque auto-consommée	23.4	53.8	53.8
Photovoltaïque exportée	31.5	72.4	72.4
Cogénération	-	-	-
Cogénération auto-consommée	-	-	-
Cogénération exportée	-	-	-
Électricité exportée	31.6	72.7	72.7
Électricité auto-consommée	23.4	53.8	53.8
Électricité produite totale	54.9	126.3	126.3

Taux d'électricité auto-consommée annuellement: 42.60 %

Taux d'électricité issu de la production photovoltaïque auto-consommée annuellement: 42.60 %

Taux d'électricité issu de la cogénération auto-consommée annuellement: 0.00 %

Auto-consommations

	Énergie finale (Cef) kWh/m²/an	Énergie primaire (Cep) kWhe.p./m²/an	Énergie primaire (Cep,nr) kWhe.p./m²/an
Chauffage	1.7	3.9	3.9
Refroidissement	3.5	8.0	8.0
Eau chaude	0.8	1.8	1.8
Éclairage	0.3	0.7	0.7
Ventilation	3.7	8.5	8.5
Auxiliaires	-	-	-
Déplacement des occupants	-	-	-
Usages mobiliers	13.5	31.0	31.0

DESCRIPTION DES MATERIAUX ET DES ELEMENTS CONSTRUCTIFS

1. SYSTÈME ENVELOPPE 4

1.1. Planchers en contact avec le sol 15

1.1.1. Dallages 15

1.2. Murs de façades 15

1.2.1. Partie pleine des parois verticales extérieures 15

1.2.2. Baies de façade 16

1.3. Couvertures 19

1.3.1. Partie opaque des planchers hauts horizontaux 19

1.3.2. Baies de toiture 20

2. SYSTÈME DISTRIBUTIF ET SÉPARATIF 20

2.1. Parois verticales intérieures 20

2.1.1. Partie pleine des parois verticales intérieures 20

3. MATÉRIAUX **Erreur ! Signet non défini.**

1. SYSTÈME ENVELOPPE

1.1. Planchers en contact avec le sol

1.1.1. Dallages

Plancher en contact avec le sol du RDC Surface totale 492.90 m²

Plancher en contact avec le sol du RDC

Liste des couches:

1 - Béton armé	20 cm
2 - Polyane	0.01 cm

Caractéristiques

Transmittance thermique, U: 0.114 W/(m²·K)
Épaisseur totale 20.01 cm
Longueur caractéristique, B': 9.82 m
Résistance thermique du plancher, Rf: 0.10 (m²·K)/W
Surface du plancher, A: 553.09 m²
Périmètre du plancher, P: 112.66 m
Conductivité thermique, λ: 0.40 W/(m·K)

Plancher en contact avec le sol du RDC Surface totale 53.62 m²

Plancher en contact avec le sol du RDC

Liste des couches:

1 - Béton armé	20 cm
2 - Polyane	0.01 cm

Caractéristiques

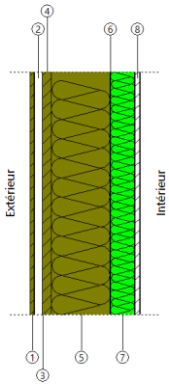
Transmittance thermique, U: 0.221 W/(m²·K)
Épaisseur totale 20.01 cm
Longueur caractéristique, B': 4.00 m
Résistance thermique du plancher, Rf: 0.10 (m²·K)/W
Surface du plancher, A: 64.02 m²
Périmètre du plancher, P: 32.00 m
Conductivité thermique, λ: 0.40 W/(m·K)

1.2. Murs de façades

1.2.1. Partie pleine des parois verticales extérieures

Mur extérieur en ossature bois Surface totale 289.27 m²

Mur extérieur en ossature bois



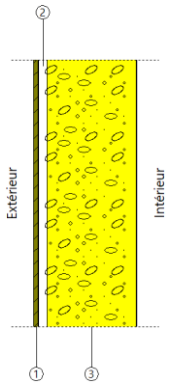
Liste des couches:

1 - Bardage en Parklex PRODEMA	1 cm
2 - Lame d'air de 2 cm	2 cm
3 - Pare pluie	0.1 cm
4 - Panneaux à lamelles longues et orientées OSB 3	2.2 cm
5 - Panneaux de laine de bois de λ = 0,038 W m-1 k-1 entre ossatures de bois	14.5 cm
6 - Membrane de contrôle de la vapeur	0.01 cm
7 - Laines de verre de λ = 0,032 W m-1 k-1	6 cm
8 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 0.186 W/(m²·K)
Épaisseur totale 27.06 cm

Mur extérieur en béton armé de 20 cm Surface totale 196.81 m²

Mur extérieur en béton armé de 20 cm



Liste des couches:

1 - Panneaux Parklex PRODEMA	1 cm
2 - Lame d'air	2 cm
3 - Béton armé	20 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 2.778 W/(m²·K)
Épaisseur totale 23 cm

1.2.2. Baies de façade

Porte du local de la chaufferie

Porte du local de la chaufferie

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 2.000 W/(m²·K)
Absorptivité, α_S: 0.600 (couleur moyenne)

Porte de 120 cm x 215 cm

Porte de 120 cm x 215 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 2.000 W/(m²·K)
Absorptivité, α_S: 0.600 (couleur moyenne)

Porte de 300 cm x 300 cm

Porte de 300 cm x 300 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 0.500 W/(m²·K)
Absorptivité, α_S: 0.600 (couleur moyenne)

Baie vitrée de 180 cm x 350 cm Nombre d'unités: 2

Baie vitrée de 180 cm x 350 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0.080 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.239 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.100
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.100

Baie de 180 cm x 135 cm Nombre d'unités: 3

Baie de 180 cm x 135 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0.080 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.239 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.100
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.100

Issue de secours de 180 cm x 215 cm Nombre d'unités: 3

Issue de secours de 180 cm x 215 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.300 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

Porte d'entrée principale du bâtiment Nombre d'unités: 2

Porte d'entrée principale du bâtiment

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.300 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

Issue de secours de 100 cm x 215 cm Nombre d'unités: 5

Issue de secours de 100 cm x 215 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.300 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

Baie Vitrée de 190 cm x 350 cm Nombre d'unités: 4

Baie Vitrée de 190 cm x 350 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0.080 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.239 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.100
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.100

Baie Vitrée de 550 cm x 300 cm Nombre d'unités: 1

Baie Vitrée de 550 cm x 300 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0.080 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.239 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.100
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.100

Baie Vitrée de 180 cm x 300 cm Nombre d'unités: 1

Baie Vitrée de 180 cm x 300 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0.080 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.239 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.100
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.100

Fenêtre de 50 cm x 80 cm Nombre d'unités: 1

Fenêtre de 50 cm x 80 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.300 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

Porte du local du personnel de 180 cm x 215 cm Nombre d'unités: 1

Porte du local du personnel de 180 cm x 215 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.300 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

Porte de 140 cm x 215 cm Nombre d'unités: 1

Porte de 140 cm x 215 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.500 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.500 W/(m²·K)

Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

Fenêtre de 250 cm x 100 cm Nombre d'unités: 1

Fenêtre de 250 cm x 100 cm

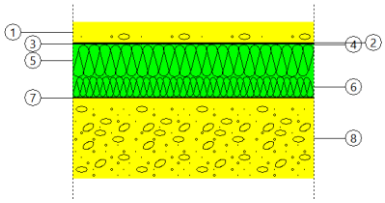
Caractéristiques
Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.300 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.540
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.680

1.3. Couvertures

1.3.1. Partie opaque des planchers hauts horizontaux

Toiture terrasse Surface totale 419.30 m²

Toiture terrasse



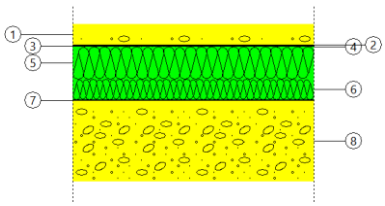
Liste des couches:

1 - Gravier	5 cm
2 - Etanchéité bitumineuse SOPREMA	0.26 cm
3 - Etanchéité bitumineuse SOPREMA	0.26 cm
4 - Ecran d'indépendance	0.1 cm
5 - Plaque de polyuréthane de λ = 0,0216 W m-1 k-1	8 cm
6 - Laines de roche	5 cm
7 - EIF et pare vapeur bitumineux	0.3 cm
8 - Béton armé	20 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U: 0.181 W/(m²·K)
Épaisseur totale 38.92 cm

Toiture terrasse de la partie technique Surface totale 112.29 m²

Toiture terrasse de la partie technique



Liste des couches:

1 - Gravier	5 cm
2 - Etanchéité bitumineuse SOPREMA	0.26 cm
3 - Etanchéité bitumineuse SOPREMA	0.26 cm
4 - Ecran d'indépendance	0.1 cm
5 - Plaque de polyuréthane de λ = 0,0216 W m-1 k-1	8 cm
6 - Laines de roche	5 cm
7 - EIF et pare vapeur bitumineux	0.3 cm
8 - Béton armé	20 cm

Caractéristiques
Transmittance thermique, U: 0.181 W/(m²·K)
Épaisseur totale 38.92 cm

1.3.2. Baies de toiture

Fenêtre de toit

Fenêtre de toit

Caractéristiques

Transmittance thermique, U_w: 1.300 W/(m²·K)
Résistance thermique additionnelle, ΔR: 0.080 W/(m²·K)
Transmittance thermique, U_{jn}: 1.239 W/(m²·K)
Facteur solaire, S_w sans protection: 0.540
Facteur solaire, S_w avec protection: 0.100
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} sans protection: 0.680
Taux de transmission lumineuse, T_{lw} avec protection: 0.100

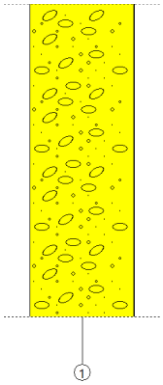
2. SYSTÈME DISTRIBUTIF ET SÉPARATIF

2.1. Parois verticales intérieures

2.1.1. Partie pleine des parois verticales intérieures

Mur de refend en béton armé de 20 cm — Surface totale 388.52 m²

Mur de refend en béton armé de 20 cm



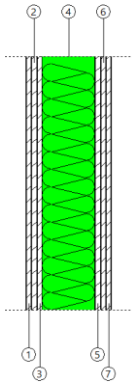
Liste des couches:

1 - Béton armé	20 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 2.778 W/(m²·K)
Épaisseur totale 20 cm

Mur de refend de 20 cm — Surface totale 57.06 m²

Mur de refend de 20 cm



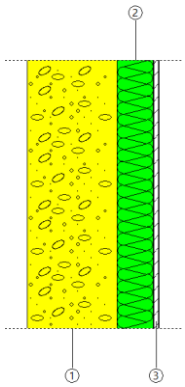
Liste des couches:

1 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm
2 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm
3 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm
4 - Laines de verre de λ = 0,040 W m-1 k-1	12.5 cm
5 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm
6 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm
7 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 0.271 W/(m²·K)
Épaisseur totale 20 cm

Mur de refend en béton armé de 20 cm isolé par de la laine de verre de 8 cm et un BA13 Surface totale 64.85 m²

Mur de refend en béton armé de 20 cm isolé par de la laine de verre de 8 cm et un BA13



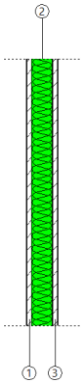
Liste des couches:

1 - Béton armé	20 cm
2 - Laines de verre de λ = 0.032 W m-1 k-1	8 cm
3 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 0.344 W/(m²·K)
Épaisseur totale 29.25 cm

Cloison intérieure de 7 cm Surface totale 35.46 m²

Cloison de 7 cm



Liste des couches:

1 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm
2 - Laines de verre PAR PHONIC de λ = 0,040 W m-1 k-1	4.5 cm
3 - Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25 cm

Caractéristiques Transmittance thermique, U: 0.673 W/(m²·K)
Épaisseur totale 7 cm

3. MATÉRIAUX

Couches					
Matériau	e	ρ	λ	RT	Cp
Bardage en Parklex PRODEMA	1	478	0.150	0.0667	1600
Pare pluie	0.1	910	0.220	0.0045	1800
Panneaux à lamelles longues et orientées OSB 3	2.2	325	0.130	0.1692	1700
Panneaux de laine de bois de λ = 0,038 W m-1 k-1 entre ossatures de bois	14.5	300	0.048	3.0208	1700
Membrane de contrôle de la vapeur	0.01	910	0.220	0.0005	1800
Laines de verre de λ = 0,032 W m-1 k-1	6	35	0.032	1.8750	1030
Plaques de plâtre à parement de carton BA13	1.25	825	0.250	0.0500	1000
Panneaux Parklex de Prodema	1	500	0.110	0.0909	1700
Béton armé	20	2450	2.000	0.1000	1000
Laines de verre de λ = 0,040 W m-1 k-1	12.5	35	0.040	3.1250	1030
Laines de verre de λ = 0.032 W m-1 k-1	8	35	0.032	2.5000	1030

Couches					
Matériau	e	ρ	λ	RT	Cp
Laines de verre PAR PHONIC de λ = 0,040 W m-1 k-1	4.5	35	0.040	1.1250	1030
Gravier	5	1950	2.000	0.0250	1000
Etanchéité bitumineuse SOPREMA	0.26	1050	0.700	0.0037	1000
Ecran d'indépendance	0.1	910	0.220	0.0045	1800
Plaque de polyuréthane de λ = 0,0216 W m-1 k-1	8	45	0.022	3.6364	1000
Laines de roche	5	113	0.034	1.4706	1030
EIF et pare vapeur bitumineux	0.3	1050	0.230	0.0130	1000
Béton armé	20	2450	0.870	0.2299	1000
Polyane	0.01	910	0.220	0.0005	1800

Abréviations utilisées			
e	*Épaisseur cm*	RT	*Résistance thermique (m²·K)/W*
ρ	*Densité kg/m³*	Cp	*Chaleur spécifique J/(kg·K)*
λ	*Conductivité thermique W/(m·K)*		