inddigo

CONSEIL ET INGÉNIERIE EN DÉVELOPPEMENT DURABLE

ECOLE ELEMENTAIRE DE YENNE

Mission d'audit énergétique

Présentation des résultats

1 Juin 2017

SOMMAIRE

- Etat des lieux
  - Bilan des consommations
  - Caractéristiques du bâti
  - Résultats de l'étude thermique réglementaire RTex
- Scénarios de travaux
  - Scénarios étudiés
  - Résultats des études thermiques réglementaires (Rtex) des scénarios de travaux
  - Evolution de la facture énergétique
- Et ensuite?

inddigo

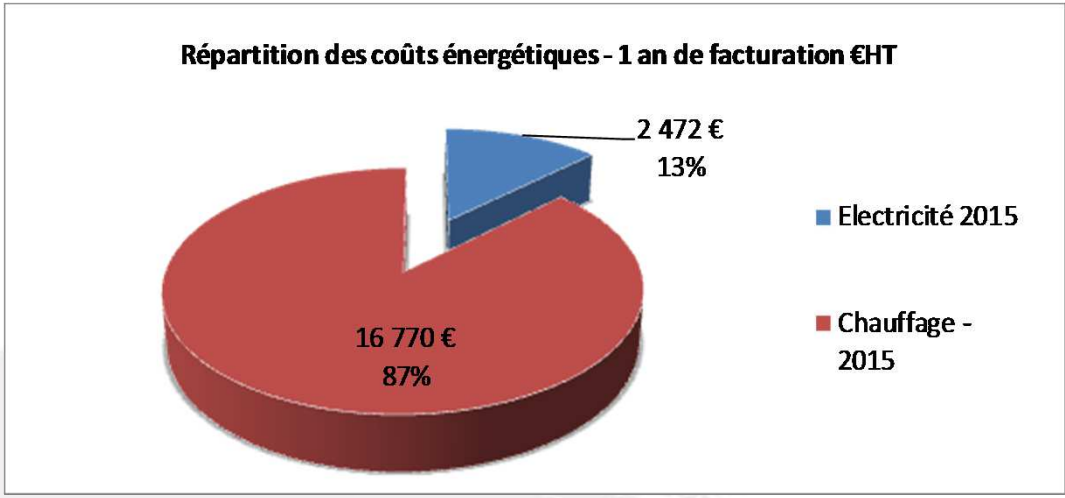
CONSEIL ET INGÉNIERIE EN DÉVELOPPEMENT DURABLE

Etat des lieux

BILAN DES CONSOMMATIONS

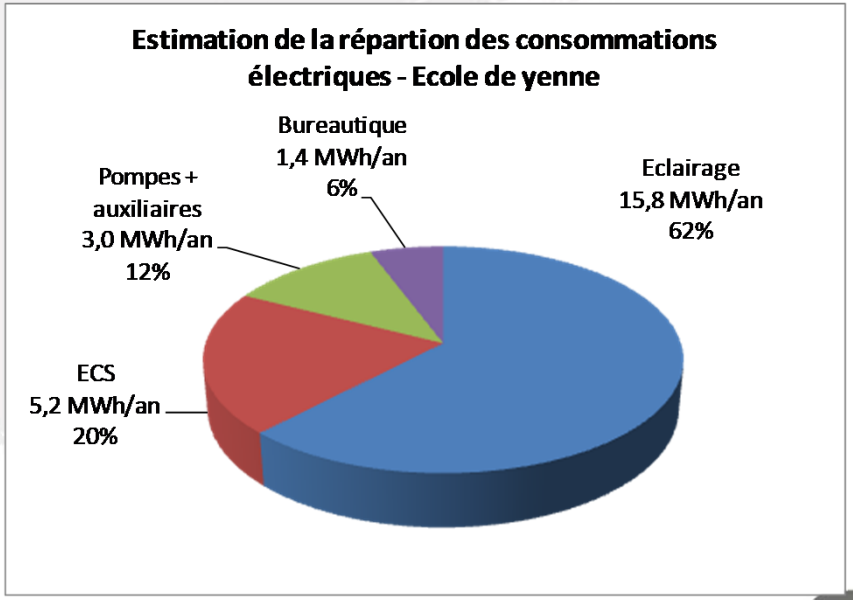
• Consommations chauffage/Electricité

Energie	Consommations (kWh/an)	Coût du kWh (€ HT)	Coût annuel (€ HT)
Electricité 2015	29 097	0,0850	2 472 €
Chauffage - 2015	206 379	0,0813	16 770 €
		TOTAL	**19 242 €**



Année	kWh consommés/an	DJU	kWh/DJU
2015	206 379	2 451	84,2
2016	191 965	2 513	76,4
2017	185 810	2 456	75,7

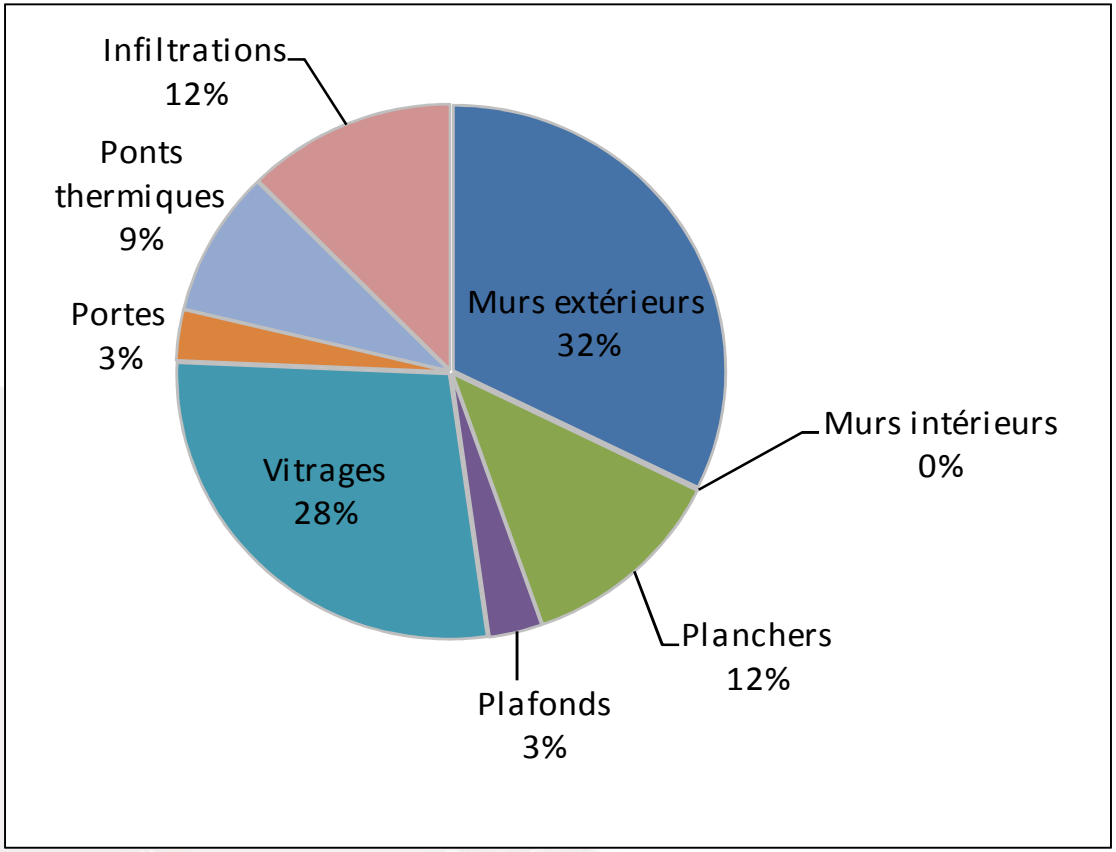
DJU station météo Meyrieux-Trouet				
Année	2015	2016	2017	Décennale
DJU Yenne	2 451	2 513	2 456	2641
Ecart /décennale	**-8%**	**-5%**	**-8%**	



Le ratio de consommation de chauffage en 2015 s'élève à : 204 kWh/m².an.
Pour un DJU décennal, la consommation de chauffage de référence est de 220 kWh/m².
Le ratio de consommation d'électricité est de 28 kWh/m².an

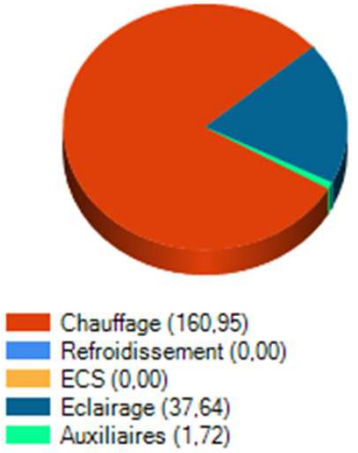
CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI

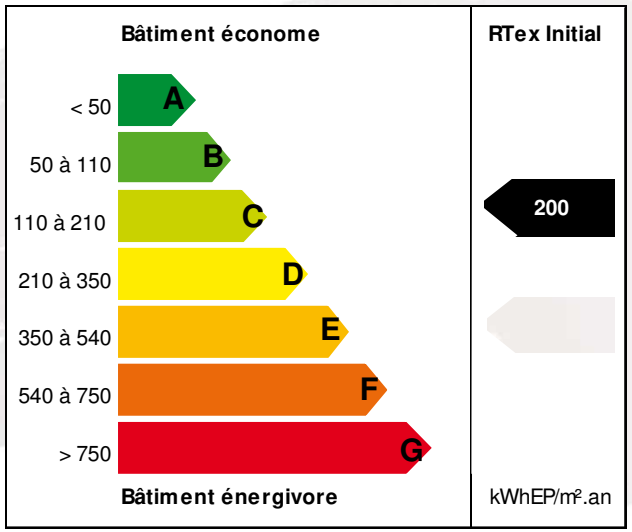
Type de parois	Caractéristiques
Toiture comble	Isolées ~15 cm
Façades	Non isolées (doublage brique intérieur)
Plancher bas sur vide sanitaire	Non isolé
Menuiseries	simple vitrages d'époque

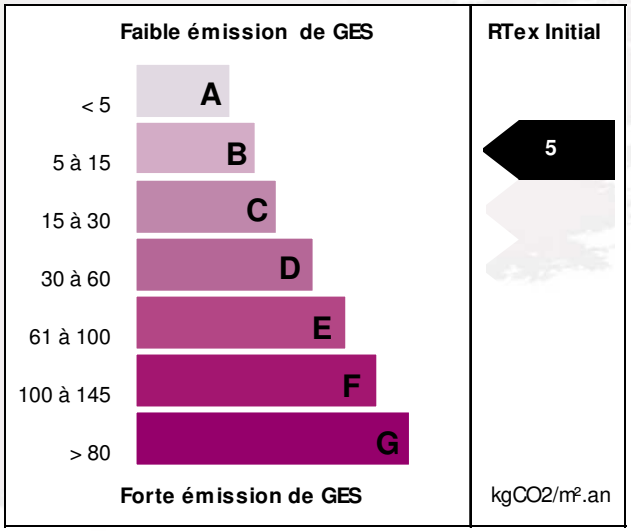


ETUDE THERMIQUE RÈGLEMENTAIRE

Détails	Etat projet
Ubat du bâtiment	**1,557**
Coefficient Cep (kWh énergie primaire / m²)	**200,31**
CHAUFFAGE	
Réseau de chaleur	178170,78
Total Energie primaire (kwh EP /m²)	160,95
REFROIDISSEMENT	
ECS	
ECLAIRAGE	
Electrique	16148,65
Total Energie primaire (kwh EP /m²)	37,64
AUXILIAIRES	
Electrique	740
Aux. - Total Energie primaire (kwh EP /m²)	1,72







Etiquettes RTex énergie et climat

inddigo

CONSEIL ET INGÉNIERIE EN DÉVELOPPEMENT DURABLE

Scénarios de travaux

SCENARIO 1 : -30%

Scénario 1	Investissement			Économie identifiée								RSI sur surcoût	RSI sur surcoût	CEE
	Total €HT	unitaire €HT/m² SHON	Surcoût €HT	Électricité kWh EF/an	Combustible kWh PCI/an	Energie Primaire unitaire kWh EP/m²/an	%	€TTC/an	%	kgCO2/an	%	années	années	MWh cumac
Isolation thermique par l'extérieur des façades *(Mise en œuvre : panneaux de polystyrène expansé 16 cm, Rth = 5 W/m²/°C)*	117 000 €	106 €HT/m²	45 000 €	00 kWh	85 300 kWh	77	26%	8 322 €	34%	1 194	21%	5	4	2 916
Renforcement de l'isolation des toitures combles *(Mise en œuvre : laine minérale sur dalle 40 cm, Rth = 6 W/m²/°C)*	24 800 €	22 €HT/m²	24 800 €	00 kWh	5 200 kWh	5	2%	507 €	2%	73	1%	49	27	1 228
Remplacements des fenêtres + châssis par du double vitrage performant et menuiserie bois ou alu et réduction de la surface vitrée des circulations (Mise en œuvre : Uw fenêtre neuve : 1,4 W/m².K + rebouchage des parties occultées par isolant et finition intérieure et extérieure)	97 800 €	88 €HT/m²	48 900 €	00 kWh	72 700 kWh	66	22%	7 093 €	29%	1 018	18%	7	6	473
Isolation en sous face des vides sabitaires (Mise en œuvre : PSEsous dalle 12cm, Rth = 3,75 W/m²/°C)	18 600 €	17 €HT/m²	18 600 €	00 kWh	10 300 kWh	9	3%	1 005 €	4%	144	3%	19	14	2 455
Mise en place de vannes thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs	4 800 €	4 €HT/m²	4 800 €	00 kWh	13 100 kWh	12	4%	1 278 €	5%	144	3%	4	3	89
Mise en place de VMC Simple flux centralisée par zone (2), y compris batterie Eau chaude de préchauffage, réseaux apparents, bouches de soufflage longue portée, grilles inversées en façade, percements et sortie de toiture.	60 000 €	54 €HT/m²	60 000 €	-1 500 kWh	-43 600 kWh	-43	-14%	-4 407 €	-18%	73	1%	-14	-20	957
	323 000 €	**292 €HT/m²**	**202 100 €**	**-1 500 kWh**	**127 500 kWh**	**112**	**37%**	**12 286 €**	**50%**	**1 659**	**29%**	**16**	**12**	**8 117**

Commentaires

Ce scénario 1 traite l'isolation complète du bâtiment, l'installation de robinets thermostatiques et la ventilation pour assurer le renouvellement d'air préconisé pour respecter le niveau CO2 inférieur à 1000ppm et respecter la réglementation appliquée dans les établissements scolaires neufs.

La ventilation simple flux dégrade les performances thermiques apportées par l'isolation du bâtiment, puisqu'elle engendre des déperditions thermiques importantes, liées au renouvellement d'air.

Avec un investissement de 323 k€HT, l'ensemble des préconisations du scénario 1 permet de diminuer de 37% les consommations d'énergie et de 50% la facture.

SCENARIO 2

Scénario 2	Investissement			Économie identifiée								RSI	RSI	CEE
	Total	unitaire	Surcoût	Électricité	Combustible	Energie Primaire unitaire	%	€TTC/an	%	kgCO2/an	%	sur surcoût	sur surcoût	
	€HT	€HT/m² SHON	€HT	kWh EF/an	kWh PCI/an	kWh EP/m²/an						années	années	MWh cumac
Isolation thermique par l'extérieur des façades *(Mise en œuvre : panneaux de polystyrène expansé 16 cm, Rth = 5 W/m²/°C)*	117 000 €	106 €HT/m²	45 000 €	00 kWh	85 300 kWh	77	26%	8 322 €	34%	1 194	21%	5	4	2 916
Renforcement de l'isolation des toitures combles *(Mise en œuvre : laine minérale sur dalle 40 cm, Rth = 6 W/m²/°C)*	24 800 €	22 €HT/m²	24 800 €	00 kWh	5 200 kWh	5	2%	507 €	2%	73	1%	49	27	1 228
Remplacements des fenêtres + châssis par du double vitrage performant et menuiserie bois ou alu et réduction de la surface vitrée des circulations (Mise en œuvre : Uw fenêtre neuve : 1,4 W/m².K + rebouchage des parties occultées par isolant et finition intérieure et extérieure)	97 800 €	88 €HT/m²	48 900 €	00 kWh	72 700 kWh	66	22%	7 093 €	29%	1 018	18%	7	6	473
Isolation en sous face des vides sabitaires (Mise en œuvre : PSEsous dalle 12cm, Rth = 3,75 W/m²/°C)	18 600 €	17 €HT/m²	18 600 €	00 kWh	10 300 kWh	9	3%	1 005 €	4%	144	3%	19	14	2 455
Mise en place de vannes thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs	4 800 €	4 €HT/m²	4 800 €	00 kWh	13 100 kWh	12	4%	1 278 €	5%	144	3%	4	3	89
Mise en place de VMC DF Décentralisé par salle de classe, y compris percements et traitement intérieur et extérieur.	88 000 €	79 €HT/m²	28 000 €	-2 600 kWh	47 800 kWh	37	12%	4 398	18%	1 194	21%	6	5	1 208
	351 000 €	**317 €HT/m²**	**170 100 €**	**-2 600 kWh**	**166 500 kWh**	**144**	**48%**	**15 979 €**	**64%**	**2 113**	**37%**	**11**	**9**	**8 368**

Commentaires

Ce scénario 2 traite, comme le scénario 1, l'isolation complète du bâtiment et l'installation de robinets thermostatiques mais la ventilation est traitée en double flux avec récupération de chaleur pour réduire les besoins en chaleur liées aux déperditions par le rejet d'air vicié chaud.

Avec un investissement de 351 k€HT, l'ensemble des préconisations du scénario 2 permet de diminuer de 48% les consommations d'énergie et de 64% la facture.

SCENARIO 3 : FACTEUR 4

Scénario 3	Investissement			Économie identifiée								RSI	RSI actualisé	CEE
	Total €HT	unitaire €HT/m² SHON	Surcoût €HT	Électricité kWh EF/an	Combustible kWh PCI/an	Energie Primaire unitaire kWh EP/m²/an	%	€TTC/an	%	kgCO2/an	%	sur surcoût années	sur surcoût années	MWh cumac
Isolation thermique par l'extérieur des façades *(Mise en œuvre : panneaux de polystyrène expansé 16 cm, Rth = 5 W/m²/°C)*	117 000 €	106 €HT/m²	45 000 €	00 kWh	85 300 kWh	77	26%	8 322 €	34%	1 194	21%	5	4	2 916
Renforcement de l'isolation des toitures combles *(Mise en œuvre : laine minérale sur dalle 40 cm, Rth = 6 W/m²/°C)*	24 800 €	22 €HT/m²	24 800 €	00 kWh	5 200 kWh	5	2%	507 €	2%	73	1%	49	27	1 228
Remplacements des fenêtres + châssis par du double vitrage performant et menuiserie bois ou alu et réduction de la surface vitrée des circulations (Mise en œuvre : Uw fenêtre neuve : 1,4 W/m².K + rebouchage des parties occultées par isolant et finition intérieure et extérieure)	97 800 €	88 €HT/m²	48 900 €	00 kWh	72 700 kWh	66	22%	7 093 €	29%	1 018	18%	7	6	473
Isolation en sous face des vides sabitaires (Mise en œuvre : PSEsous dalle 12cm, Rth = 3,75 W/m²/°C)	18 600 €	17 €HT/m²	18 600 €	00 kWh	10 300 kWh	9	3%	1 005 €	4%	144	3%	19	14	2 455
Mise en place de vannes thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs	4 800 €	4 €HT/m²	4 800 €	00 kWh	13 100 kWh	12	4%	1 278 €	5%	144	3%	4	3	89
Mise en place de VMC DF Décentralisé par salle de classe, y compris percements et traitement intérieur et extérieur.	88 000 €	79 €HT/m²	28 000 €	-2 600 kWh	47 800 kWh	37	12%	4 398	18%	1 194	21%	6	5	1 208
Eclairage : Remplacement de l'ensemble de l'éclairage du site, par des luminaires de type LED + gradation et détection d'absence	40 250 €	36 €HT/m²	19 000 €	7 881 kWh		18	6%	804	3%	662	12%	24	17	266
	391 250 €	**353 €HT/m²**	**189 100 €**	**5 281 kWh**	**166 500 kWh**	**163**	**55%**	**16 782 €**	**68%**	**2 775**	**49%**	**11**	**9**	**8 634**

Commentaires

Ce scénario 3 traite l'isolation complète du bâtiment, l'installation de robinets thermostatiques, la ventilation en double flux pour la qualité d'air et la performance énergétique et en plus l'éclairage est rénové en luminaire LED, permettant de réduire de manière importante les consommations électriques.

Avec un investissement de 391,25 k€HT, l'ensemble des préconisations du scénario 3 permet de diminuer de 55% les consommations d'énergie et de 68% la facture.

SCENARIO 4 : VERS UN BÂTIMENT A ÉNERGIE POSITIVE

Scénario 4	Investissement			Économie identifiée								RSI	RSI actualisé	CEE
	Total *€HT*	unitaire *€HT/m² SHON*	Surcoût *€HT*	Électricité *kWh EF/an*	Combustible *kWh PCI/an*	Energie Primaire unitaire *kWh EP/m²/an*	%	€TTC/an	%	kgCO2/an	%	sur surcoût *années*	sur surcoût *années*	*MWh cumac*
Isolation thermique par l'extérieur des façades *(Mise en œuvre : panneaux de polystyrène expansé 16 cm, Rth = 5 W/m²/°C)*	117 000 €	106 €HT/m²	45 000 €	00 kWh	85 300 kWh	77	26%	8 322 €	34%	1 194	21%	5	4	2 916
Renforcement de l'isolation des toitures combles *(Mise en œuvre : laine minérale sur dalle 40 cm, Rth = 6 W/m²/°C)*	24 800 €	22 €HT/m²	24 800 €	00 kWh	5 200 kWh	5	2%	507 €	2%	73	1%	49	27	1 228
Remplacements des fenêtres + châssis par du double vitrage performant et menuiserie bois ou alu et réduction de la surface vitrée des circulations (Mise en œuvre : Uw fenêtre neuve : 1,4 W/m².K + rebouchage des parties occultées par isolant et finition intérieure et extérieure)	97 800 €	88 €HT/m²	48 900 €	00 kWh	72 700 kWh	66	22%	7 093 €	29%	1 018	18%	7	6	473
Isolation en sous face des vides sabitaires (Mise en œuvre : PSEsous dalle 12cm, Rth = 3,75 W/m²/°C)	18 600 €	17 €HT/m²	18 600 €	00 kWh	10 300 kWh	9	3%	1 005 €	4%	144	3%	19	14	2 455
Mise en place de vannes thermostatiques sur l'ensemble des radiateurs	4 800 €	4 €HT/m²	4 800 €	00 kWh	13 100 kWh	12	4%	1 278 €	5%	144	3%	4	3	89
Mise en place de VMC DF Décentralisé par salle de classe, y compris percements et traitement intérieur et extérieur.	88 000 €	79 €HT/m²	28 000 €	-2 600 kWh	47 800 kWh	37	12%	4 398	18%	1 194	21%	6	5	1 208
Eclairage : Remplacement de l'ensemble de l'éclairage du site, par des luminaires de type LED + gradation et détection d'absence	40 250 €	36 €HT/m²	19 000 €	7 881 kWh		18	6%	804	3%	662	12%	24	17	266
Centrale photovoltaique toiture	88 000 €	79 €HT/m²	88 000 €	30 000 kWh		70	23%	3 060	12%	73	12%	29	19	
	479 250 €	**433 €HT/m²**	**277 100 €**	**35 281 kWh**	**166 500 kWh**	**233**	**78%**	**19 842 €**	**80%**	**5 295**	**94%**	**14**	**11**	**8 634**

Commentaires

Ce scénario 4 traite l'isolation complète du bâtiment, l'installation de robinets thermostatiques, la ventilation en double flux pour la qualité d'air et la performance énergétique, l'éclairage est rénové en luminaire LED et produit de l'électricité par des panneaux photovoltaïques qui couvre plus que la totalité des consommations électriques du site, avec revente de l'excédent.

Avec un investissement de 479,5 k€HT, l'ensemble des préconisations du scénario 4 permet de diminuer de 78% les consommations d'énergie et de 94% la facture, ce qui permet de tendre vers un bâtiment à énergie positive.

inddigo

RÉSULTATS DES SCENARIOS EN CALCUL RÉGLEMENTAIRE (RTEX)

Commentaires

Le tableau ci-contre présente les résultats des études thermiques réglementaires , réalisées avec le logiciel Perrenoud, pour les différents scénarios précédemment présentés.

Les résultats présentés sont les suivants :

- Ubat : représente la perfomance du bâti (en déperditions en W par surface par degrés)

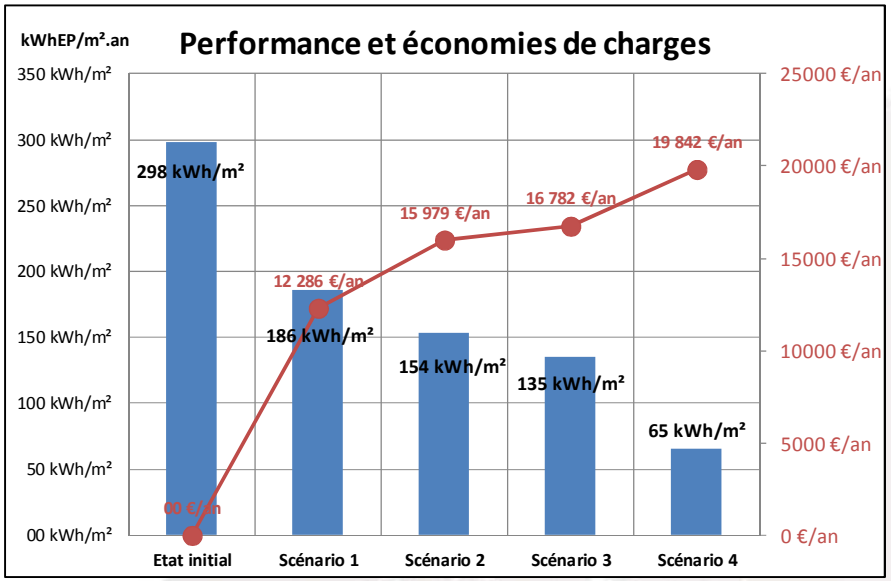
- Cep : présente la consommation en énergie primaire par surface et par an. Ces consommations ne sont pas des consommations réalistes, mais des consommations théoriques, plus utilisées pour comparer différents bâtiments entre eux.

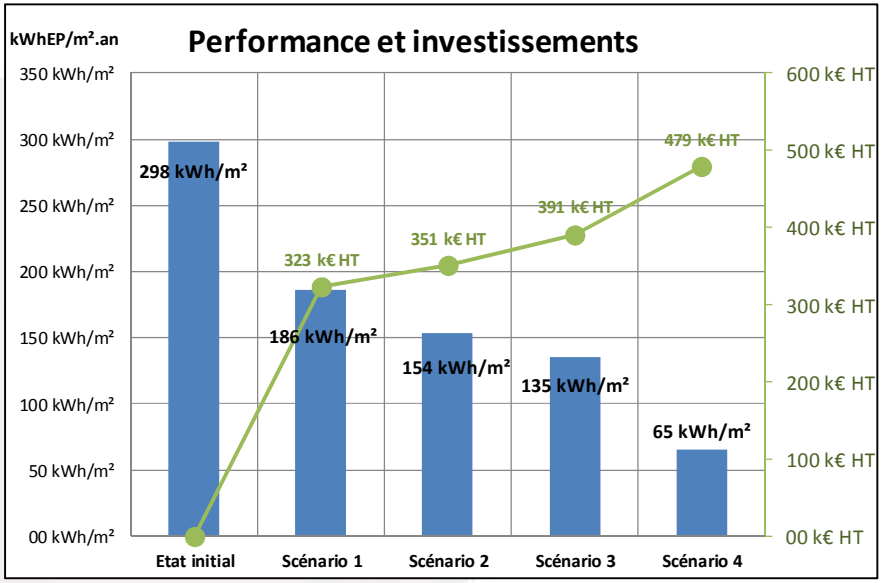
- L'énergie primaire est l'énergie finale (réellement consommée) pondérée par des coefficients différents suivants l'énergie utilisée :
    - Pour l'électricité : l'énergie primaire égale 2,58 fois l'énergie finale consommée
    - Pour le gaz / fioul / réseau de chaleur : l'énergie primaire égale 1 fois l'énergie finale consommée

	Améliorations Thermiques et Energétiques	Scénario -35%	2ème Scénario -50%	Scénario Facteur 4
Améliorations « Bâti »	Remplacement des menuiseries existantes en simple vitrages par des doubles vitrages 4/16/4 argon Uw=1,4 6 avec réduction de la surface vitrée des circulations	x	x	x
	Mise en place d'une isolation extérieur de 16 cm sur toutes les façades	x	x	x
	Mise en place d'une isolation en sous face de plancher bas sur VS	x	x	x
	Mise en œuvre de 40cm d'isolant en toiture	x	x	x
Améliorations « Systèmes »	Mise en place de vannes thermostatiques sur les radiateurs	x	x	x
	Mise en place d'une ventilation double flux avec échangeur 80% par classe		x	x
	Mise en place d'une ventilation simple flux par insufflation	x		
	Mise en œuvre d'un éclairage LED agec gestion optimisée (gradation lumineuse, détection de présence)			x
U bat (W/°C.m²)		0,437	0,437	0,437
Résultat du scénario : Cep ($kW_{EP}/m^2.an$)		132,37	68,68	44,11
Gain du scénario sur la consommation globale RT du bâtiment ($kW_{EP}/m^2.an$)		67,63	131,32	155,89
Gain du scénario sur la consommation globale RT du bâtiment (%)		34%	66%	78%
Etiquette énergétique atteinte		C	B	A

SYNTHÈSE DES SCENARIOS

	Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Investissement total	0 €	323 000 €	351 000 €	391 250 €	479 250 €
Investissement au m²	0 €	292 €	317 €	353 €	433 €
Consommations réelles(kWh_{ep}/m^2)	298 kWh/m²	186 kWh/m²	154 kWh/m²	135 kWh/m²	65 kWh/m²
Consommations Rtex (kWh_{ep}/m^2)	200 kWh/m²	132 kWh/m²	69 kWh/m²	44 kWh/m²	
Etiquette énergie	D	C	C	C	B
Emissions de CO2 (kgeqCO2/m²)	5	4	3	3	0
Etiquette climat	B	A	A	A	A





Commentaires :

Le tableau et les graphes ci-dessous présentent les résultats chiffrés importants des différents scénarios de travaux modélisés.

Le 1er graphe illustre la corrélation entre la performance énergétique du bâtiment et la réduction des factures énergétiques pour chaque scénario.

Le 2° graphe montre que les réductions des factures énergétiques du 1 er graphe suivent la même tendance que les investissements travaux de chaque scénario.

Merci de votre attention