

Projet : LowCal, étude du premier bâtiment E4C2 pour massifier la réalisation, à coût maîtrisé, du bâtiment à énergie positive, bas carbone, low-tech, local et sans chauffage

Tâche 3 : Low-cost

Sous-tâche 3.1 : Calcul du coût global du bâtiment

Sous-tâche 3.2 : Définition puis comparaison avec un bâtiment répondant aux mêmes fonctions d'usage que le bâtiment actuel mais avec des solutions conventionnelles pour répondre à la RT2012

Tâche 4 : Low-impact

Etude réalisée par ENERTECH avec le soutien de l'ADEME, dans le cadre de son appel à projet recherche « vers les bâtiments responsables à l'horizon 2020 »



Coordination technique ADEME:

Romuald CAUMONT

romuald.caumont@ademe.fr

01 47 65 21 49

Version	Rédigé par	Relu par	Date
1	DJ, LF	OG, TR	05/08/2020

SOMMAIRE

OBJET	3
1 DEFINITION DU BATIMENT RT 2012-EQUIVALENT (ST 3-2)	4
1.1 DESCRIPTION DU BATIMENT	4
1.2 VARIANTE « DEGRADEE »	6
2 BILANS THERMIQUES ET ENERGETIQUES (ST 3-2)	9
2.1 CARACTERISTIQUES THERMIQUES	9
2.2 INDICATEURS RT 2012	10
2.3 PERFORMANCES THERMIQUES ET ENERGETIQUES	11
2.4 RESILIENCE AU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE	13
2.5 IMPACT DES APPORTS INTERNES	15
2.6 CONCLUSIONS	16
3 ANALYSE DE CYCLE DE VIE (T 4).....	18
3.1 METHODOLOGIE ET LOGICIELS UTILISES.....	18
3.2 HYPOTHESES DE MODELISATION SUR THERMACV.....	24
3.3 HYPOTHESES DE MODELISATION SUR E-LICCO	26
3.4 RESULTATS : ACV RESPECTANT LE CADRE DU REFERENTIEL ÉNERGIE CARBONE	30
3.5 RESULTATS DES ACV AVEC E-LICCO	37
3.6 CONCLUSION SUR LE BILAN CARBONE	40
4 BILAN « ENERGIE GRISE POSITIVE » (T4)	42
4.1 RESULTATS E-LICCO	42
4.2 BILAN ENERGETIQUE ANNUEL DE LOWCAL.....	45
5 BILANS ECONOMIQUES (ST 3-1)	47
5.1 ANALYSE EN COUT GLOBAL DE LOWCAL ET DE LOWCAL-RTEQ	47
5.2 RETOMBEEES ECONOMIQUES POUR LES TERRITOIRES.....	61
6 CONCLUSION DE L'ETUDE	69
LISTE DES ANNEXES.....	71

Objet

Les tâches 3 et 4 du retour d'expérience sur le bâtiment LowCal sont consacrées à l'étude économique et à l'analyse environnementale du bâtiment.

En effet, ce bâtiment a la particularité d'être un des rares bâtiments (encore le seul en Juin 2020 dans la base OBEC) ayant atteint le niveau E4C2 du label E+C-, c'est-à-dire le plus haut niveau à la fois sur le plan énergétique et sur le plan du bilan carbone ; et il se distingue également par un coût de construction très faible de 1120 € HT / m² SHON hors VRD.

Ces performances et cette maîtrise des coûts en font un « point singulier » dans l'observatoire OBEC : **oui il est possible de construire un bâtiment très performant sur le plan énergétique et environnemental à bas coût**. Il était donc intéressant d'en tirer les retours d'expérience.

Cette analyse sera réalisée en plusieurs étapes :

- Définition d'un bâtiment fictif RT2012 équivalent, qui servira de point de comparaison en analyse économique, énergétique et environnementale,
- Analyse énergétique du bâtiment LowCal et de la référence,
- Analyse de cycle de vie (ACV) du bâtiment LowCal et de la référence, aboutissant au bilan carbone du bâtiment et bilan énergie grise,
- Analyse économique en coût global et en retombée économique pour les territoires.

Afin de neutraliser l'impact de la sobriété d'usage des salariés d'Enertech, les comparaisons seront basées sur une variante du bâtiment LowCal dite générique, définie dans la sous-tâche 5.2 et dont nous rappelons les principales caractéristiques ci-dessous au § 1.

NB : l'analyse économique et l'ACV étant des méthodologies comparables par certains aspects, et la définition d'un projet fictif RT2012 équivalent étant commune aux deux approches, nous avons choisi de regrouper les tâches 3 et 4 dans un seul rapport.

1 Définition du bâtiment RT 2012-Equivalent (ST 3-2)

L'un des objectifs de ce rapport est de comparer LowCal avec un bâtiment équivalent imaginaire construit avec des procédés constructifs et équipements couramment employés dans les projets de bureaux répondant au niveau RT-2012.

Par équivalent, on entend un bâtiment ayant la même géométrie et le même type d'usage. Seule la composition des parois et les systèmes utilisés seront différents. La performance énergétique recherchée devra respecter les exigences de la RT 2012 sans viser de surperformance, dans l'optique de limiter l'investissement.

Dans la suite, par souci de concision, **ce bâtiment équivalent sera désigné par le terme *LowCal-RTeq***.

La version du LowCal retenue pour la comparaison est la variante générique définie dans le rapport de la sous tâche 5.2 - Généralisation. Il s'agit d'une variante constructive et d'usage qui se veut plus représentative en vue de la généralisation du concept LowCal, notamment en termes d'usages car les occupants réels sont très impliqués et des efforts importants ont été fait pour maîtriser les consommations électriques. Cette variante diffère du projet réel notamment par :

- Faux plafonds acoustiques étendus à tout le RdC,
- Consigne de température portée à 20°C (ralenti à 18°C la nuit et le WE),
- Apports internes et usages pour l'occupation nominale des bureaux, soit 35 personnes, hypothèses de puissances d'équipement informatique unifiées.

Dans la suite, le terme ***LowCal*** fera référence à cette variante générique.

1.1 Description du bâtiment

Pour le détail de la modélisation, se référer au rapport de modélisation de LowCal présent en annexe du rapport de la sous tâche 1.3 et au rapport de la sous tâche 5.2 pour les modifications concernant la variante générique. Seuls les éléments modifiés par rapport au LowCal pour l'établissement du LowCal-RTeq sont donnés ici.

1.1.1 Composition des parois opaques

La structure du LowCal-RTeq est en béton banché, comme cela se fait conventionnellement pour les constructions tertiaires en France. Le calcul structurel n'ayant pas été refait, les refends déjà présents dans le LowCal ont été maintenus, mais leur composition est exclusivement en béton. Il a été choisi une isolation par l'extérieur. Celle-ci tend à se généraliser grâce à sa mise en œuvre rapide et pratique (traitement des ponts thermiques notamment).

Parois	Composition (de l'intérieur vers extérieur)	Epaisseur (cm)	Conductivité thermique (W/m/K)	Masse volumique (kg/m ³)	Capacité calorifique massique (J/kg/K)	Résistance thermique (m ² K/W)	U (W/m ² /K)
Mur extérieur	- plaque de plâtre - béton - PSE - Enduit	1,8 20,0 15 1,6	0,250 2,000 0,038 0,090	790 2300 35 570	792 1000 1450 2376	0,07 0,10 3,85 0,18 4,25	0,23
Dalle basse RdJ	- moquette - béton - PSE - béton	1,0 15,0 10,0 5,0	0,660 2,000 0,038 2,000	1200 2300 35 2300	1400 1000 1450 1000	0,02 0,08 2,63 0,03 3,26	0,29
Dalle basse RdC	- moquette - béton - PSE	1,0 20,0 10,0	0,660 2,000 0,038	1200 2300 35	1400 1000 1450	0,02 0,10 2,63 2,75	0,34
Dalle nue RdC	- moquette - béton	1,0 20,0	0,660 2,000	1200 2300	1400 1000	0,02 0,10 0,12	2,56
Dalle étage	- moquette - béton - laine de verre - plaque de plâtre	1,0 20,0 12,0 1,8	0,660 2,000 0,041 0,250	1200 2300 12 790	1400 1000 840 792	0,02 0,10 2,93 0,07 3,12	0,30
Dalle haute combles	- laine de verre - béton	20,0 20,0	0,041 2,000	12 2300	840 1000	4,88 0,10 4,98	0,20
Refend béton	- béton	20,0	2,000	2300	1000	0,10 0,1	3,7
Cloison fine	- BA18 - laine de verre - BA18	1,8 6,0 1,8	0,25 0,041 0,25	790 12 790	792 840 792	0,07 1,46 0,07 1,6	0,56

Figure 1 : Composition et caractéristiques thermique des parois

1.1.2 Vitrages

Les triples-vitrages en bois du LowCal sont remplacés par des double-vitrages 4/16/4 (remplissage argon) en aluminium avec un U_w égal à 1,5 W/m²/K et un facteur solaire de 65%.

1.1.3 Etanchéité à l'air

La réglementation thermique n'impose aucune exigence en termes d'étanchéité à l'air pour un bâtiment tertiaire de bureaux. Nous avons toutefois supposé un coefficient Q4Pa égal à 2,0 m³/h/m² (valeur maximale pour les logements collectifs). Par rapport à LowCal, cette valeur est 10 fois plus importante (Q4Pa = 0,19 m³/h/m²).

1.1.4 Ventilation

Une ventilation double-flux est aussi utilisée, mais à la différence du LowCal, celle-ci est centralisée. Le rendement de l'échangeur est toujours supposé égal à 85 %.

1.1.5 Système de chauffage/climatisation

Le système assurant le chauffage et la climatisation des locaux est un système de type pompe à chaleur DRV réversible. Il s'agit d'une installation où une unité extérieure est reliée à des unités intérieures par des conduites transportant du fluide frigorigène. Il s'agit d'un type d'installation couramment rencontré dans les bâtiments tertiaires conventionnels¹.

La même température de consigne minimale que pour LowCal est considérée (20°C en occupation avec ralenti à 18°C). La variante RTeq étant climatisée, la température maximale de consigne est fixée à 26°C lors de l'occupation globale du bâtiment.

Les systèmes sont uniquement pris en compte pour le calcul RT. Seuls les besoins sont estimés en STD.

1.1.6 Eau chaude sanitaire

LowCal ne dispose que d'un seul chauffe-eau à effet joule de 75 L pour la douche. Dans le LowCal-RTeq, celui-ci est surdimensionné à 100 L et 5 autres chauffe-eaux à effet joule de 15 L sont ajoutés pour les sanitaires et le réfectoire. L'ECS est uniquement prise en compte pour le calcul RT.

1.1.7 Apports internes

Pour le calcul RT, les valeurs d'apports internes par défaut ont été retenues. Dans la STD, de sorte à s'affranchir de l'impact des apports internes sur les besoins frigorifiques, ceux-ci sont dans un premier temps supposés inchangés par rapport à LowCal (version générique). En réalité, l'éclairage et les usages électriques ont été optimisés et maîtrisés (voir rendu 2.3) ; dans un bâtiment conventionnel, ceux-ci sont multipliés par 2 à 10. Une variante étudiera spécifiquement l'impact de ceux-ci.

1.1.8 Occultations

Le LowCal-RTeq ne dispose pas de protection solaire extérieure mais seulement de stores intérieurs.

1.2 Variante « dégradée »

1.2.1 Exigences réglementaires

Classement CE2

Il s'avère que LowCal RTeq ainsi défini ne respecte la RT2012 que grâce à son classement CE2. En effet celui-ci permet, pour un bâtiment climatisé dans une zone climatique critique (chaud), selon son exposition au bruit et son usage² (voir figure 1.2.1.b), d'augmenter (considérablement) les seuils limites du Bbio et du Cep (figure 1.2.1.a).

¹ Leur dimensionnement, nécessaire pour le calcul Th-C, a été effectué dans un premier temps de façon sommaire étant donné que la suite de l'analyse se focalisera sur les besoins. De même pour l'ECS et l'éclairage.

² Dans le cas du LowCal, ce classement provient du climat et de l'usage.

Classement	CE1	CE2
Bbio_max	56 M_bgéo = 0,8	168 (+300%) M_bgéo = 1,2
Cep_max	56 M_bgéo = 0,8	132 (+236%) M_bgéo = 1,2

Figure 2 : Influence du classement CE1/CE2 sur les indicateurs de la RT 2012 pour LowCal

Ce classement permet de dégager une marge conséquente en termes de conception bioclimatique et de consommation en énergie primaire. En conséquence, une deuxième version du LowCal-RTeq exploitant ce potentiel a été définie. Elle sera désignée dans la suite par *LowCal-RTeq_Degrad*, pour le distinguer de la version précédente qu'on désignera par *LowCal-RTeq_Courant*.

		Zones climatiques													
Zone à usage	Baies exposées aux zones de bruit	H1a	H1b	H1c < 400 m	H1c > 400 m	H2a	H2b	H2c < 400 m	H2c > 400 m	H2d < 400 m	H2d > 400 m et < 800 m	H2d > 800 m	H3 < 400 m	H3 > 400 m et < 800 m	H3 > 800 m
Habitation Enseignement	BR1	CE1													
	BR2														
	BR3														
Bureaux	BR1	CE2					CE2		CE2				CE2		
	BR2	CE2													
	BR3	CE2													
Autres concernées par RT 2012	BR1	CE2													
	BR2	CE2													
	BR3	CE2													

Figure 3 : Classement CE1 ou CE2 des bâtiments au sens de la RT 2012 selon leur localisation, leur exposition au bruit et leur usage. Source : cegibat.grdf.fr.

Limites vis-à-vis du Bbio

Sans ce classement CE2, le *LowCal-RTeq_Courant* ne respecterait pas la RT 2012 vis-à-vis du Bbio, dont la valeur seuil serait alors de 56 points.

En effet, la contribution de l'éclairage vaut environ 36 points³ (64 % du Bbio_max en CE1) et celle-ci s'avère incompressible, le bâtiment étant déjà largement autonome en éclairage naturel (à 99% en réalité). Cette contribution laisse peu de marge pour le chauffage et la climatisation. Pour LowCal-RTeq, la contribution au refroidissement est de 42 points. La suppression totale, mais fictive, des apports solaires thermiques permettrait de ramener cette contribution à 13 points (-69%). Ce qui serait toujours insuffisant pour passer le Bbio en CE1 étant donné la contribution du chauffage (10 points, qui serait amenée à augmenter de façon concomitante avec la réduction des apports solaires). Une gestion plus fine et plus poussée des apports solaires l'été (facteur solaire du vitrage, occultations extérieures mobiles et fixes) ne serait donc pas suffisant pour respecter le Bbio en CE1.

Le classement CE2, en augmentant le Bbio_max, permet donc de palier à cette limitation pour l'usage d'un système de refroidissement. Cependant, cette augmentation accroît considérablement la consommation d'énergie primaire potentielle du bâtiment (Cep_max), alors qu'un dimensionnement plus

³ Seule contribution au Bbio pour le LowCal, la contribution du chauffage et du refroidissement étant nulle.

fin de l'éclairage dans le calcul du Bbio⁴ permettrait à un bâtiment avec un niveau d'isolation relativement modeste (lowCal-RTeq_Courant) d'être climatisé sans augmentation du seuil de consommation autorisé.

1.2.2 Modifications du bâtiment

Le LowCal-RTeq_Degrad est basé sur le LowCal-RTeq_Courant. Il s'en distingue sur les points suivants :

- Epaisseur des isolants réduit à 1 cm sur toutes les parois ;
- Ventilation simple-flux (et non plus double-flux) ;
- Pan sud de la toiture (153 m²) intégralement photovoltaïque (comme LowCal).

Ces choix, en augmentant les déperditions, permettent de maximiser le Bbio (voir Figure 6), et donc, a priori, de minimiser l'investissement en isolants, bien que celui-ci pourrait se répercuter sur le surdimensionnement conséquent du système de chauffage⁵. L'ajout d'une production photovoltaïque de 3 m² est nécessaire pour passer le Cep (d'une surface 50 fois moindre que l'installation réelle).

Concernant les exigences en termes de ponts thermiques, le bâtiment ainsi défini (isolation quasi-inexistante) tend vers les limites sans toutefois les atteindre. Notons qu'une telle « dégradation » de la qualité de l'enveloppe est favorisée par la forme compacte du LowCal (minimisation des ponts thermiques et des parois déperditives).

Point de vue :

La constitution de cette variante « dégradée » d'un point de vue de l'investissement et très peu isolée n'est pas une pratique courante de conception en RT2012.

*Elle permet d'illustrer ici le **manque d'ambition de la RT2012** pour les bureaux en classement CE2. On voit notamment que **l'objectif de Bbio est bien trop laxiste en classement CE2**, et qu'il mélange par ailleurs un calcul de besoin d'éclairage artificiel très critiquable (très éloigné de la réalité mesurée dans le bâtiment réel) qui dans le cas présent écrase les autres contributeurs au Bbio.*

*Au final la RT2012 permet ici un niveau d'isolation dérisoire, sur ce bâtiment très compact et en classement CE2, en **l'absence de garde-fou sur l'isolation des parois** comme ils existaient dans la RT2005 notamment.*

Les caractéristiques de ces deux variantes sont données et comparées dans la partie suivante (§ 2.1). On pourra alors remarquer que les niveaux de déperdition de l'enveloppe résultants pour le LowCal-RTeq_Degrad s'approchent de bureaux intégralement vitrés.

⁴ Ce calcul considère implicitement, pour des bureaux, un dimensionnement de l'éclairage pour un éclairement de 500 lux (recommandation de l'UFE, adoptée par de nombreux concepteurs) alors que le code du travail impose un minimum de 200 lux en base et jusqu'à 300 lux sur plan de travail.

⁵ Le LowCal-RTeq_Courant se veut être un compromis entre isolation et système de chauffage/climatisation.

2 Bilans thermiques et énergétiques (ST 3-2)

Les deux variantes classiques, au sens de ce qu'impose la réglementation thermique et de ce qui se fait usuellement vont être comparées au LowCal selon un large panel de critères, qu'ils soient thermiques/énergétiques, environnementaux ou économiques.

2.1 Caractéristiques thermiques

Intéressons-nous dans un premier temps aux déperditions. La Figure 4 indique les coefficients de déperditions des différents types de parois, les déperditions globales de l'enveloppe et du renouvellement d'air. Rappelons que les surfaces respectives des différents types de parois n'ont pas été modifiée.

Le niveau d'isolation du LowCal a été maximisé pour atteindre un comportement passif. Un niveau d'isolation plus classique (LowCal-RTeq_Courant) conduit à une augmentation de 71% des déperditions de l'enveloppe. Les déperditions du LowCal-RTeq_Degrad, qui ne dispose quasiment pas d'isolation, sont plus de 5 fois plus importantes que celles du LowCal et 3 fois plus importantes que celles du LowCal-RTeq_Courant. Concernant le renouvellement d'air, l'absence d'échangeur dans la double-flux multiplie par quasiment 7 les déperditions associées à la ventilation, tandis qu'une attention particulière à l'étanchéité à l'air permet de diviser par 3,5 les déperditions liées aux infiltrations.

	LowCal	LowCal-RTeq_Courant	LowCal-RTeq_Degrad
Toitures (W/m²/K)	0,09	0,23 (+156%)	1,87 (+1978%)
Murs (W/m²/K)	0,12	0,29 (+142%)	1,07 (+792%)
Baies (W/m²/K)	0,95	1,5 (+58%)	1,5 (+58%)
Plancher bas (W/m²/K)	0,12	0,23 (+92%)	0,47 (+292%)
Pont thermiques (W/K)	55	82 (+49%)	199 (+262%)
Sous total enveloppe (W/K)	247	422 (+71%)	1314 (+432%)
Ventilation ⁶ (W/K)	60	60 (+0%)	398 (+563 %)
Infiltrations (W/K)	183	660 (+261%)	626 (+242%)

Figure 4 : Comparaison des déperditions (issues du calcul RT 2012). Les variations relatives sont calculées par rapport au LowCal.

En termes d'inertie, les LowCal-RTeq se distinguent de LowCal par l'utilisation exclusive du béton pour les dalles, les murs et les refends et non plus de terre crue. D'après la paramétrisation retenue (voir rapport sous tâche 1-3) la terre crue est plus inertielle que le béton. Pour les dalles, ces écarts sont compensés par des dalles en béton plus épaisses. En revanche, les refends en béton étant moins épais, leur inertie est moindre. Par ailleurs, les murs du LowCal étant en ossature bois avec remplissage paille, ceux-ci ne contribuent quasiment pas à l'inertie globale du bâtiment, contrairement aux murs en béton des LowCal-RTeq. Cet apport permet aux LowCal-RTeq d'avoir une inertie globale plus importante. L'apport d'inertie

⁶ Valeur non « conventionnelle » : utilisation du rendement réel de la ventilation

plus important des murs du LowCal-RTeq_Courant par rapport au LowCal-RTeq_Degrad s'explique pas la présence d'une isolation relativement importante par l'extérieur qui permet de mettre cette inertie à disposition exclusive de l'intérieur. Notons que l'utilisation d'une isolation par l'intérieur, encore couramment utilisée dans les projets courants, couperait complètement cette contribution.

Inertie séquentielle (MJ/K)	LowCal	LowCal-RTeq_Courant	LowCal-RTeq_Degrad
Dalles	382	382 (+0%)	382 (+0%)
Refends	107	49 (-54%)	49 (-54%)
Murs ext.	4	170 (+4150%)	134 (+3250%)
Restant	8	6 (-25%)	6 (-25%)
Total	501	608 (+18%)	575 (+15%)
Classe d'inertie	LowCal	LowCal-RTeq_Courant	LowCal-RTeq_Degrad
Quotidienne	Légère	Moyenne	Moyenne
Annuelle	Légère	Légère	Légère

Figure 5 : Comparaison des inerties (issues du calcul RT 2012). Les variations relatives sont calculées par rapport au LowCal.

Concernant les classes d'inertie, celles-ci sont définies pour le niveau le plus défavorable des bâtiments, à savoir systématiquement le rez-de-chaussée à cause de son faux-plafond coupant l'inertie de la dalle haute (voir point 1.1.1 du rapport de la sous tâche 5.2). A la différence des LowCal-RTeq, LowCal ne bénéficie pas de l'inertie des murs pour compenser, ce qui explique la différence de classe. Toutefois, l'inertie globale reste comparable.

2.2 Indicateurs RT 2012

	LowCal	LowCal-RTeq_courant	LowCal-RTeq_Degrad
Bbio (pts) / Bbio _{max}	35,9 / 56	75,5 / 142,2	126,9 / 142,2
Chauffage	0	9,4	76,4
Refroidissement	0	18,8	14,6
Eclairage	35,9	47,5	45,0
Cep (kWh _{ep} /an) / Cep _{max}	-98,7 / 56 avec PV (18,4 / 56 sans PV)	100,3 / 114,7	114,0 / 114,5 avec PV (126,9 / 114,5 sans PV)
Chauffage	0,2	7,8	39,1
Refroidissement	0	36,2	14,0
Eclairage	8,8	24,4	23,1
Auxiliaires de ventilation	4,5	17,6	21
ECS	5,1	14,3	14,4
Tic (°C)	30,6 / 34,1	27,2 / 36,9	27,6 / 33,9

Figure 6 : Comparaison des indicateurs de la RT 2012

La Figure 6 donne les indicateurs de la RT 2012 pour les différentes variantes du LowCal. Leur comparaison a déjà été commentée au § 1.2. Rappelons seulement que le LowCal-RTeq_Degrad a été conçu de sorte à maximiser le Bbio. Le détail du Cep nous fournit une estimation des consommations énergétiques des différents postes. Les besoins de chauffage et de climatisation ainsi que le confort d'été seront estimés de façon plus précise grâce à la STD (§ 2.3 et suivants).

2.3 Performances thermiques et énergétiques

Au-delà des différences de conception des bâtiments, il convient de déterminer comment celles-ci se traduisent en termes de performance du bâti grâce à la STD⁷. Sur les périodes froides, la performance correspond au besoin de chauffage, et sur les périodes chaudes, au besoin de rafraîchissement d'une part et à l'inconfort généré en l'absence de système de rafraîchissement d'autre part. La méthodologie retenue pour l'estimation de ces indicateurs est la même qu'en 2.2.3 du rapport de la sous tâche 5-2. De même, la météo générique utilisée est celle de Montélimar.

Précisons en complément que, dans un premier temps, pour nous focaliser sur la performance de l'enveloppe les apports internes sont inchangés d'une variante à l'autre. De plus, l'émission latente des occupants n'est pas prise en compte, la part latente du besoin de rafraîchissement est donc largement sous-estimée.

Enfin, afin de comparer le LowCal et les LowCal-RTeq en période chaude, des variantes ont été ajoutées considérant le premier climatisé et les seconds non-climatisés. Pour ces variantes, deux stratégies estivales ont été retenues :

- aucune stratégie passive de rafraîchissement n'est utilisée : absence d'occultation extérieure et d'aération nocturne.
- reprise des stratégies du LowCal : occultation extérieure et aération nocturne.

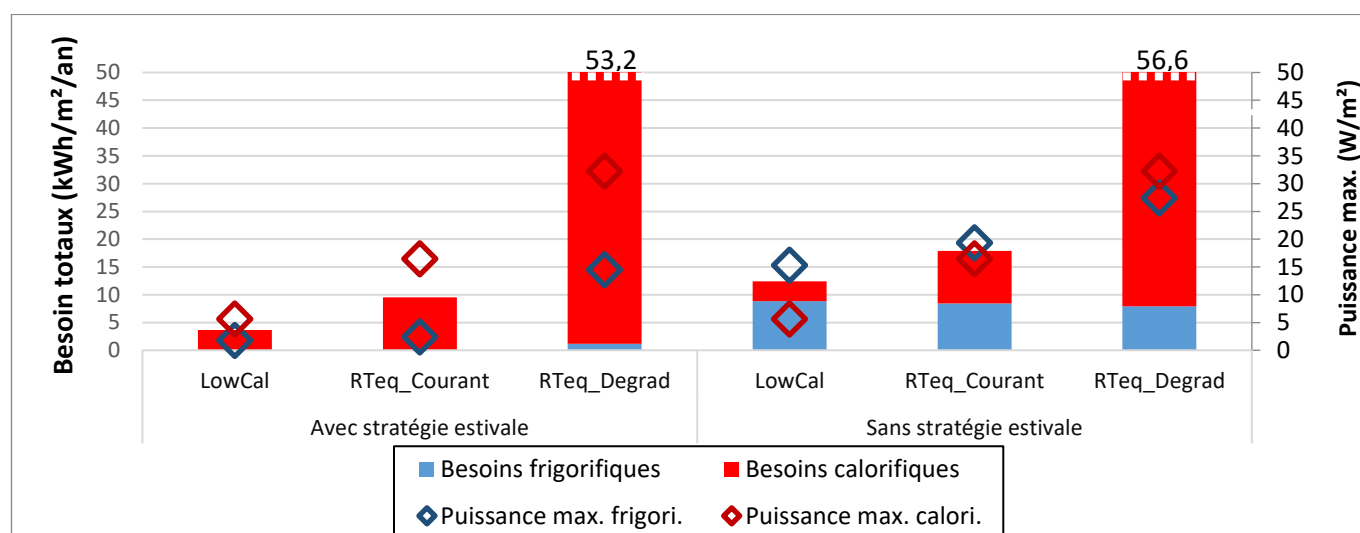


Figure 7 : Comparaison des performances du LowCal et des LowCal-RTeq en termes de besoins de chaleur et de froid, avec climatisation, avec et sans stratégie passive de rafraîchissement

⁷ Les estimations effectuées dans le calcul RT sont conventionnelles et n'ont pas vocation à refléter la réalité. C'est pourquoi nous avons basé notre comparaison sur la STD, qui est un calcul nettement plus réaliste et dans lequel nous avons pris en compte des hypothèses d'usage plus proches de la réalité que le scénario conventionnel.

On observe que même sans stratégie estivale (occultations et aération), les besoins totaux du LowCal (en énergie utile) et le dimensionnement (puissance maximale demandée) sont toujours inférieurs à ceux des LowCal-RTeq_Courant.

Pour le besoin calorifique, ceci s'explique par le niveau d'isolation supérieur pour le LowCal : le besoin de chauffage est divisé par 3 environ entre la variante RTeq_Courant et LowCal ; et par plus de 10 entre la variante RTeq_Degrad et Lowcal. On observe que le dimensionnement augmente moins vite que le besoin avec le niveau de déperdition du bâtiment, ce qui est un effet classique des apports gratuits et de la durée de période de chauffe.

Sans stratégie estivale, les besoins frigorifiques des différentes variantes du LowCal sont quasiment équivalents. Le niveau d'isolation, et donc la capacité passive du bâtiment à se refroidir sans aération, n'augmente pas mécaniquement les besoins frigorifiques. Celui-ci permet en effet par ailleurs de limiter les apports de chaleurs via les parois, qui impactent plus fortement le LowCal-RTeq_Degrad par manque d'isolation, le ramenant à des besoins frigorifiques équivalents aux variantes plus isolées. En revanche, le niveau d'isolation permet nettement de réduire le dimensionnement du système de climatisation (apports instantanés moins importants via l'enveloppe et meilleure valorisation de l'inertie qui se charge en conséquence moins vite – voir Figure 8). Malgré des niveaux de puissance plus faibles, les besoins frigorifiques des bâtiments isolés restent quasiment les mêmes que ceux du LowCal-RTeq_Degrad, car la période de besoins des premiers est plus étendue (meilleure valorisation des apports solaires).

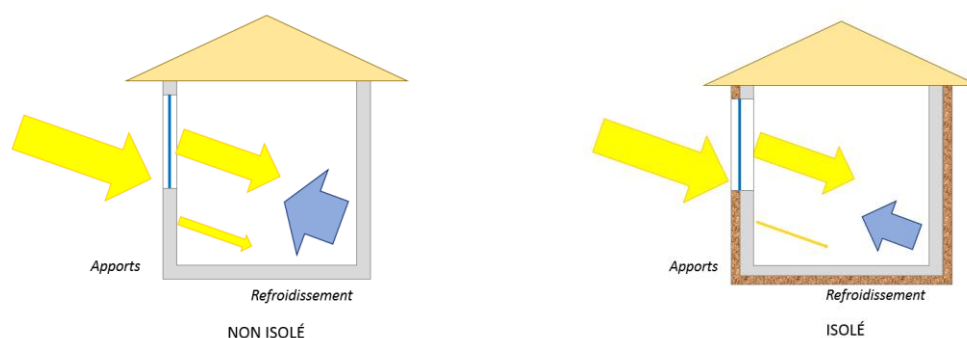


Figure 8 : Comparaison schématique des besoins frigorifiques instantanés entre bâtiments isolé et non-isolé

Il est important de noter que les besoins frigorifiques peuvent être rendus négligeables, et ce quel que soit le bâtiment, grâce à l'aération nocturne et l'usage des occultations en journée⁸. D'autant plus avec un fort niveau d'isolation, car la fraîcheur nocturne est mieux valorisée car l'inertie se décharge moins vite.

⁸ Rappelons que pour le LowCal, l'aération assure 2/3 des besoins frigorifiques et les occultations 1/3 (voir 2.2.3 du rendu 1.3).

En cas d'absence de climatisation, les besoins frigorifiques se traduisent en inconfort. Logiquement, l'inconfort est négligeable avec les stratégies estivales pour tous les bâtiments. Le LowCal-RTeq s'avère le moins inconfortable car les échauffements sont moins intenses et moins fréquents grâce à une isolation plus faible qui permet d'évacuer plus facilement les surchauffes (voir Figure 10).

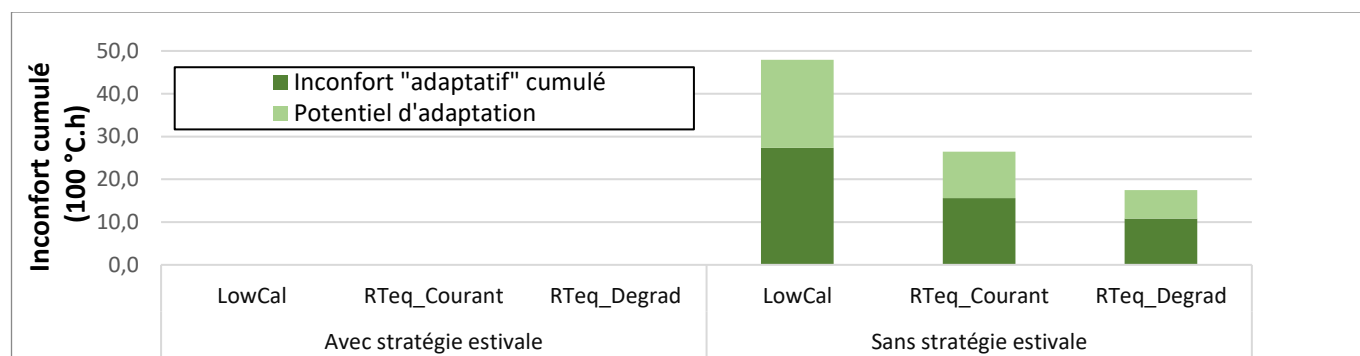


Figure 9 : Comparaison des performances du LowCal et des LowCal-RTeq en termes d'inconfort estival sans climatisation, avec et sans stratégie passive de rafraîchissement

Sans stratégie estivale, LowCal s'avère le plus inconfortable. Deux caractéristiques y contribuent : la plus faible inertie qui atténue moins les pics de température et le fort niveau d'isolation qui empêche le déstockage de la chaleur accumulée en journée. Rappelons que ce comportement n'est pas surprenant et que le LowCal n'a pas été conçu pour un usage sans aération nocturne ni occultation.

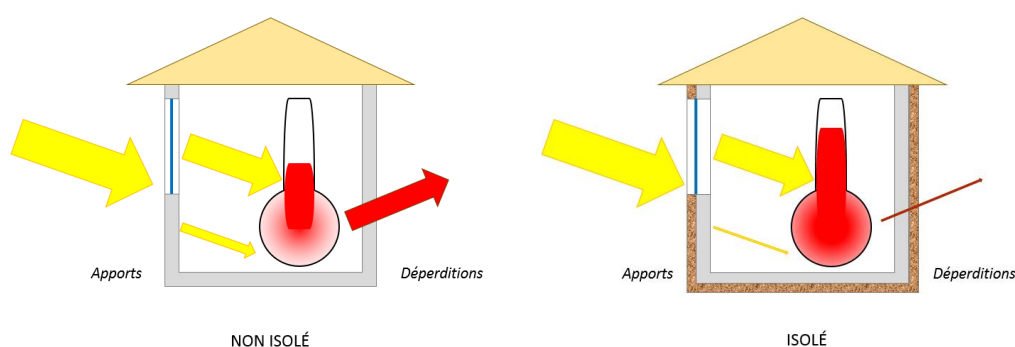


Figure 10 : Comparaison schématique des inconforts entre bâtiments isolé et non-isolé

Notons par ailleurs que l'isolation du LowCal-RTeq_Courant est extérieure, mais que l'isolation intérieure est encore largement utilisée dans les projets conventionnels. Ce choix conduirait à une augmentation sensible de l'inconfort ou des besoins frigorifiques par perte de l'inertie mobilisable des murs extérieurs (28% de l'inertie du bâtiment pour le LowCal-RTeq_Courant, voir Figure 5).

2.4 Résilience au réchauffement climatique

Étudions l'évolution de ces performances avec le réchauffement climatique (méthodologie du point 2.2.1 du rendu 5.2, scénario A1B de Météonorm correspondant approximativement à une augmentation de 2,5°C de la température moyenne mondiale). Ce dernier se traduit sans surprise par une diminution des besoins de chauffage et une augmentation de ceux de rafraîchissement, mais les tendances observées précédemment relatives aux comportements spécifiques de chaque bâtiment restent quasiment les

mêmes. La principale différence réside dans le besoin de climatisation plus important pour le LowCal-RTeq_Degrad que pour les LowCal plus isolés, contrairement à précédemment. Cela s'explique par le fait que l'intensité des apports de chaleur du LowCal-RTeq_Degrad prennent le dessus sur la période de besoin plus longue des LowCal isolés. Cette tendance n'est pas observée pour l'inconfort car la dynamique n'est pas la même, dans ce cas, voir les schémas précédents, le faible niveau d'isolation permet au bâtiment de réduire son échauffement (rappelons aussi que les besoins frigorifiques sont nécessaires lorsque la température dépasse 26°C et que l'inconfort est mesuré au-dessus de 28°C).

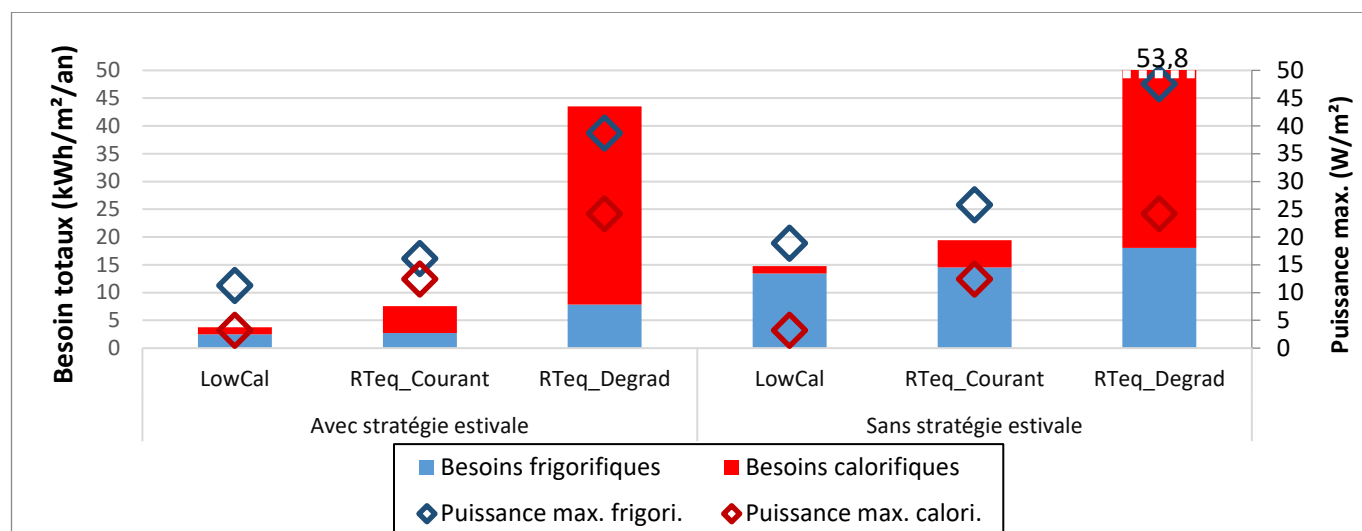


Figure 11 : Comparaison des performances du LowCal et des LowCal-RTeq « en 2070 » en termes de besoins de chaleur et de froid, avec climatisation, avec et sans stratégie passive de rafraîchissement

Les besoins totaux (en énergie utile) augmentent pour toutes les variantes à cause de l'augmentation des besoins frigorifiques qui compense la diminution des besoins calorifiques.

En l'absence de climatisation, notons qu'avec la stratégie estivale, le LowCal-RTeq_Degrad s'avère le plus inconfortable. Ceci s'explique par une moins bonne conservation de la fraîcheur accumulée la nuit et par des apports de chaleur plus importants à travers les murs par manque d'isolation.

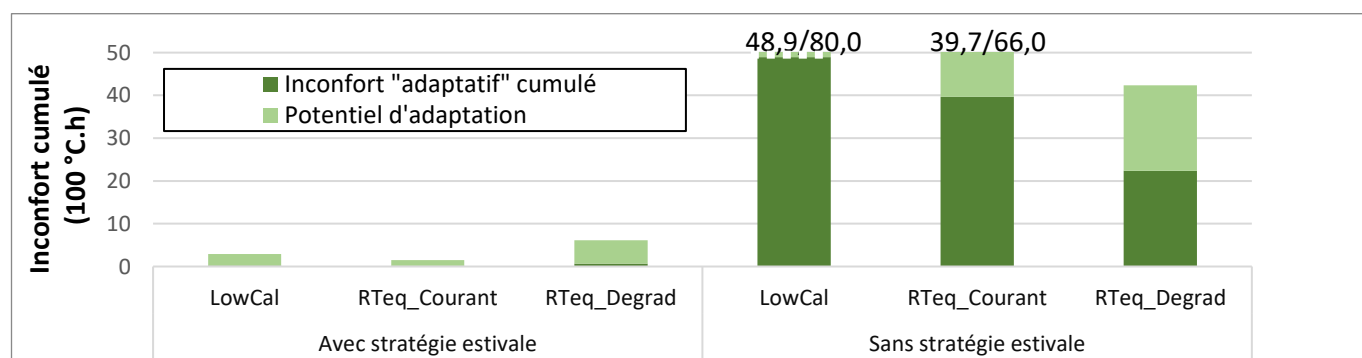


Figure 12 : Comparaison des performances du LowCal et des LowCal-RTeq « en 2070 » en termes d'inconfort estival sans climatisation, avec et sans stratégie passive de rafraîchissement

Pour les dimensionnements des systèmes, les tendances observées précédemment sont les mêmes. En revanche, l'impact du réchauffement climatique est particulièrement important pour la climatisation :

multiplié par environ 2 pour le LowCal-RTeq_Degrad et 5 pour les LowCal isolés en cas d'usage des stratégies estivales. Cette augmentation importante en proportion est notamment due à la diminution du potentiel de rafraîchissement nocturne. L'augmentation est moins nette sans stratégie estivale (respectivement environ +75 et +30%) car le potentiel de rafraîchissement nocturne n'intervient logiquement pas autant. L'augmentation plus marquée du LowCal-RTeq_Degrad s'explique par sa sensibilité accrue aux températures extérieures qui s'avèrent plus chaudes. En tout état de cause les puissances nécessaires à la climatisation comme au chauffage restent plus faibles (en valeur absolue) quand l'isolation est renforcée.

La diminution du dimensionnement du chauffage est plus importante pour le LowCal (-40% vs. -25%) grâce à sa conception passive (meilleure valorisation du solaire grâce à son meilleur niveau d'isolation).

2.5 Impact des apports internes

Dans l'étude précédente, les apports internes sont les mêmes pour le LowCal et les LowCal-RTeq, alors que l'effort de maîtrise des consommations effectué pour le premier est loin d'être généralisé. De plus certains usages peuvent être plus intensifs en consommation électrique (process particuliers, serveurs, etc.). L'impact de ces apports sur les besoins énergétiques et le confort est étudié ici plus en détail. Pour cela, les apports internes (métabolisme des occupants compris) ont été multipliés par un facteur deux.

Pour information, les apports internes de références, avant multiplication, varient de 10 à 20 W/m² pour les bureaux (40 pour la salle serveur).

Tout d'abord, l'impact sur les besoins de chauffage n'est réellement sensible que pour LowCal et le LowCal-RTeq_Courant. En effet, le surplus d'apports internes est du même ordre de grandeur que leurs besoins énergétiques. La réduction engendrée est de l'ordre de 20% pour le LowCal et de 70% pour le LowCal-RTeq_Courant. La part plus importante du second s'explique par une période de chauffage plus longue et une compensation continue des besoins de base par ce « talon » d'apport interne là où les besoins de LowCal sont ponctuels.

Pour les besoins frigorifiques, l'impact est peu notable lorsque la stratégie estivale est utilisée car le potentiel d'aération est suffisant pour compenser l'inconfort ou les besoins générés. En revanche, lorsque la stratégie estivale n'est pas utilisée, l'impact est important : le surplus d'apports internes se traduit en surplus de besoins de climatisation (de l'ordre de 3 à 5 kWh/m²/an). En l'absence de climatisation, quel que soit le bâtiment, l'inconfort augmente de 30 à 40%, soit de l'ordre de 2500°C.h en termes d'inconfort brut et 1200°C.h en termes d'inconfort adaptatif. Les niveaux d'inconfort atteints dépassent ceux de 2070. La maîtrise des apports internes donc notamment la maîtrise de la demande d'électricité apparaît donc essentielle pour le maintien d'un bon niveau de confort.

Les apports internes étant majoritairement dissipés directement de manière convective, leur impact est principalement instantané. L'utilisation de la coupure nocturne n'aura donc pas d'impact notable, d'autant plus que les consommations de veille sont a priori relativement faibles. Toutefois, il est évidemment profitable de les annuler complètement pour maximiser les potentiels de rafraîchissement et donc le confort.

2.6 Conclusions

Comme attendu, les besoins calorifiques des bâtiments étudiés sont fortement liés à leur niveau d'isolation. En revanche, ce niveau d'isolation peut sembler défavorable en été en cas d'absence d'une stratégie estivale à cause de l'effet « étuve » de celle-ci, et ce d'autant plus en prévision du réchauffement climatique en cours. Ce constat nous rappelle donc l'importance cruciale des stratégies passives de confort d'été pour la conception d'un bâtiment low-tech comme le LowCal.

Nous retenons les conclusions suivantes :

1. En termes de besoins totaux (chauffage et climatisation le cas échéant), LowCal s'avère être systématiquement le meilleur, ce qui confirme l'intérêt d'une isolation très poussée de l'enveloppe et d'une ventilation double flux (conception Passive) et ce même pour le confort d'été.
2. L'utilisation des stratégies estivales (occultations et aération) est essentielle pour réduire l'inconfort et les besoins frigorifiques, notamment en cas de défaillance du système de climatisation. La présence d'occultations extérieures paraît donc indispensable.
3. Pour certaines localisations des bâtiments, l'aération nocturne et matinale par simple ouverture des fenêtres ne peut être envisagée (bruit, intrusion, etc.). Cependant, d'autres solutions passives existent (ouvrant dédiés protégés par un brise soleil-fixe anti-intrusion, motorisé ou non, etc.) et nous semblent avoir tout leur intérêt pour une conception du confort d'été low-tech et résiliente. Ces solutions méritent donc d'être étudiées quel que soit le contexte urbain.
4. Lorsque l'aération ou la sur-ventilation sont utilisées, une forte isolation des parois (notamment par l'extérieur) est préférable pour réduire les besoins frigorifiques ou l'inconfort grâce à la meilleure valorisation de la fraîcheur stockée et à la limitation des apports de chaleur à travers les murs. L'absence ou la réduction du niveau d'isolation n'est préférable pour le confort ou les besoins frigorifiques que si aucune stratégie estivale n'est utilisée⁹. L'isolation est favorable au confort estival et à la réduction des besoins frigorifiques si le potentiel de rafraîchissement nocturne est exploité (sur-ventilation ou aération) et que l'inertie¹⁰ est suffisante. Autrement dit : dans un bâtiment fortement isolé et non climatisé, l'utilisateur est le maître de son propre confort : **s'il adopte les meilleures pratiques, plus le bâtiment est isolé meilleur sera le confort d'été. A contrario, s'il n'adopte pas de stratégie estivale, l'isolation renforcée renforcera encore son inconfort.**
5. LowCal n'a pas été conçu pour fonctionner sans stratégie estivale¹¹. Celle-ci, en complément d'une maîtrise des apports internes, semble suffisante pour garantir un bon niveau de confort estival, et ce même en cas de réchauffement climatique de +2,5°C. Le confort d'été pourrait être encore amélioré grâce à une augmentation de l'inertie mobilisable¹².

Pour conclure cette partie consacrée aux calculs énergétiques par une vision complète sur tous les usages, nous anticipons les résultats énergétiques par méthode physique réalisés par la suite (voir notamment § 3.3.3) sur la variante LowCal générique et la variante RTeq_Courant, et mis en perspective avec les résultats mesurés sur deux ans (voir rapport de la tâche 1.2) :

⁹ Mais rappelons que la répercussion sur les besoins de chauffage est loin d'être négligeable.

¹⁰ La vitesse de réchauffement du bâtiment dépend du ratio déperdition/inertie (voir 2.3 du rapport de la sous tâche 5.2).

¹¹ Stratégies d'occultation et d'aération nocturne manuelles et *LowTech*, donc résilientes.

¹² Enjeux de conception acoustique important (voir impact du faux-plafond en 1.1.1 du rapport de la sous tâche 5.2).

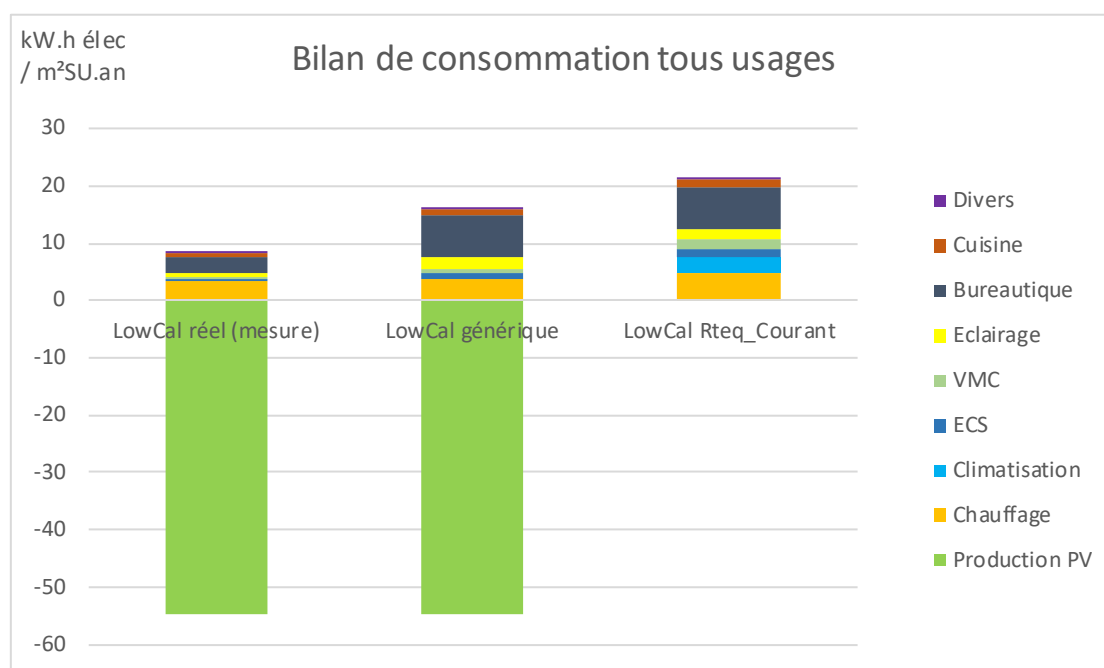


Figure 13 : Bilan énergétique tous usages, en kWh d'électricité ramenés à la surface SU (620 m²), comparant la mesure du bâtiment réel avec le calcul du LowCal « générique » et la variante RTeq_Courant.

On note que le bâtiment LowCal générique, ne bénéficiant pas de la sobriété d'usage ni du remplissage partiel du bâtiment réel, consomme environ deux fois plus que la mesure, avec en particulier un poste bureautique qui triple. La consommation totale reste inférieure à 17 kWh_{él} / m²SU.an ce qui reste très faible.

En comparaison, la variante fictive RT2012 « RTeq_Courant » a par hypothèse les mêmes consommations des usages non réglementaires, d'ECS et d'éclairage. La consommation de VMC double flux centralisée est plus de deux fois supérieure à celle des appareils décentralisés du bâtiment réel. Une consommation de climatisation vient s'ajouter, et la consommation de chauffage n'augmente « que » de 38%, car on passe de simples radiateurs électriques à un système DRV, dont le COP compense en partie l'augmentation du besoin de chauffage (d'un facteur 3 environ). De plus cette variante fictive bénéficie de l'excellente compacité du bâtiment, ainsi que d'une isolation extérieure et d'une ventilation double flux, qui restent des bonnes pratiques courantes mais non systématiques pour des bureaux en RT2012.

Au total la variante fictive RT2012 consomme 31% de plus que le bâtiment LowCal générique (avec des coûts de maintenance plus élevés, voir la partie coût global au § 5.1), et ne dispose pas de production d'énergie renouvelable.

3 Analyse de Cycle de Vie (T 4)

3.1 Méthodologie et logiciels utilisés

3.1.1 Label E+C-

Promouvoir les bâtiments à énergie positive et faiblement carbonés est l'objectif visé par le label énergie carbone. Quatre niveaux de performance existent en matière d'énergie et sont déterminés par l'indicateur « Bilan BEPOS ».

- « **Energie 1** », « **Energie 2** » constituent une légère avancée par rapport aux exigences actuelles de la réglementation thermique (RT 2012). On note cependant que le niveau Energie 1 en logement collectif est moins ambitieux que le label BBC de la RT2005.
- Le niveau « **Energie 3** » constitue un effort supplémentaire par rapport aux précédents niveaux. Son atteinte nécessitera un effort en termes d'efficacité énergétique du bâti et des systèmes et un recours significatif aux énergies renouvelables, qu'elles soient thermiques ou électriques.
- Le niveau « **Energie 4** » correspond à l'atteinte de l'équilibre entre consommation non renouvelable et production d'électricité renouvelable injectée sur le réseau.

Concernant l'analyse des émissions de gaz à effet de serre, l'indicateur est nommé le « Carbone » avec deux niveaux de performance « Carbone 1 » et « Carbone 2 ». Suite à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) du bâtiment, deux indicateurs d'émissions de gaz à effet de serre, exprimés en $\text{kg}_{\text{CO}_2}/\text{m}^2_{\text{SDP}}$ (kilogrammes de CO_2 par mètre carré de surface de plancher), permettent de déterminer le niveau Carbone :

- Les émissions totales sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment : **Eges**.
- Les émissions relatives aux Produits de Construction et Équipements (PCE) : **Eges_{PCE}**.

L'atteinte des niveaux « **Carbone 1** » et « **Carbone 2** » est déterminée par la comparaison de ces indicateurs avec des seuils d'émission de gaz à effet de serre maximaux définis par le référentiel pour chaque type de bâtiment, nommés Eges_{max} et $\text{Eges}_{\text{PCE, max}}$.

3.1.2 Logiciels utilisés

Nous avons réalisé deux Analyses du Cycle de Vie (ACV) sur LowCal et sur LowCal-RTeq¹³.

L'ACV selon la méthodologie E+C- respecte le cadre de l'expérimentation Énergie Carbone et du label associé. L'évaluation de la performance environnementale du projet se base sur la norme NF EN 15978. Pour cette ACV du bâtiment, nous utilisons le logiciel ThermACV de l'éditeur Perrenoud qui est en conformité avec le référentiel de l'expérimentation E+C-. Ce logiciel utilise la base de données INIES. Cette base de données est mise à jour quotidiennement. Ainsi, il est nécessaire de connaître la date de la base de données utilisée pour caractériser l'étude ACV. Pour l'ensemble des ACV réalisées dans ce document, la version 1.5.20 du logiciel est utilisée et la base INIES a été synchronisée pour la dernière fois le 17/02/2020.

La seconde ACV est réalisée à l'aide de l'outil e-LICCO, conçu par Cycleco. Ses principales différences avec ThermACV sont :

¹³ Dans la suite de nos études LowCal-RTeq_Courant est nommé LowCal-RTeq par souci de concision.

- La base de données est construite sur la base d'ecoinvent (V.2.2. adaptée au contexte français), la référence mondiale en termes de base de données ACV.
- La méthode de calcul repose sur la norme ISO 14040-44 et respecte les préconisations de la Commission Européenne (ILCD Handbook et PEF Guide) ainsi que les exigences de la norme EN 15978.
- Le calcul de l'impact environnemental de la production d'électricité (par les panneaux photovoltaïques) est plus proche de la réalité physique selon nous. Dans le cas de l'ACV au sens d'E+C-, le calcul (détaillé en Figure 14) conduit à des bénéfices liés à l'export d'énergie négatifs et non valorisables dans les calculs finaux de l'Eges et de l'Eges_{PCE}. Ce résultat est étonnant pour un bâtiment à énergie positive et difficile à expliquer en raison de l'effet « boîte noire » des outils de calcul associés à cette méthode.

Les bénéfices et charges au-delà du cycle de vie issus de l'export de la production locale d'énergie du bâtiment sont calculés selon la formule suivante :

$$bénéfice_{Export} = \sum_{p,j} P_{ef,exp_{pj}} \times (DE_{réf,j} - \frac{I_p}{P_{ef,tot_p}} - DE_p)$$

Où :

- $P_{ef,exp_{pj}}$ est la quantité totale d'énergie exportée j par l'équipement p.
- $DE_{réf,j}$ est l'impact de mise à disposition d'un kWh de l'énergie j produite par l'équipement p. Par exemple, pour l'électricité produite par le bâtiment et exportée, on utilise par défaut l'impact moyen de l'électricité du réseau national sur l'année inscrit dans la Base Carbone.
- DE_p est l'impact de la mise à disposition de l'énergie utilisée par l'équipement p pour produire un kWh d'énergie exportée. Dans le cas du photovoltaïque, l'énergie solaire n'a pas d'impact. Dans le cas d'une cogénération, le rendement est compté comme parfait et l'impact considéré est celui du combustible consommé.
- I_p est l'impact environnemental du produit ou équipement p qui produit l'énergie exportée.
- P_{ef,tot_p} est la quantité totale d'énergie produite (chaleur et l'électricité) de l'équipement p.

Figure 14 : Calcul des bénéfices liés à l'export d'énergie. Source : Référentiel Energie Carbone.

- Sur e-LICCO, il existe deux méthodes de calculs permettant de prendre en compte la production d'énergie. La méthode retenue est celle qui nous semble le plus proche de la réalité. Celle-ci donne des résultats plus défavorables pour LowCal que la seconde méthode proposée par la méthode d'évaluation e-LICCO. Dans la méthode retenue, l'impact environnemental de l'installation photovoltaïque est pris en compte à 100% et la production énergétique est considérée pour le calcul comme ayant l'impact du mix énergétique français et est déduite de l'impact total.

Remarque importante sur les produits à base de bois et la prise en compte du carbone biogénique

On appelle carbone biogénique le carbone absorbé par la croissance des plantes. C'est donc le puits de carbone que permet par exemple la construction bois.

Il existe deux méthodes de prise en compte de ce carbone biogénique :

- Méthode A : les émissions de CO₂ sont comptées en négatif quand l'arbre pousse et en positif quand le bois est utilisé. Or, dans le bâtiment, le bois n'est pas incinéré. Ainsi ces émissions restent négatives, ce que l'on peut nommer « puits de carbone ».
- Méthode B : carbone biogénique compté à 0.

Récemment, l'Europe via le Comité de Standardisation Européen a décidé de retenir la méthode B pour tout composant dont la durée de vie conventionnelle est inférieure à 100 ans. L'idée étant qu'on ne sait pas ce que sera la fin de vie du bois de construction et que l'effet sur le climat d'un puits de carbone dans le bâtiment avant démolition n'est pertinent qu'à partir de 100 ans.

Ainsi, ce changement impacte les données environnementales des produits contenant des matières végétales. En fonction des hypothèses, il peut y avoir des impacts carbones négatifs pour certains produits contenant des matières végétales dans les bases. Les hypothèses pouvant être différentes entre les bases de données, les impacts environnementaux peuvent être bien différents eux aussi. C'est le cas notamment pour les matériaux à base de bois.

Point de vue :

Nous (Enertech) comprenons la difficulté liée à l'incertitude sur la fin de vie mais compte tenu des impératifs climatiques à court terme (mécanismes d'irréversibilité climatique pouvant se déclencher d'ici 2050) il nous semble important de valoriser la fonction de puits de carbone même temporaire, par exemple en ne prenant pas en compte la fin de vie dans le calcul de EgesPCE, récompensant ainsi le bois pour cette fonction de puits de carbone. La fin de vie resterait comptée dans Eges (cycle total), prenant en compte une hypothèse prudente de fin de vie (à minima les pratiques actuelles de fin de vie par filière, dans la mesure où il serait aberrant de dégrader ces pratiques dans le futur).

Le mécanisme de calcul envisagé pour la RE2020 basé sur une ACV dynamique simplifiée permet de valoriser également le stockage carbone, et répond à cet objectif, avec la difficulté de tout mélanger (émissions à court terme et carbone stocké) dans un seul indicateur dont la complexité le rend difficilement lisible par le grand public.

Au regard des différentes méthodes de calculs, nous nous attendons donc à observer des résultats bien différents entre les outils, en particulier pour LowCal avec la prise en compte d'une part importante de carbone biogénique et d'export d'énergie renouvelable.

3.1.3 Méthodologie de l'ACV respectant le cadre du référentiel Énergie Carbone

L'ACV selon la méthodologie E+C- va permettre de caractériser les impacts environnementaux à travers le calcul d'indicateurs sur une durée de vie de référence de 50 ans. Suivant la méthode employée (simplifiée ou détaillée), le nombre d'indicateurs varie de 9 à 28. Le calcul de ces indicateurs est décomposé en quatre contributeurs :

		Étapes du cycle de vie d'un bâtiment			
		Phase de production	Phase de Construction	Phase d'exploitation	Phase de fin de vie
Contributeurs	Produits de construction et équipements				
	Consommation d'énergie				
	Chantier				
	Consommation d'eau				

Figure 15 : Étapes du cycle de vie d'un bâtiment pris en compte dans la méthodologie E+C-

Les impacts environnementaux du bâtiment sont obtenus en sommant les impacts environnementaux des contributeurs. Les bénéfices environnementaux liés à l'export d'énergie et à la valorisation des produits lors de la mise au rebut des matériaux peuvent également être valorisés dans le calcul. L'indicateur auquel nous prêtons attention est le potentiel de réchauffement climatique (en $\text{kgCO}_2\text{equiv}/\text{m}^2\text{SDP}$).

Concrètement, l'impact environnemental d'un composant du projet (par exemple une dalle béton) est calculé en associant une donnée environnementale à une quantité précise (la surface de dalle en m^2 trouvée dans la DPGF par exemple). Il existe trois types de données environnementales :

- Une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES), donnée spécifique qui peut être soit individuelle, soit collective.
- Un Profil Environnemental Produit (PEP) pour les équipements couverts par la RT 2012, donnée spécifique qui peut aussi être soit individuelle, soit collective.
- Un Module de Donnée Environnementale Générique par Défaut (MDEGD), donnée générique par défaut mise à disposition par le Ministère. Cette donnée n'est utilisable qu'en substitution, en l'absence de donnée spécifique.

Chaque élément de la DPGF ou des factures entraîne la recherche sur la base INIES de l'existence d'une FDES individuelle, collective ou MDEGD, en prenant toujours comme règles :

- **Prendre la FDES répondant au même nom que l'élément**, avec du plus précis au moins précis :
 - La FDES individuelle : il s'agit de la référence exacte du produit.
 - La FDES collective ou syndicale qui regroupe dans une seule et même FDES des données moyennées de différentes manières sur une catégorie de produits. L'élément considéré doit alors apparaître dans la FDES.
 - La MDEGD : la référence du produit n'apparaît pas dans une FDES individuelle ou dans une FDES collective. Si l'élément est décrit succinctement (sans référence commerciale) ou n'a pas de FDES spécifique, on prend alors en dernier recours une MDEGD si elle existe. Il s'agira de la MDEGD la

plus proche de l'élément décrit, même si l'impact de l'élément est plus important, ceci évite de laisser un impact nul.

- **Ne pas utiliser de ratio pour obtenir des quantitatifs.**
- **Si la donnée n'existe pas sous INIES, l'élément n'est pas pris en compte dans le calcul.** Cependant, pour anticiper l'augmentation des données environnementales sous la base INIES, l'élément sera noté pour mémoire avec son quantitatif.

Notre démarche consiste à chercher autant que possible des équivalences avec les données disponibles dans la base INIES afin de limiter au maximum le recours à cette dernière solution.

Dans la base INIES, **il est possible de créer des FDES personnalisées, grâce à des configurateurs.** Ces configurateurs sont reconnus dans le cadre du label, et les FDES ainsi créées peuvent ainsi être utilisées dans l'ACV du bâtiment. Nous disposons de plusieurs configurateurs :

- **BETie** : configurateur pour le béton : plutôt destiné aux BE Structure, il permet de faire varier plusieurs paramètres de l'élément en béton : épaisseur, type de ciment utilisé, présence et quantité d'armature, transport...
- **DE-bois** : pour la filière du Bois : MOB, fenêtres... Afin de faire varier par exemple les montants d'ossature et le remplissage des MOB...
- **SAVE** : pour la filière de la construction métallique.
- **aKacia** : pour les matériaux biosourcés. À destination des fabricants de ces matériaux.

LowCal a été évalué en 2017 pour obtenir la labellisation E4C2. Cette labellisation a été réalisée avec les bases de données INIES de 2017 sans utiliser la méthodologie officielle décrite ci-dessus mais en essayant d'évaluer de la façon la plus objective possible l'impact environnemental du bâtiment. Nous avons souhaité réaliser une nouvelle étude avec la base de 2020 plus complète avec la méthodologie officielle.

La méthodologie utilisée en 2017 possède les différences suivantes avec la méthodologie officielle :

- Des ratios sont utilisés (soit issus de calculs via des configurateurs, soit issus de règles de 3 lorsque c'est possible).
- En cas d'absence de FDES pour l'élément considéré, une FDES d'un élément approchant est sélectionnée ou une FDES d'un élément présentant des matériaux similaires (proxy) est utilisée. Cela permet de prendre en compte l'impact carbone de cet élément, même de façon approximative, plutôt que de le négliger.
- Les FDES collectives sont privilégiées aux MDEGD afin de ne pas surévaluer l'impact de l'élément.

3.1.4 Méthodologie de l'ACV avec l'outil e-LICCO

L'outil e-LICCO propose deux interfaces de travail, une appelée « avant-projet » (AVP) et une appelée « après-projet » (APP). La première est adaptée à une étude lors de la phase de conception et la seconde est utilisée une fois la conception validée. Dans le cadre de cette étude, nous utiliserons l'interface de travail APP.

Avec cet outil, il est possible d'inclure à l'étude des procédés conformément aux recommandations de la norme EN 15978. Dans le cadre d'un calcul en après-projet, voici l'ensemble des processus pouvant être inclus :

<i>Etape</i>	<i>Processus qu'il est possible d'inclure en APP</i>	<i>Processus obligatoirement inclus</i>
<i>Matériaux</i>	<i>Consommation des matériaux de la construction (depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie de l'usine)</i>	
<i>Mise en œuvre</i>	<i>Transport des matériaux depuis l'usine jusqu'au site de construction Transport des ouvriers Consommation d'eau pour le chantier Consommation d'énergie pour le chantier Déchets de chantier (production, transport et traitement) Transports des engins de chantiers</i>	
<i>Vie en œuvre</i>	<i>Consommation d'eau à l'usage du bâtiment Consommation d'énergie à l'usage du bâtiment Consommation du sol par le bâtiment Consommation de matériaux pour le remplacement Transport des matériaux de remplacement</i>	
<i>Fin de vie</i>	<i>Démolition (consommation d'énergie et émissions de particules fines) Transport des matériaux de construction initiaux et remplacés jusqu'au site de traitement</i>	<i>Enfouissement des matériaux de construction initiaux et remplacés</i>

Figure 16 : Processus pris en compte dans e-LICCO en saisie APP

La personne en charge de l'évaluation doit distinguer les procédés qu'il prévoit de prendre en compte ou d'exclure. L'ensemble des choix concernant les processus est renseigné à la partie 3.3 de ce rapport.

Durant notre analyse, nous avons cherché à n'écarter qu'un nombre limité d'éléments non renseignés dans la base de données.

Dans cet outil, chaque élément pris en compte dans l'ACV est assimilable à un flux. Pour déterminer l'impact environnemental d'un flux, l'outil permet d'associer sa nature et sa quantité (appelées données de premier plan) à ses caractéristiques (données de second plan). La nature et la quantité des flux sont saisies à partir des DPGF ou des factures. Les caractéristiques des flux (comprenant ses données d'impact) sont issues de la base de données. Nous rappelons que pour l'outil e-LICCO, les données secondaires ont été construites à partir de la base de données générique d'ecoinvent V.2.2. adaptée au contexte français.

e-LICCO évalue 17 indicateurs d'impacts environnementaux d'un bâtiment. Dans le présent rapport, nous présentons 2 impacts : le pouvoir de réchauffement climatique exprimé en kilogramme équivalent CO₂ (kgCO₂equiv) et l'énergie primaire non renouvelable (en kWh), décrits dans la figure ci-après.

Indicateur	Unité	Commentaires	Modèles et méthode
Changement climatique	kg CO ₂ equiv	Potentiel de réchauffement climatique intégré sur 100 ans dû aux émissions de gaz à effet de serre. Prise en compte négative du carbone biogénique absorbé, tant que celui-ci n'est pas relâché dans l'atmosphère au cours de la durée de vie du bâtiment (incluant la fin).	Facteurs de caractérisation de l'IPCC 2007. Prise en compte du stockage du carbone biogénique selon les recommandations de (EUR 25167 EN, 2012)
Energie primaire non renouvelable	kWh	Consommation d'énergie primaire non renouvelable. Quantifie la déplétion des agents énergétiques non renouvelables à l'échelle de temps humaine. Prend en compte les consommations induites et les pertes depuis l'extraction des agents jusqu'à l'usage de l'énergie.	Facteurs de caractérisation de la méthode <i>Cumulative Energy Demand</i> (Hischier, 2010)

Figure 17 : Description des indicateurs environnementaux e-LICCO

3.2 Hypothèses de modélisation sur ThermACV

3.2.1 Contributeur « Produits de Construction et Équipements (PCE) »

La méthode de calcul Energie Carbone permet la prise en compte de valeurs forfaitaires pour l'impact des produits de construction et équipements de certains lots de la construction :

8. CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement – eau chaude sanitaire)
9. Installations sanitaires
10. Réseaux d'énergies (courant fort)
11. Réseaux de communication (courant faible)
12. Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur

Dans le cadre du présent travail, un calcul de type « Détaillé » a été mené pour l'ensemble des lots, y compris pour ceux énoncés ci-dessus.

Pour LowCal, l'annexe 1 présente un tableau comprenant :

- Le détail des éléments et le lot auquel ils appartiennent.
- Le nom de la donnée environnementale sélectionnée (MDEGD, FDES collective ou individuelle) ainsi que le code de la fiche correspondante.
- Les hypothèses réalisées (notamment au niveau de la sélection de la donnée environnementale).

La figure ci-après présente la répartition de la nature des données environnementales utilisées pour LowCal.

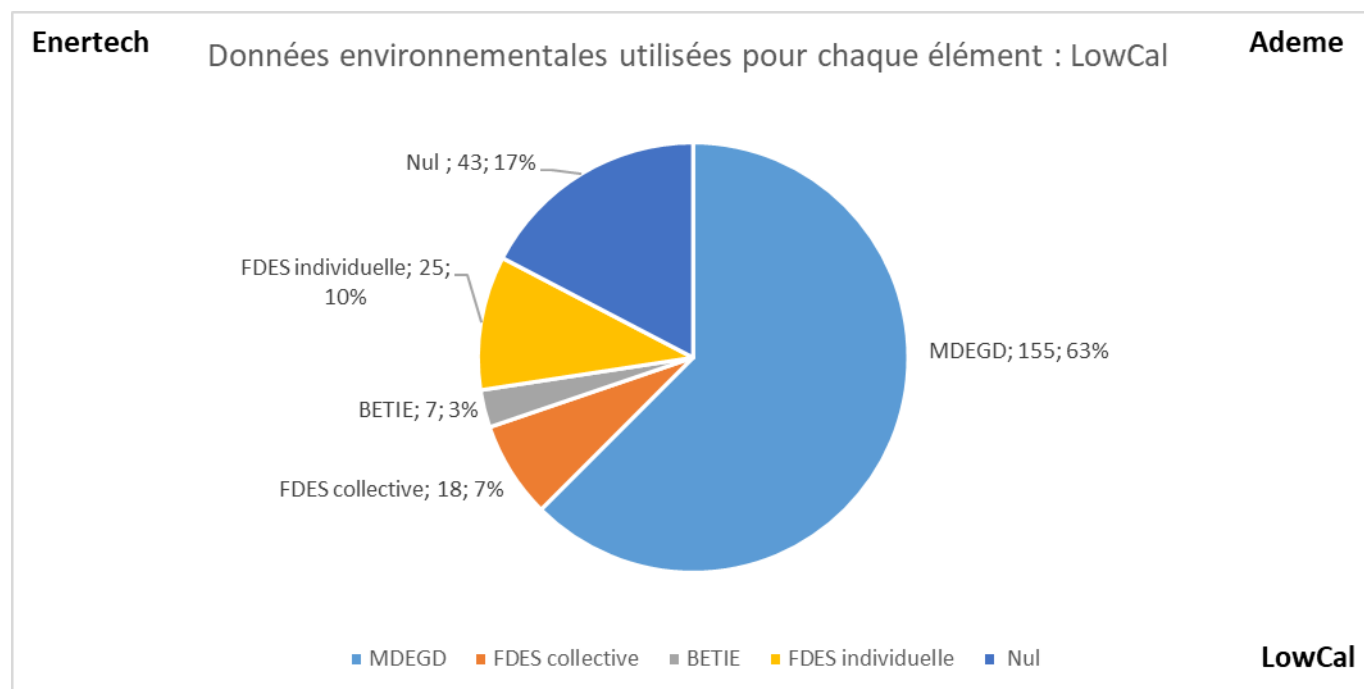


Figure 18 : Données environnementales utilisées : LowCal. Les chiffres renseignent un nombre de ligne de DPGF.

Nous observons que plus de 60% des éléments ont des impacts environnementaux provenant de MDEGD. Malgré notre démarche consistant à n'écarter qu'un nombre limité d'éléments, les données environnementales de 17% des éléments n'ont pas été trouvées dans la base INIES ce qui reste non

négligeable même si ce taux de complétude est a priori très bon par rapport à une étude qui serait réalisée avec moins de soin. Le niveau de détail élevé des éléments dans la DPGF et la non exhaustivité de la base INIES semblent être les principales explications.

Pour LowCal-RTeq, l'annexe 2 présente un tableau similaire à l'annexe 1 mais uniquement pour les éléments qui diffèrent entre les deux bâtiments. La totalité des hypothèses et des changements entre les bâtiments sont renseignés. Les principales hypothèses sont :

- Lots VRD et électricité : inchangés (à l'exception de la motorisation des brise-soleils).
- Lots gros œuvre et charpente : la structure bois isolation paille et le bardage extérieur sont remplacés par des murs en béton (20 cm d'épaisseur), une isolation de 15 cm de polystyrène expansé et un enduit. L'escalier en bois est remplacé par un escalier en béton. Les refends en terre crue sont remplacés par des refends en béton. Les planchers en bois ont été remplacés par des dalles en béton.
- Les modules de ventilation double flux décentralisée sont remplacés par une centrale double flux centralisée. Celle-ci est dimensionnée à partir des débits maximums des différents modules de ventilation existants. Le réseau a été tracé sommairement pour extraire les ordres de grandeurs des caractéristiques des conduits ainsi que leurs linéaires.
- Le système de chauffage de LowCal (4 radiateurs électriques) a été remplacé par le système de pompe à chaleur de type DRV assurant le chauffage et la climatisation. Les puissances des équipements ont été calculées par STD. Le diamètre des conduits, la charge en fluide frigorigène (R410A) ainsi que les unités extérieures et intérieures ont été déterminés à l'aide de l'outil de dimensionnement proposé par le fabricant Daikin. Le réseau a été sommairement tracé, permettant d'évaluer un ordre de grandeur réaliste des linéaires de conduits.
- Concernant le lot plomberie, le ballon ECS existant de 75 L est surdimensionné à 100 L et 5 autres chauffe-eaux à effet joule de 15 L sont ajoutés pour les sanitaires et le réfectoire (une production d'ECS par robinet).
- Les 60 mm de laine de bois dans les cloisons légères intérieures ont été remplacées par la même épaisseur de laine de verre. L'épaisseur de 12 cm de laine de bois au niveau de la dalle supérieure du RDC pour le traitement acoustique de LowCal a été modifiée par la même épaisseur de laine de verre.
- Les huisseries bois des portes ont été remplacées par des cadres en aluminium.
- Les menuiseries en triple-vitrages ont été remplacées par des menuiseries double-vitrages.
- Les occultations extérieures ont été supprimées (basé sur la variante sans stratégie estivale, cf. §2.3).
- Les surfaces des différentes peintures, revêtements muraux, ont été adaptés à la nouvelle configuration.
- Le sol en linoléum acoustique a été remplacé par de la moquette.
- L'isolation de la dalle haute donnant sur les combles est assurée dans LowCal-RTeq par 20cm de laine de verre.

3.2.2 Contributeur « Énergie (CE) »

Cette contribution est calculée à partir du calcul RT2012 (RSET au format .xml) conformément à la méthodologie E+C-.

3.2.3 Contributeur « Eau (CRE) »

Cette contribution a été prise en compte en mode simplifié.

3.2.4 Contributeur « Chantier (Cha) »

Cette contribution a été prise en compte en mode simplifié. Devant l'absence de données concernant le chantier du LowCal-RTeq, nous avons fait l'hypothèse que les données suivantes sont équivalentes pour les deux bâtiments :

- Quantité de terre excavée : 816 m³ ;
- Nature des terres évacuées : Déchets inertes ;
- Quantité de terre évacuée : 1264 m³ ;
- Quantité de terre acheminée : 0 m³ ;
- Nombre de mois été avec grue : 0 ;
- Nombre de mois été sans grue : 4,5 ;
- Nombre de mois hiver avec grue : 3,5 ;
- Nombre de mois hiver sans grue : 2,5.

Les données sur les quantités de terres ont été calculées à partir de la DPGF.

3.3 Hypothèses de modélisation sur e-LICCO

3.3.1 Matériaux

Pour LowCal, l'annexe 3 présente un tableau comprenant :

- Le détail des éléments et le lot e-LICCO auquel ils appartiennent.
- La nature de l'élément sélectionnée dans la base d'Ecoinvent (V.2.2. adaptée au contexte français).
- Les hypothèses réalisées (notamment au niveau de la nature des éléments).

Pour LowCal-RTeq, l'annexe 4 présente un tableau similaire à l'annexe 3 mais uniquement pour les éléments qui diffèrent entre les deux bâtiments. La totalité des hypothèses et des changements entre les bâtiments y sont renseignés. Les principales hypothèses sont les mêmes que dans la partie 3.2.1.

3.3.2 Mise en œuvre

Consommations énergétiques du chantier :

La consommation d'électricité du chantier de LowCal a été calculée à partir du coût de la consommation d'électricité renseignée dans le compte prorata et d'une hypothèse de prix de 0,15 €/kWh_{él}. Ainsi, la consommation d'électricité du chantier s'élève à 15241 kWh_{él}. D'après le responsable de chantier de l'entreprise de gros œuvre, 5000L de diesel ont été consommés.

Pour estimer la consommation d'électricité du chantier de LowCal-RTeq, la donnée générique proposée par la méthode d'évaluation e-LICCO est utilisée, à savoir 17,4 kWh/m²SHAB. La SHAB étant de 619,55 m², la consommation s'élève à 10 780 kWh_{él}. En estimant que la quantité de diesel consommée reste inchangée entre les bâtiments, nous estimons que celle-ci s'élève à 5000L pour LowCal-RTeq.

Consommation d'eau du chantier :

La consommation d'eau du chantier de LowCal a été calculée à partir du coût de la consommation d'eau renseignée dans le compte prorata et d'une hypothèse de prix de 3€/m³. Ainsi, la consommation d'eau du chantier s'élève à 109 m³.

Pour estimer la consommation d'eau du chantier de LowCal-RTeq, la donnée générique proposée par la méthode d'évaluation e-LICCO est utilisée, à savoir 0,46 m³/m²SHAB. La SHAB étant de 619,55 m², la consommation s'élève à 285 m³. Cette valeur plus élevée que le chantier réel est cohérente avec la construction en filière humide de la référence par opposition à la construction bois qui est une filière sèche.

Transport des matériaux : Pour les chantiers des deux bâtiments, les distances et modes de transport des matériaux génériques sont considérés.

Catégorie de matériaux	Usine → Lieu de stockage	Lieu de stockage → Chantier	Chantier → Site d'enfouissement
Produits à base de terre, paille, chanvre	0km	30km – Camion 3,5t-16t	30km – Camion 16t-32t
Béton, ciment, chaux, enduit, mortier, sable, gravier	50km – Camion 16t-32t	30km – Camion 3,5t-16t	30km – Camion 16t-32t
Bois d'origine régionale, Produits à base de lin et de chanvre, Blocs et briques	200km – Camion 16t-32t	30km – Camion 3,5t-16t	30km – Camion 16t-32t
Bois d'origine Europe du Nord	2500km – Bateau	730km – Camion 16t-32t	30km – Camion 16t-32t
Bois d'origine exotique	10000km – Bateau	730km – Camion 16t-32t	30km – Camion 16t-32t
Tous les autres matériaux	700km – Camion 16t-32t	30km – Camion 3,5t-16t	30km – Camion 16t-32t

Figure 19 : Distances et modes de transports génériques pour les matériaux. Source : documentation e-LICCO.

Déchets de chantier : Pour estimer les déchets de chantier des deux bâtiments, la donnée générique proposée par la méthode d'évaluation e-LICCO est utilisée, à savoir 32 kg/m²SHAB. Les données génériques concernant leur transport et leur traitement sont considérées, à savoir 100 km de transport et un traitement des déchets par enfouissement.

Les autres processus de la Figure 16 ne sont pas inclus dans la présente ACV par manque d'informations.

3.3.3 Vie en œuvre

La production énergétique annuelle a été estimée par la moyenne des productions énergétiques des 3 premières années de LowCal (33 925 kWh/an). Les valeurs sont issues des factures.

La durée de vie des matériaux n'a pas été modifiée et est estimée par les valeurs par défaut de la base de données.

La consommation d'eau a été estimée à l'aide des factures de LowCal. Un produit en croix sur l'occupation a été réalisé pour se placer dans des conditions d'occupation de 35 personnes. La consommation d'eau totale annuelle est de 214,5 m³.

Pour estimer la consommation énergétique annuelle de LowCal, nous réutilisons les données issues de la campagne de mesure sur LowCal et les résultats de la STD :

- Les **consommations de chauffage** de LowCal sont estimées à 3,6 kWh/m²SU.an, conformément aux besoins estimés par STD (radiateurs électriques).
- Les **consommations électriques de l'éclairage et de la bureautique** sont conformes aux apports internes renseignés dans la STD. Pour l'éclairage, les valeurs proviennent de profils génériques d'utilisation définis à partir de profils de charge moyens issus d'une enquête terrain d'Enertech dans 50 bâtiments de bureaux. Concernant la bureautique, un ordinateur portable et un écran par personne, représentant une puissance totale de 50 W, ont été considérés. D'après la campagne de mesure, la puissance des serveurs et des équipements liés au réseau informatique et à la téléphonie est de 160 W.
- Lors de la campagne de mesure, les débits d'air et les puissances électriques en fonction des vitesses d'utilisation des modules de ventilation décentralisée ont été mesurés. Ainsi, nous avons déterminé les différentes vitesses permettant de fournir les débits escomptés dans les différentes zones. Après avoir rapproché les vitesses d'utilisation aux puissances électriques consommées, nous avons pu estimer la consommation horaire du poste **ventilation**.
- Pour les **autres consommations**, à partir de celles mesurées pour LowCal-réel, un produit en croix sur l'occupation a été utilisé :

Electricité	Cuisine	ECS	Divers	Eau	
Conso. réelle 2018/2019 [kWh]	379,3	379,3	39,7	Conso. réelle 2018/2019 [m ³]	106,0
Occupation 2018/2019 [ETP]	17,3	17,3	17,3	Occupation 2018/2019 [ETP]	17,3
Occupation générique [ETP]	35	35	35	Occupation générique [ETP]	35
Conso. générique [kWh]	767,4	767,4	80,3	Conso. Générique [m ³]	214,5

Figure 20 : Consommations estimées par produit en croix sur l'occupation à partir des consommations mesurées

Pour déterminer les consommations énergétiques de LowCal-RTEq, nous avons pris les hypothèses suivantes :

- Les **consommations de chauffage et de climatisation** ont été déterminées à partir des besoins horaires issus de la STD. Pour cela, des régressions reliant les coefficients de performance chaud (COP) et froid (EER) aux températures extérieures ont été déterminées à l'aide de données de fonctionnement recueillies auprès de Daikin. Ainsi, heure par heure, nous connaissons à l'aide des sorties de la STD les besoins en chauffage ou en climatisation ainsi que la température extérieure. A partir de cette dernière, au pas horaire, nous déterminons le coefficient de performance chaud ou froid grâce aux régressions les reliant à la température extérieure. En divisant le besoin par le coefficient de performance, nous déterminons la consommation horaire de l'unité extérieure en fonctionnement. Des rendements de distribution (85%), d'émission (95%) et de régulation (85%) ont ensuite été considérés. La consommation électrique de veille de l'unité extérieure a été prise en compte à partir de la puissance de veille renseignée par le fabricant. La consommation des unités intérieures en fonctionnement, dont la documentation technique fournit la puissance absorbée, a été prise en compte.

En prenant en compte l'ensemble de ces consommations, le COP saisonnier est de 1,9 et l'EER saisonnier de 3,1.

- La consommation de l'installation de **ventilation double flux centralisée** a été déterminée à partir des scénarios de ventilation. Un ratio de 0,45 W/(m³/h), issu de campagnes de mesures réalisées par Enertech sur des installations réelles, a été considéré pour calculer les consommations à partir des profils d'utilisation de la ventilation.
- Les **consommations électriques de l'éclairage et de la bureautique** sont les mêmes que pour LowCal.
- De la même façon que pour LowCal, les **autres consommations** ont été déterminées par un produit en croix sur l'occupation à partir des consommations mesurées.

	LowCal	LowCal-RTeq
Conso. Bureautique et éclairage [kWh]	5675	5675
Consommation chauffage [kWh]	2232	3076
Consommation climatisation [kWh]	0	1660
Consommation ventilation [kWh]	465	1086

Figure 21 : Consommations électriques pour le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'éclairage et la bureautique

Analysons les consommations finales et les hypothèses associées. Le besoin de chauffage de LowCal-RTeq s'élève à 9,4 kWh/m².an environ. Cette valeur est étonnamment très faible : inférieure à la consommation mesurée par Enertech de l'ensemble des bâtiments tertiaires à part LowCal. Ainsi, la comparaison n'est pas favorable au concept LowCal.

Nous expliquons ce faible besoin par la conception atypique de LowCal dès les premières étapes du projet et dont LowCal-RTeq a bénéficié :

- un bâtiment très compact ;
- une majorité de vitrages orientés au sud ;
- un dimensionnement des vitrages nord réduits aux simples besoins de confort visuel.

De plus, LowCal-RTeq bénéficie d'une isolation par l'extérieur de 15 cm de PSE et d'une ventilation double-flux ce qui va au-delà des besoins réglementaires.

Les besoins en climatisation de LowCal-RTeq ont été déterminés pour une température de consigne intérieure de 26°C et un climat extérieur représentatif de la météo actuelle. Ces besoins seront donc de plus en plus importants au fil des années et du réchauffement climatique en cours. Ainsi, la consommation de ce poste aurait dû augmenter sur la durée de vie du bâtiment mais nous avons pris l'hypothèse d'une consommation de climatisation identique d'une année sur l'autre.

Nous avons considéré, dans l'objectif de rester générique, les mêmes consommations d'éclairage pour les deux modélisations. Les consommations d'éclairage retenues sont bien plus importantes que les consommations mesurées à LowCal.

Ainsi, toutes les hypothèses retenues sont très prudentes et défavorisent LowCal par rapport à LowCal-RTeq qui est bien plus performant que les bâtiments récents conventionnels que nous avons instrumentés.

3.3.4 Fin de vie

Transport et traitement des déchets : Pour estimer le transport et le traitement des déchets de LowCal et de LowCal-RTEq, les données génériques présentées dans la Figure 19 sont considérées. La consommation de diesel et les émissions de particules générées par la démolition sont prises en compte par l'outil.

3.4 Résultats : ACV respectant le cadre du référentiel Énergie Carbone

3.4.1 Niveau carbone des bâtiments

La figure ci-après présente les niveaux « carbone » d'émission de gaz à effet de serre des bâtiments étudiés.

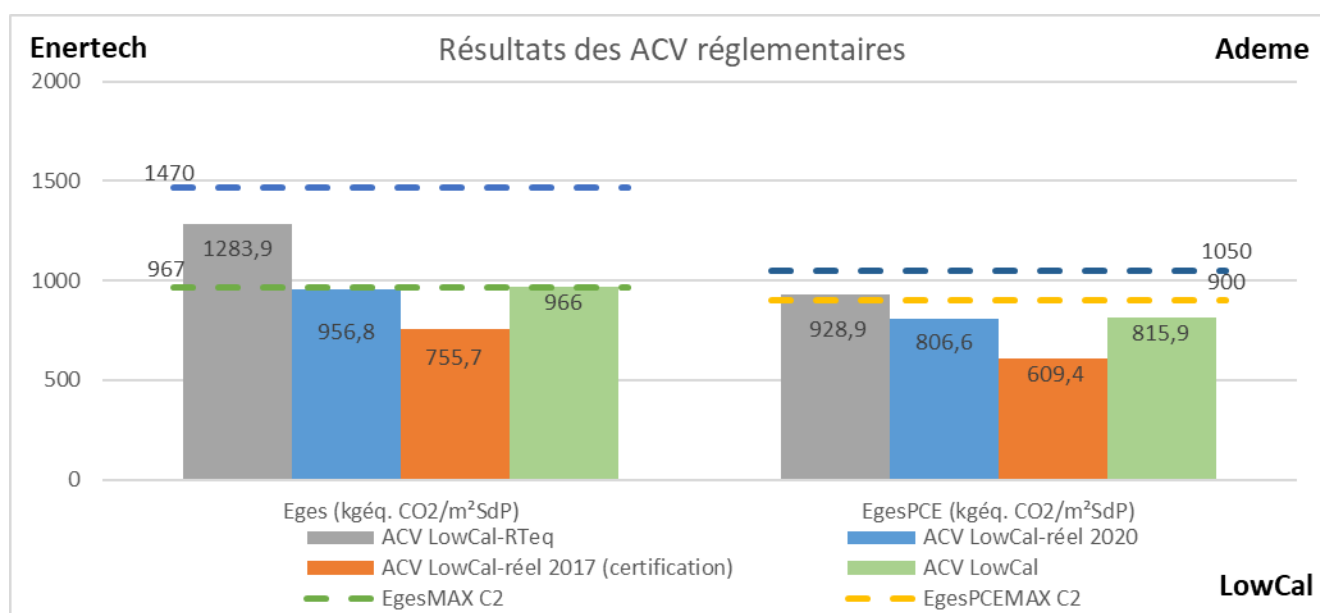


Figure 22 : Comparaison du calcul selon méthodologie E+C- aux seuils des niveaux "Carbone" du label Les barreaux gris correspondent au bâtiment fictif RT2012, tandis que les barreaux verts sont les résultats pour le bâtiment LowCal « générique ». Les barreaux bleus représentent le bâtiment LowCal réel, et enfin les barreaux orange correspondent au calcul réalisé en 2017 sur le bâtiment LowCal réel avec la base INIES de l'époque, moins complète que la base actuelle.

Nous remarquons qu'en dépit des hypothèses défavorables retenues (voir partie 3.4.3), LowCal obtient le niveau « Carbone 2 » pour les 3 variantes de calcul.

Nous avons renseigné sur la figure précédente les ACV d'un bâtiment noté « LowCal-réal ». Il s'agit du bâtiment LowCal tel qu'il existe à Pont-de-Barret. Pour rappel, la modélisation considérée dans le présent rapport sous le terme de « LowCal » est la variante générique définie dans le rapport de la sous tâche 5-2. Rappelons que la principale différence entre les deux modèles est l'ajout d'un faux plafond et de 12 cm d'isolant à base de laine de bois au RdC pour corriger, dans le modèle générique, des problèmes de transmission de bruits entre les étages. Nous observons que les valeurs obtenues en reprenant le calcul selon la méthode officielle en 2020 sont bien plus importantes que lors de la certification réalisée en 2017, en raison de l'évolution de la base INIES qui a été complétée entretemps. L'Eges de LowCal-réal est ainsi très proche du seuil maximum du niveau « Carbone 2 », tout en restant inférieur.

Avec une conception conventionnelle respectant la RT2012, LowCal-RTEq atteint le niveau « Carbone 1 ». Plusieurs éléments permettent d'expliquer ce relativement bon niveau de performance :

- L'impact du lot VRD est assez modeste (pas de grands parkings, peu de chaussée avec enrobée bitumineuse).
- Les indicateurs étant des impacts carbones rapportés à la surface de plancher, la forme compact de LowCal permet d'« optimiser » son impact carbone.
- Le niveau « Carbone 1 » se veut accessible à tous les modes constructifs et vecteurs énergétiques ainsi qu'aux opérations qui font l'objet de multiples contraintes (zone sismique, nature du sol...). Il vise à embarquer l'ensemble des acteurs du bâtiment dans la démarche d'évaluation des impacts du bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie et de leur réduction¹⁴.

En conclusion, les indicateurs Eges et Eges_{PCE} sont plus importants respectivement de 33% et 14% pour LowCal-RTeq que pour LowCal, ce qui se traduit par un niveau Carbone 2 pour LowCal et Carbone 1 pour la variante fictive RT2012 en béton.

3.4.2 Répartition par contributeur

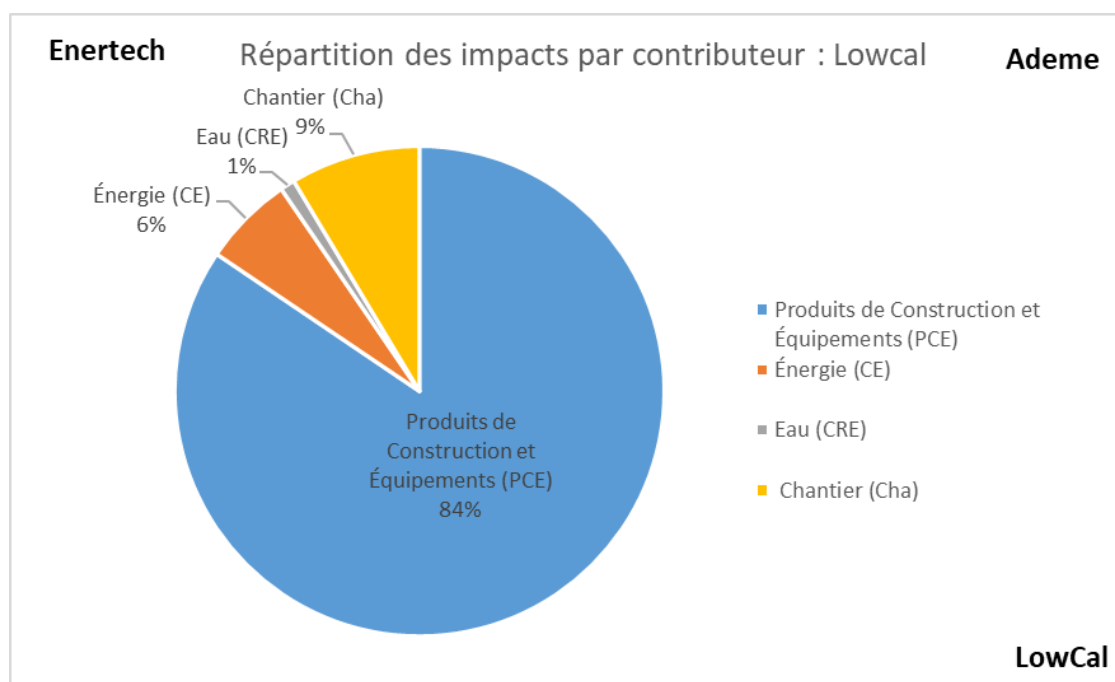


Figure 23 : Répartition des impacts carbone par contributeur : bâtiment LowCal

La majorité des impacts climatiques de LowCal correspond aux Produits de Construction et Équipements (PCE). Cela est caractéristique des bâtiments à haute performance énergétique.

¹⁴ D'après le site www.batiment-energiecarbone.fr

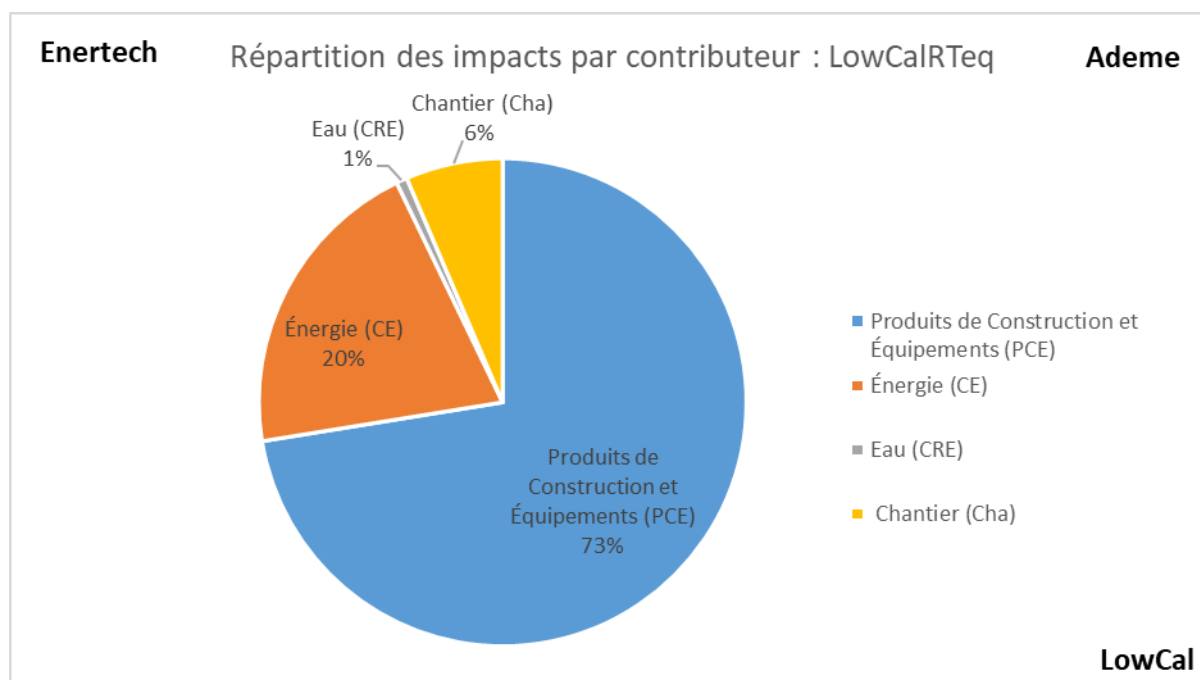


Figure 24 : Répartition des impacts carbone par contributeur : bâtiment fictif LowCal-RTEq

Contrairement à la répartition observée pour LowCal, le contributeur énergie prend une place assez importante dans l'impact carbone de LowCal-RTEq. L'impact du contributeur Produits de Construction et Équipements (PCE) reste tout de même majoritaire et représente $\frac{3}{4}$ des impacts totaux de LowCal-RTEq.

3.4.3 Répartition par lot et éléments les plus impactant

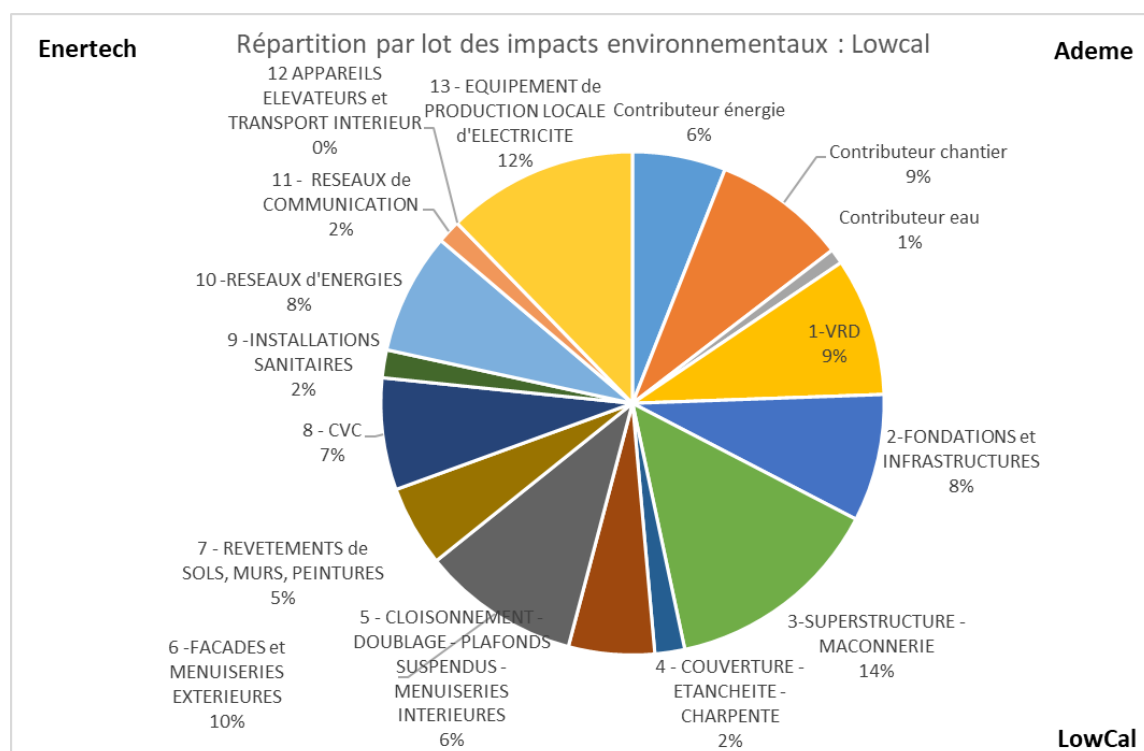


Figure 25 : Répartition par lot des impacts climat : bâtiment LowCal.

Le graphique ci-dessus, issu de l'ACV selon la méthode E+C-, montre la répartition du poids carbone des différents lots de LowCal. On constate que les lots les plus impactants concernent la superstructure/maçonnerie (escaliers, planchers, murs, dalles), la production d'électricité photovoltaïque et les façades/menuiseries extérieures.

Le tableau ci-dessous classe les matériaux de construction de LowCal par ordre d'impact carbone. La somme de ces éléments représente presque la moitié de l'impact du contributeur PCE.

Élément	Potentiel de réchauffement climatique (kgéq. CO2/SdP)	Lot
Installation PV	118,6	13 - EQUIPEMENT de PRODUCTION LOCALE d'ELECTRICITE
Câbles basse tension	35,99	10 -RESEAUX d'ENERGIES
Stabilisé compact	35,02	1-VRD
Filtres	32,86	8 - CVC
Linoléum acoustique	32,33	7 - REVETEMENTS de SOLS, MURS, PEINTURES
Plateforme sous dallage	31,73	2-FONDACTIONS et INFRASTRUCTURES
Murs en brique de terre crue	28,39	5 - CLOISONNEMENT - DOUBLAGE - PLAFONDS SUSPENDUS - MENUISERIES INTERIEURES
Fenêtres en bois TV	26,31	6 -FACADES et MENUISERIES EXTERIEURES
Brise soleil aluminium	24,21	6 -FACADES et MENUISERIES EXTERIEURES
Plancher - Panneau contreventant OSB face supérieur	21,53	3-SUPERSTRUCTURE - MACONNERIE
Luminaires	20,33	10 -RESEAUX d'ENERGIES

Figure 26 : Éléments les plus impactants sur le climat : bâtiment LowCal

L'impact carbone de l'installation photovoltaïque représente 14,5% de l'indicateur Eges_{PCE} et 12,3% de l'indicateur Eges. Sa contribution étant prise en compte par une MDEGD qui inclut l'ensemble de l'installation, il est impossible de la détailler à travers les différents équipements. Il est important de noter que cette installation de production d'énergie renouvelable a son propre temps de retour énergétique (EROI) et aussi climatique. C'est donc un contributeur important au moment de la construction, mais sur la durée de vie du bâtiment il va faire plus que rembourser son impact initial, ce qui n'est pas le cas des autres produits de construction.

L'impact climatique du gravier, retrouvé dans le stabilisé compact et la plateforme sous dallage, est lui aussi important. A noter que nous avons des doutes sur la fiche MDEGD du gravier, dont l'impact rapporté à la masse est aussi important que celui du béton, ce qui ne semble pas logique.

Il nous semble important de signaler également que les 2 hypothèses défavorables suivantes expliquent 7% de l'impact carbone total de LowCal :

- Pour les filtres des ventilations double-flux décentralisée absents de la base INIES, nous avons considéré la MDEGD très défavorable des filtres à poche d'une durée de vie de référence de 1 an. Ces filtres sont bien plus imposants que ceux réellement installés dans la réalité. Il y a au total 21 modules de VMC DF décentralisée possédant chacun deux filtres. Les dimensions standards minimum des cadres des filtres à poches sont de 287x590mm pour une profondeur de poche minimale de 300mm. Les filtres utilisés dans les modules de ventilation décentralisée font environ 100x200x10mm. Ces filtres (et leur remplacement régulier pendant les 50ans de durée de vie conventionnelle) représentent à eux seuls 4% de l'impact Eges.
- Les briques des refends en terre crue sont composées à 60% de terre provenant du chantier et à 40% de sable provenant d'une carrière située à moins de 30 km du chantier. Nous avons considéré la MDEGD des briques de terre crue qui ne prend pas en compte la

particularité de notre chantier particulièrement peu impactant sur cet élément. Les murs en briques de terre crue représentent à eux seuls 3% de l'impact Eges.

Par ailleurs, la contribution des briques de rebuts situés dans les planchers a été comptabilisée en ne considérant que le transport de celles-ci. Cette hypothèse avait été validée par l'organisme certificateur en 2017.

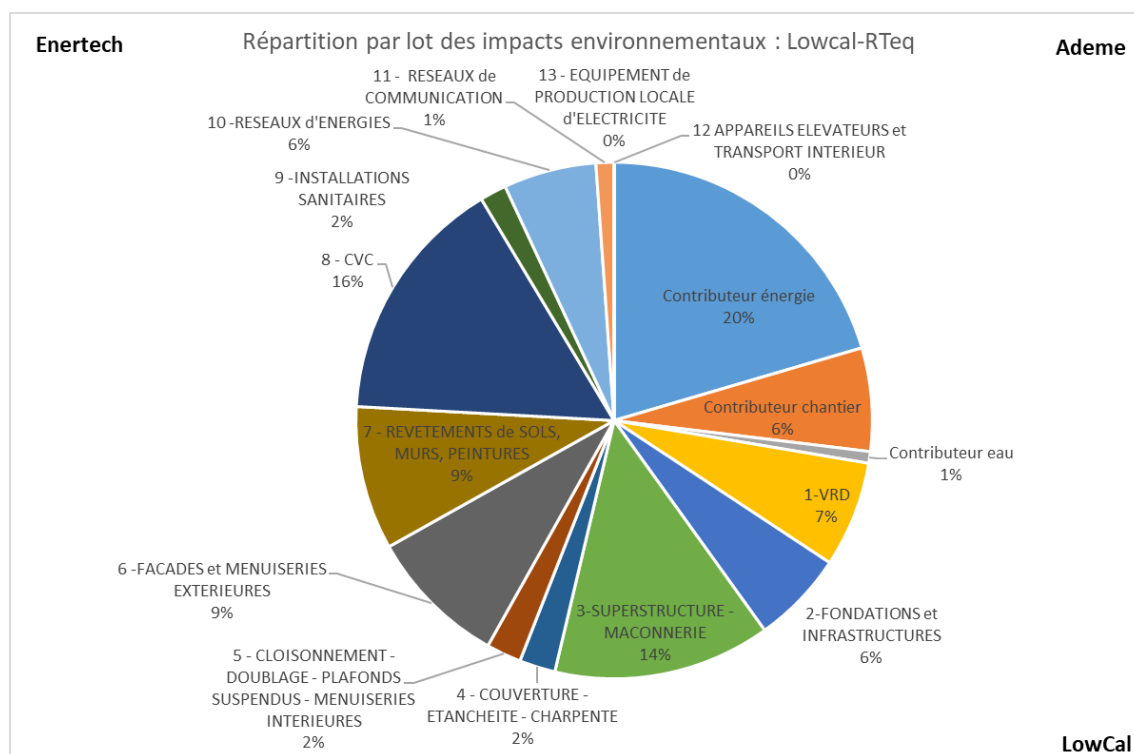


Figure 27 : Répartition par lot des impacts climat LowCal-RTeq.

On constate que les lots les plus impactants pour LowCal-RTeq concernent la consommation d'énergie, le lot CVC (VMC DF centralisée et système de chauffage/climatisation réversible de type DRV) et la superstructure/maçonnerie (escaliers, murs, dalles).

Le tableau ci-dessous représente les éléments ayant les impacts carbonés les plus importants. L'ensemble des éléments représente 52% de l'impact du contributeur Produits de Construction et Équipements.

Élément	Potentiel de réchauffement climatique (kgéq. CO2/SdP)	Lot
Unités extérieures VRV (comprenant fluide frigo)	104,7	8 - CVC
Moquette	100,6	7 - REVETEMENTS de SOLS, MURS, PEINTURES
Fenêtres DV bois-aluminium	53,5	6 - FACADES et MENUISERIES EXTERIEURES
Dalles béton planchers intermédiaire et supérieur	45,4	3-SUPERSTRUCTURE - MACONNERIE
Câbles basse tension	36,0	10 -RESEAUX d'ENERGIES
Stabilisé compact	35,0	1-VRD
Plateforme sous dallage	31,7	2-FONDATEMENTS et INFRASTRUCTURES
Murs extérieurs RDC et R+1	30,9	3-SUPERSTRUCTURE - MACONNERIE
Unités intérieures VRV (comprenant fluide frigo)	24,9	8 - CVC
Luminaires	20,3	10 -RESEAUX d'ENERGIES

Figure 28 : Éléments les plus impactants : LowCal-RTeq.

L'impact carbone du système de chauffage/climatisation de type DRV représente 14% de l'indicateur Eges_{PCE} et 10% de l'indicateur Eges.

L'impact climatique de la moquette est aussi important, s'expliquant en partie par les grandes surfaces de matériau installées (cette remarque est aussi valable pour le linoléum de LowCal).

Nous remarquons, de la même façon que pour LowCal, l'apparition parmi ces éléments des câbles basse tension et des luminaires.

La figure ci-dessous compare la répartition des contributions de chaque élément pour LowCal et pour LowCal-RTeq.

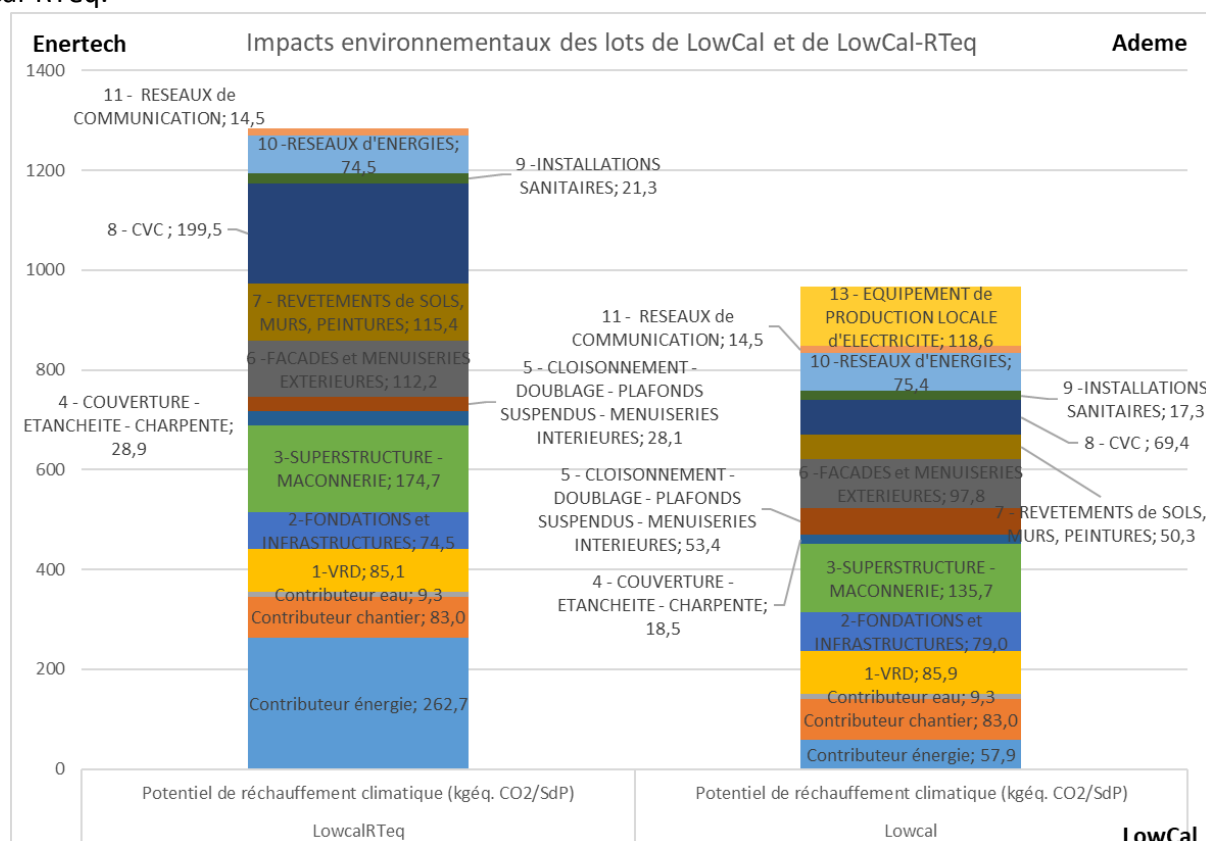


Figure 29 : Impacts climat des lots de LowCal et de LowCal-RTeq.

Nous remarquons que les différences notables sont les suivantes :

- LowCal est très pénalisé par les panneaux photovoltaïques qui représentent 12% de l'Eges alors que cet impact est largement remboursé lors de la durée de vie du bâtiment ;
- La consommation d'énergie de LowCal-RTeq (caractérisé par le « contributeur énergie ») est presque 4 fois plus importante que pour LowCal ;
- Le lot CVC de LowCal-RTeq a un impact presque 3 fois plus important.

On voit bien ici l'intérêt de la démarche de conception low-tech dans la réduction des impacts environnementaux des bâtiments. Le lot CVC avec notamment l'ajout des DRV pour chauffer le bâtiment explique l'essentiel de l'augmentation de l'impact Eges_{pce} entre le bâtiment LowCal et la variante LowCal-RTeq

Nous observons avec étonnement que l'impact climatique du lot VRD varie à la marge entre les 2 modèles alors que nous avons considéré exactement les mêmes éléments pour les 2 bâtiments. Nous expliquons cette différence par la prise en compte des bénéfices environnementaux liés à l'export d'énergie et à la valorisation des produits au-delà du bâtiment.

Dans le cas de LowCal-RTeq, les bénéfices proviennent seulement de la valorisation en fin de vie de certains produits comme la revalorisation des graviers et des aciers notamment. La somme de ces bénéfices est donc positive et LowCal-RTeq peut en bénéficier pour diminuer son indicateur Eges (les bénéfices sont alors soustraits au niveau de chaque élément).

Dans le cas de LowCal, les bénéfices proviennent aussi de la production d'électricité. Le calcul des bénéfices liés à l'export d'énergie conformément au référentiel énergie carbone (Figure 14) conduit à un bénéfice total (production d'électricité et valorisation des produits) négatif. Ainsi, LowCal ne profite pas de bénéfice environnemental au niveau de ses éléments car la méthodologie prévoit d'annuler les bénéfices énergie et matière lorsque le total des deux est négatif.

Le bénéfice négatif concernant l'export d'énergie pour LowCal est étonnant d'autant plus lorsqu'il a pour conséquence d'annuler des bénéfices matières en fin de vie d'autres composants. **Ceci renforce un effet « boîte noire » des outils de calcul E+C- qui reste préjudiciable à la bonne interprétation des résultats et leur compréhension du grand public.**

3.4.4 Comparaison des solutions constructives

Il est possible de s'intéresser dans le détail aux produits et matériaux composant le bâtiment et sa variante. Le tableau ci-dessous compare l'impact carbone des solutions constructives entre les deux variantes.

LowCal		LowCalRT-eq		Variation [%]
Murs extérieurs RDC + R+1				
Total	22,7	Total	48,7	115
Doublage laine de bois	5,6	Mur béton	30,9	
Contreventement intérieur	1,1	Isolant PSE	7,9	
Isolation Paille	-6,7	Enduit	9,9	
Ossature	17,4			
Bardage	3,9			
Mortier d'enduit minéral	1,5			
Refends				
Total	28,4	Total	8,6	-70
Terre crue	28,4	Béton	8,6	
Plancher R+1 + combles				
Total	95,6	Total	152,6	60
Linoléum	32,3	Moquette	100,6	
Plancher intermédiaire + combles	16,0	Dalle combles	22,7	
Contreventement supérieur	21,5	Dalle intermédiaire	22,7	
Solives/Sommiers/Muraillère	Pas pris en compte	Isolant laine de verre combles	1,8	
Planche coffrage face inférieure plancher	6,3	Isolant laine de verre RDC	1,6	
Isolant laine de bois RDC	7,8	Faux-plafond plâtre+rails RDC	3,2	
Faux-plafond plâtre + rails RDC	3,2			
Transport briques de rebuts	7,8			
Ouate de cellulose	0,7			
Vitrages				
Total	26,3	Total	53,5	103
TV bois	26,3	DV bois-aluminium	53,5	

Figure 30 : Comparaison de solutions constructives. Impacts en kgCO₂/m²SdP.

Les procédés constructifs de LowCal possèdent un bilan carbone environ deux fois moins élevé que ceux du LowCal-RTeq à l'exception des refends. En effet, pour les refends, le calcul selon la méthodologie E+C- indique que l'utilisation de murs en briques de terre crue est 3 fois plus émettrice de CO₂ que l'utilisation du béton. Comme évoqué au paragraphe précédent, nous sommes très surpris par ce résultat qui n'a pas de réalité physique selon nous.

3.5 Résultats des ACV avec e-LICCO

3.5.1 Impact carbone de LowCal et de LowCal-RTeq

Un problème majeur a été rencontré lors de la saisie des différents éléments composant LowCal-RTeq : avec la base de données disponible, nous n'avons pas trouvé de moyen satisfaisant de prendre en compte l'impact climatique de l'installation de climatisation réversible de type DRV. D'après l'étude ACV précédente, nous pouvons présupposer que son impact est important. Pour éviter de considérer un impact nul pour cet élément, nous avons fait le choix d'ajouter pour cette installation l'impact calculé à l'aide de la base INIES par la méthode du label E+C- décrite dans le paragraphe 3.4. Ce choix discutable

sur le plan méthodologique (il ne faut pas en principe mélanger deux bases de données différentes dans une même ACV) nous a permis de ne pas négliger l'impact du système DRV.

Voici les résultats obtenus :

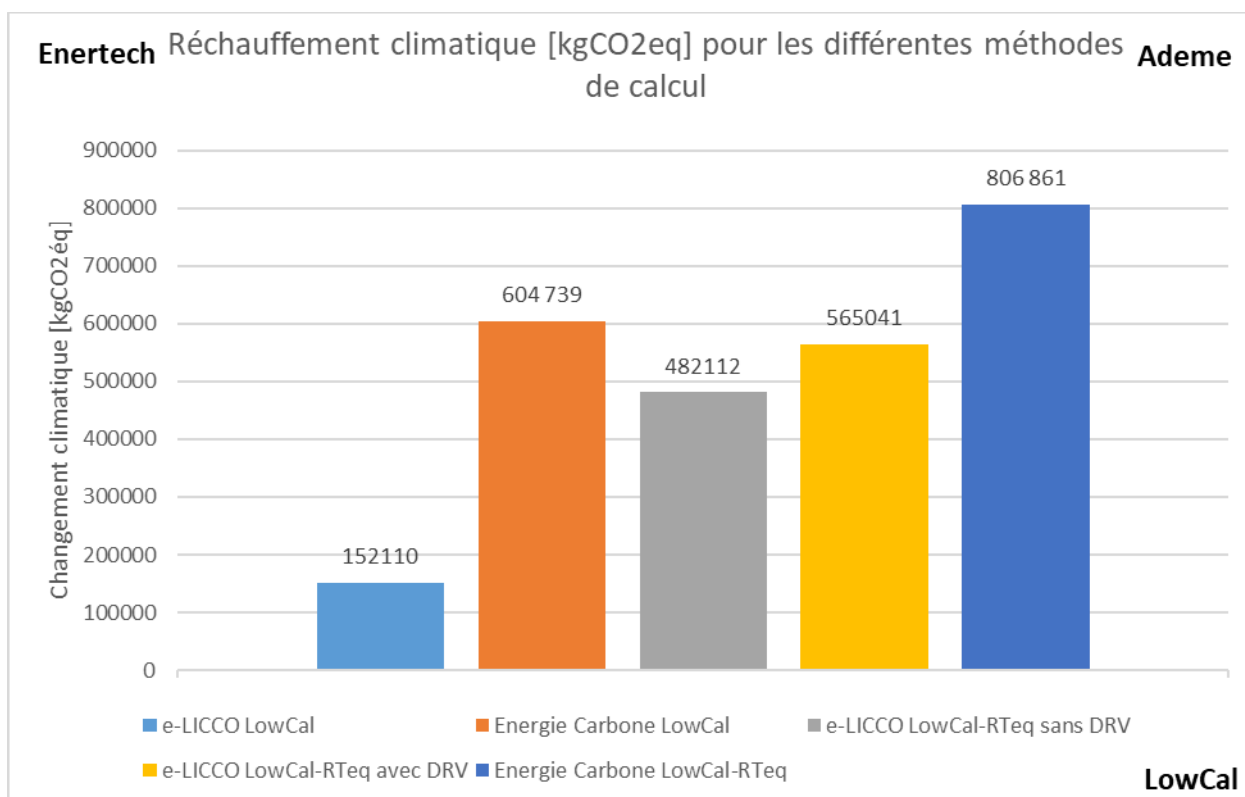


Figure 31 : Réchauffement climatique obtenu par les différentes méthodes de calcul (e-LICCO et référentiel Energie Carbone).

Avec la méthode d'évaluation e-LICCO, l'impact carbone de LowCal-RTeq sans compter le système DRV est **3,2 fois plus important** que celui de LowCal sur l'ensemble de leur durée de vie. En considérant pour le système DRV l'impact climatique issu de la base INIES, l'impact de LowCal-RTeq est alors **3,7 fois plus important** que celui de LowCal. En comparant ces résultats à l'écart entre les indicateurs Eges des deux bâtiments qui était de 33%, nous pouvons remarquer la **forte sensibilité des résultats des ACV et des écarts de résultats selon la méthode de calcul utilisée**.

L'impact carbone de LowCal est **4 fois plus important** en considérant le résultat de l'ACV selon la méthode E+C- par rapport à celui de e-LICCO. L'impact carbone de LowCal-RTeq est **1,4 fois plus important** avec la méthode d'évaluation du référentiel Énergie Carbone qu'avec la méthode e-LICCO.

Les différences importantes relevées dans les résultats pour LowCal proviennent des différences de prise en compte de la production énergétique et du carbone biogénique entre les méthodes de calcul. Comme évoqué précédemment, sur ces deux sujets la méthode de calcul e-LICCO nous paraît plus proche de l'impact climatique réel et physique.

3.5.2 Répartition par lot des impacts climatiques

Sur la figure suivante, nous pouvons observer la répartition de l'impact carbone par lot pour les deux bâtiments. Comme certains éléments changent de lot entre les modélisations, il n'est pas possible de

comparer directement les impacts climatiques des lots entre eux pour apprécier l'impact des choix constructifs.

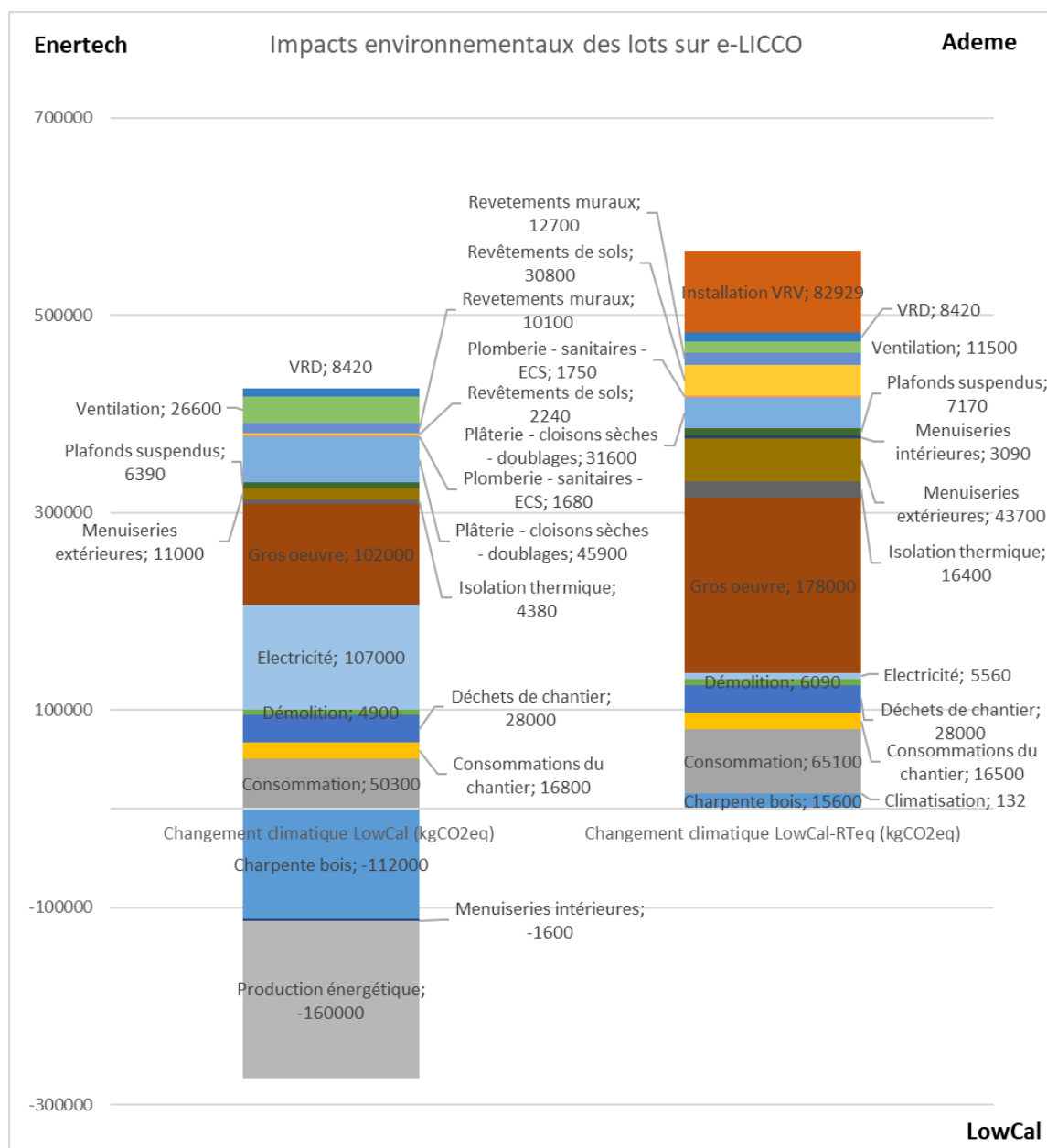


Figure 32 : Impacts climatiques par lot selon la méthode de calcul e-LICCO.

Pour LowCal, l'impact carbone des lots électricité (comprenant l'installation photovoltaïque) et gros œuvre sont les plus importants. La prise en compte du carbone biogénique et de la production d'électricité selon la méthode e-LICCO retrace à l'impact total du bâtiment des impacts carbones très importants (273 600 kgCO2eq !). Les différences entre la méthode E+C- et e-LICCO sur les deux points évoqués précédemment (voir partie 3.1.2) et les bases de données expliquent les écarts observés dans les résultats finaux de la partie précédente.

Les éléments ayant les empreintes carbones les plus importantes restent les panneaux photovoltaïques et le béton.

Pour LowCal-RTeq, les lots les plus impactant sont le gros œuvre ainsi que l'installation DRV. L'utilisation moins importante du bois au profit de matériaux carbonés (béton armé) et l'absence de production énergétique expliquent en partie la grosse différence observée au niveau de l'impact total des bâtiments.

Les éléments ayant les empreintes carbone les plus importantes sont l'isolant en polystyrène expansé et le béton.

3.6 Conclusion sur le bilan carbone

LowCal a un bilan carbone particulièrement bas, il est en juin 2020 le seul bâtiment labellisé E4C2 en France. La méthode de calcul et la base de données INIES ayant évoluées entre 2017 et 2020, nous avons réalisé une mise à jour du calcul carbone selon la méthodologie E+C- en 2020.

Ces différents calculs selon E+C- ont permis de révéler :

- Une augmentation de l'impact carbone de 22% entre le calcul de 2017 et celui de 2020, lié à la meilleure complétude de la base INIES ;
- **Un impact carbone de LowCal toujours en dessous du niveau Carbone 2 ;**
- Un impact carbone du bâtiment fictif LowCal-RTeq seulement 33% plus important que LowCal¹⁵. Ce faible impact lui permet d'atteindre le niveau carbone 1.

Plusieurs facteurs expliquent la performance de LowCal-RTeq (alors que le niveau Carbone 1 est généralement jugé difficile à atteindre avec la base INIES actuelle) :

- La compacité et la bonne exposition de LowCal-RTeq permet de limiter la quantité de matériaux de construction tout en réduisant la consommation d'énergie durant la vie du bâtiment.
- L'évaluation selon E+C- ne nous semble pas refléter la réalité physique d'impact carbone en particulier du fait de l'absence de prise en compte du CO₂ stocké dans le bois utilisé dans la construction de LowCal qui n'est pas valorisé. L'écart entre LowCal et LowCal-RTeq est nettement plus important lorsque le calcul est réalisé avec l'outil e-LICCO avec la base de données ecoinvent.
- L'absence de production d'électricité photovoltaïque sur LowCal-RTeq réduit d'autant l'impact carbone de construction par rapport à LowCal pour lequel cet élément représente 12% de son impact total. On rappelle cependant que sur le cycle de vie complet ces panneaux remboursent leur impact carbone et on même un bilan « physique » très positif, aussi ce composant ne devrait pas à notre sens pénaliser le bilan carbone des bâtiments qui en sont équipés.

Certaines données environnementales de la base INIES semblent surévaluer l'impact de leurs éléments. Deux matériaux en particulier attirent notre attention pour cette étude : le gravier et les murs en terre crue. Nous proposons ci-dessous d'observer les différences d'impact carbone de ces éléments entre les deux bases de données :

Élément	Gravier	Terre crue
e-LICCO	34,4 g/tonne	32,8 g/m ² (25cm ép.)

¹⁵ Selon l'évaluation réalisée en 2020 (LowCal 966 kgCO₂/m²/an et LowCal-RTeq 1284 kgCO₂/m²/an)

INIES	147 g/tonne	131 g/m ² (25cm ép.)
Facteur	x4	x4

Figure 33 : Impacts carbone du gravier et de la terre crue sous INIES et e-LICCO

Nous observons un écart d'un facteur 4 entre les bases de données.

Afin d'évaluer les impacts environnementaux « physiques » des choix constructifs, nous avons également évalué LowCal et LowCal-RTeq avec le logiciel e-LICCO. La méthode de calcul d'e-LICCO diffère de la méthode E+C- sur les aspects suivants :

- Utilisation de la base de données internationale ecoinvent, adaptée au contexte français,
- Valorisation du CO₂ stocké dans le bois utilisé dans la construction en tant que puits de Carbone ;
- Valorisation de la totalité de la production d'électricité photovoltaïque.

La comparaison des méthodes entre e-LICCO et E+C- ont permis de révéler que :

- **L'impact carbone de LowCal sur l'ensemble du cycle de vie est 4 fois moins important quand on le calcule avec e-LICCO que celui calculé par la méthode E+C-.**
- **L'impact carbone de LowCal est presque 3,7 fois moins important que celui de LowCal-RTeq, alors que l'écart n'est « que » de +33% par la méthode E+C-.**

Ces résultats mettent en lumière la **sensibilité des résultats à la méthode de calcul utilisée** pour réaliser les ACV. Les différences entre les résultats sont amplifiées par le caractère atypique de LowCal avec :

- une quantité de bois utilisée pour la construction très importante, qui accentue la différence de prise en compte du carbone biogénique ;
- une production d'électricité 6 fois plus importante que la consommation d'électricité, qui met en évidence la différence de prise en compte de la production EnR intégrée au bâti.

L'effort de réduction de l'impact environnemental du bâtiment mené lors de la conception de LowCal est récompensé, et ce peu importe la méthode de calcul, puisque le bâtiment atteint le niveau carbone le plus exigeant au sens du référentiel Énergie-Carbone.

4 Bilan « énergie grise positive » (T4)

Le projet LowCal propose de reprendre et préciser définir le concept de bâtiment « à **énergie grise positive** » dont l'électricité produite par les photopiles permet de compenser :

- A la fois l'énergie nécessaire à son exploitation (usages réglementaires et autres usages, comme la bureautique), soit la définition d'un bâtiment à énergie positive au sens physique, comparable notamment au niveau E4 du label E+C- ;
- Mais aussi l'impact énergétique lié à sa construction ainsi qu'aux opérations de maintenance.

Il s'agit d'un concept de **bâtiment qui efface son empreinte énergétique au fil des années**. C'est cette assertion que nous allons vérifier en détail dans cette partie.

Nous utiliserons pour cela l'indicateur énergie primaire non renouvelable, mis en avant dans l'outil e-LICCO.

4.1 Résultats e-LICCO

Voici les résultats sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments :

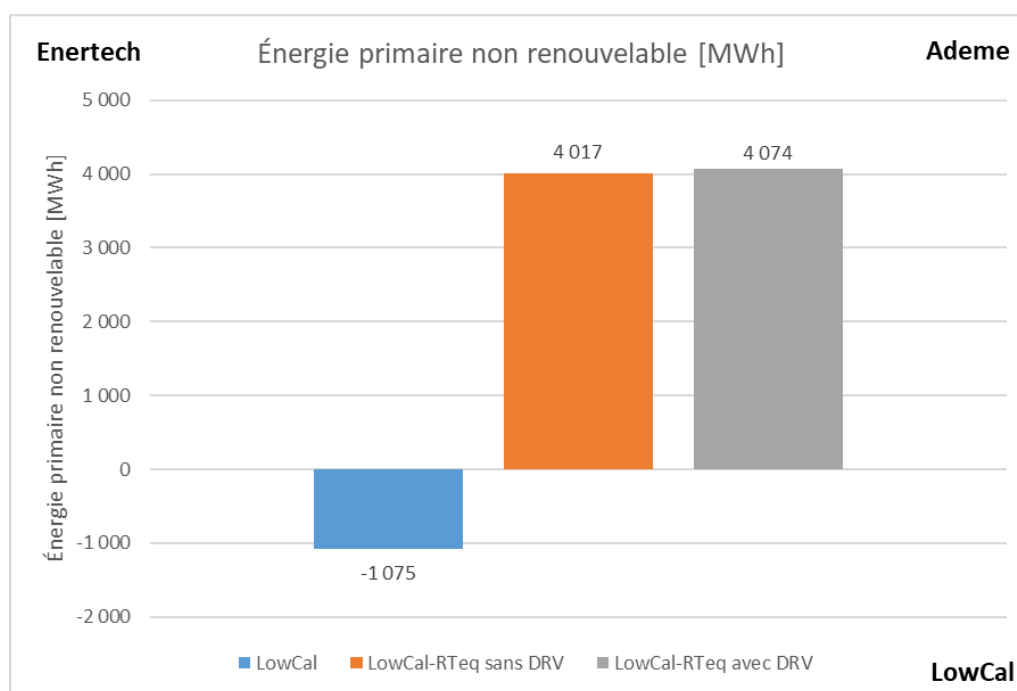


Figure 34 : Énergie primaire non renouvelable sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments.

Nous remarquons que pour une durée de vie du bâtiment de 50 ans, l'énergie primaire non renouvelable utilisée pour LowCal est négative. En d'autres termes, d'après le résultat sous e-LICCO, **LowCal est un bâtiment à énergie grise positive sur l'ensemble de son cycle de vie**.

Voici le détail par lot de la consommation d'énergie primaire non renouvelable :

Lot e-LICCO	Énergie primaire non renouvelable (MWh)	Lot e-LICCO	Énergie primaire non renouvelable (MWh)
Charpente bois	396	Menuiseries intérieures	64,3
Consommation	1510	Plafonds suspendus	47,2
Consommations du chantier	105	Plâterie - cloisons sèches - doublages	242
Déchets de chantier	159	Plomberie - sanitaires - ECS	9,05
Démolition	19,1	Production énergétique	-5080
Electricité	508	Revêtements de sols	128
Gros oeuvre	419	Revetements muraux	58,7
Isolation thermique	27,2	Ventilation	121
Menuiseries extérieures	132	VRD	59,6

Figure 35 : Énergie primaire non renouvelable par lot : LowCal.

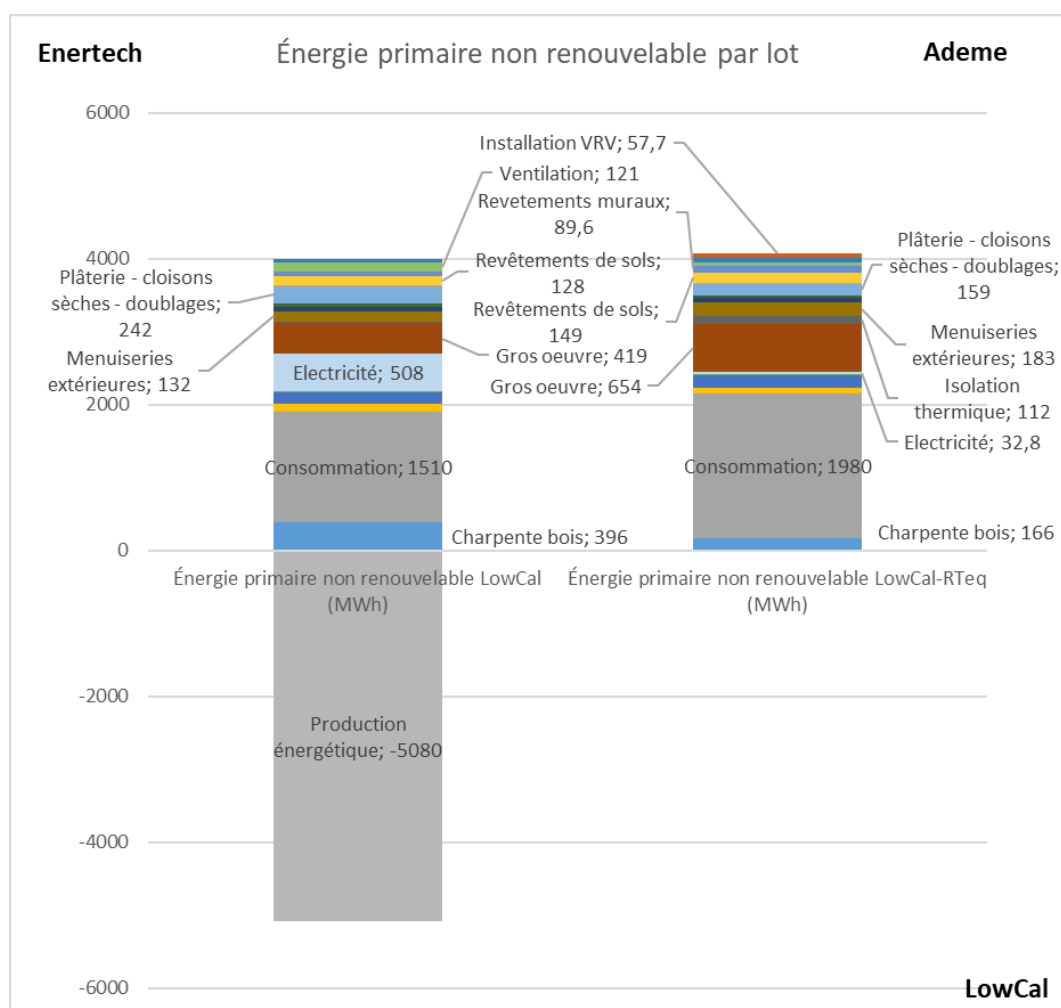


Figure 36 : Répartition par lot de la consommation d'énergie primaire non renouvelable.

Sur la Figure 36, on observe que pour LowCal, l'utilisation d'énergie primaire pour la consommation d'énergie durant les 50 années d'utilisation du bâtiment représente 1510 MWh sur 4000 MWh environ des consommations d'énergie soit 38%. Les lots électricité (incluant les panneaux photovoltaïques) et gros œuvre sont les lots les plus impactants et représentent plus de 20% de l'impact énergétique global de LowCal. La production photovoltaïque permet de retrancher à l'énergie utilisée totale l'énergie produite par les photopiles. Elle permet à LowCal de produire plus d'énergie que celle utilisée lors de la vie du bâtiment.

A noter que sur 50 ans, l'énergie grise de fabrication, de pose et de remplacement des panneaux photovoltaïque est de 476 MWh. L'installation va produire 5 080 MWh. Ainsi l'énergie grise représente moins de 10% de l'énergie produite par les panneaux, soit un temps de retour énergétique d'environ 5 ans (ce qui est une valeur pessimiste par rapport à la bibliographie, qui l'estime aujourd'hui inférieur à 3 ans).

Comparons ces résultats à ceux de la variante fictive RT2012 :

Lot e-LICCO	Énergie primaire non renouvelable (MWh)	Lot e-LICCO	Énergie primaire non renouvelable (MWh)
Charpente bois	166	Menuiseries intérieures	60,9
Climatisation	0,726	Plafonds suspendus	35,1
Consommation	1980	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	159
Consommations du chantier	92	Plomberie - sanitaires - ECS	9,45
Déchets de chantier	159	Production énergétique	0
Démolition	23,8	Revêtements de sols	149
Electricité	32,8	Revetements muraux	89,6
Gros œuvre	654	Ventilation	50,6
Isolation thermique	112	VRD	59,6
Menuiseries extérieures	183	Installation VRV	57,7

Figure 37 : Répartition par lot de la consommation d'énergie primaire non renouvelable : LowCal-RTeq.

Sur la Figure 37, nous observons que pour LowCal-RTeq, l'utilisation d'énergie primaire pour la consommation d'énergie durant les 50 années d'utilisation du bâtiment représente 1980 MWh sur 4000 MWh environ soit 50%. Le lot gros œuvre représente plus de 15% de l'impact énergétique global de LowCal-RTeq.

Ce bâtiment ne produisant pas d'énergie, son bilan énergétique ne fait que croître tout au long de sa vie, au fil de la consommation énergétique et des remplacements de matériaux pour la maintenance.

A première vue, le bilan en énergie primaire semble être assez équilibré entre les bâtiments. La part liée aux matériaux de construction hors photovoltaïque et hors consommation d'énergie ne diffère que de 5%. Si nous considérons les consommations d'énergie mais toujours pas les panneaux photovoltaïques (en neutralisant donc à la fois leur énergie grise et leur production), le bilan énergétique global de LowCal sur 50 ans serait environ 15% inférieur à celui de LowCal-RTeq.

Cet écart relativement faible (par rapport notamment aux écarts en impact climatique) est lié d'une part à l'impact encore élevé du gros œuvre du LowCal avec son demi-niveau enterré en structure béton, et

d'autre part au fait que nous avons considéré une consommation énergétique « générique » pour LowCal, c'est-à-dire que nous avons neutralisé la sobriété d'usage. En réalité la consommation énergétique réelle est bien inférieure à celle prise en compte ici. La bureautique écrasant les autres usages de l'énergie pour les deux variantes du bâtiment, cela explique ce relativement faible écart en pourcentage.

4.2 Bilan énergétique annuel de LowCal

Après ce bilan d'énergie et énergie grise cumulée sur l'ensemble du cycle de vie, nous allons nous intéresser ici à la dynamique années après années d'énergie grise investie initialement et lors des maintenances, d'énergie consommée et d'énergie produite.

4.2.1 Hypothèses

A l'année 0, nous considérons dans notre bilan l'énergie investie à la construction du bâtiment mais aussi l'énergie nécessaire au remplacement des matériaux et à la fin de vie. Pour rappel, la durée de vie du bâtiment est estimée à 50 ans.

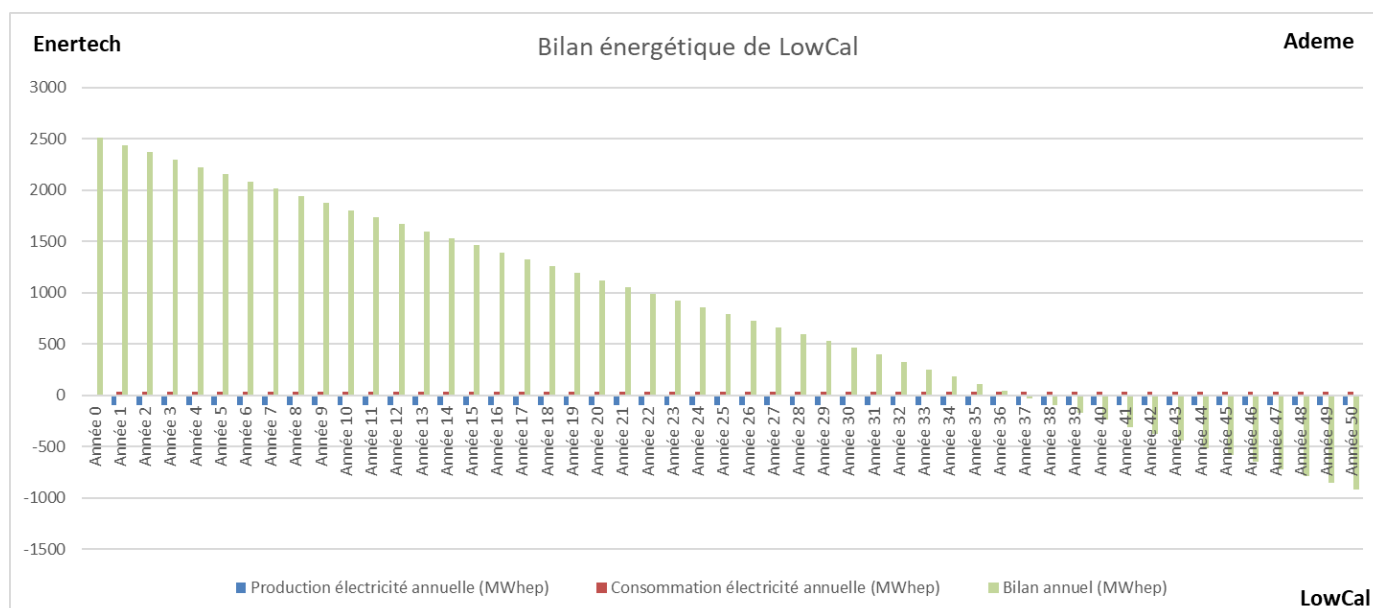
Pour estimer la consommation énergétique annuelle de LowCal, nous réutilisons les données de la partie 3.3.3.

Le coefficient d'énergie primaire considéré est le même que celui de la méthode e-LICCO, à savoir 3 (valeur déterminée par Cycleco à partir de données de pouvoirs calorifiques inférieurs donnés par l'ILCD Handbook).

Pour estimer la production d'énergie annuelle, nous considérons une baisse des rendements des panneaux photovoltaïques d'environ 0,25%/an (valeur pessimiste). La production de référence sera la moyenne mesurée sur les trois premières années.

4.2.2 Résultats et conclusion

Sous les hypothèses développées dans la partie précédente, voici les résultats du bilan énergétique de LowCal :



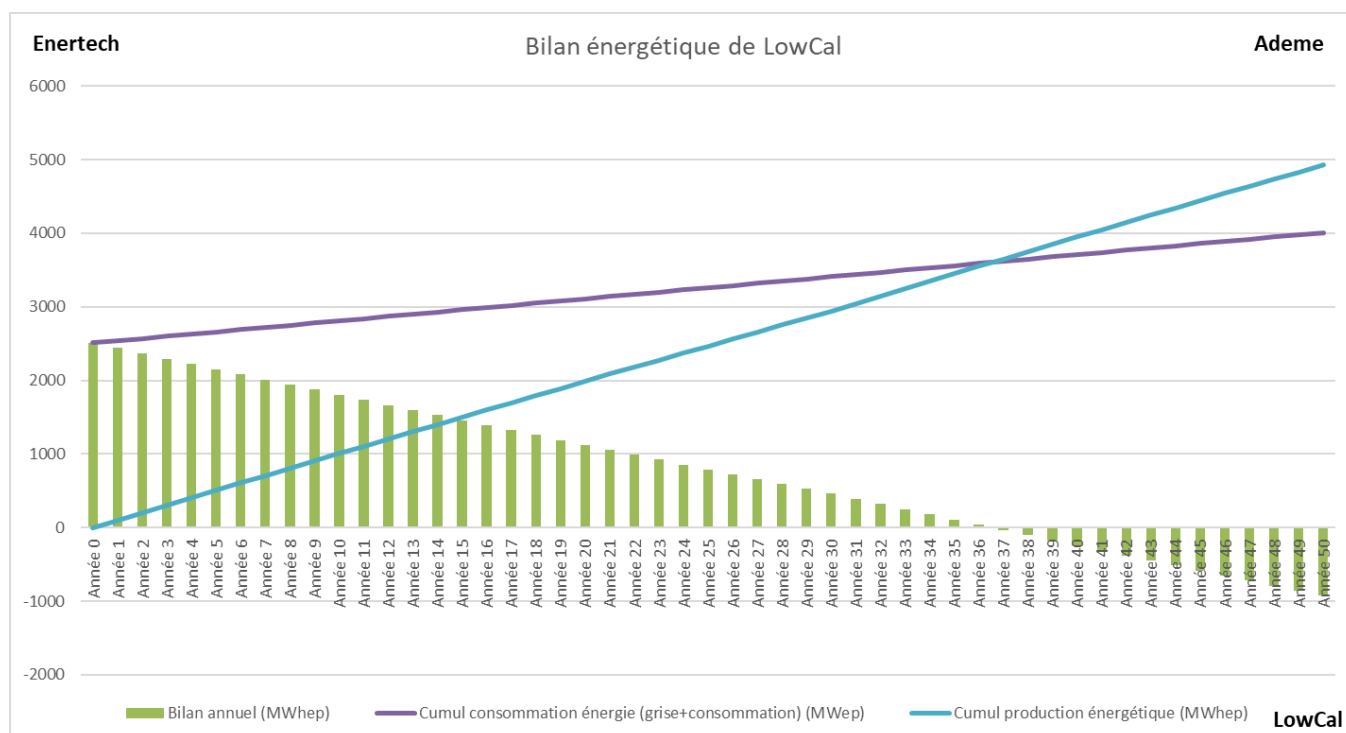


Figure 38 : Bilans énergétiques de LowCal.

Nous observons sur les graphiques de la Figure 38 que le bilan annuel d'énergie devient négatif à la fin de l'année 37. En d'autres termes, la consommation énergétique liée à la construction, à la maintenance et à la fin de vie du bâtiment est compensée au bout de 37 ans d'exploitation, soit bien avant sa fin de vie. Au bout de 50 ans, le bilan énergétique vaut -922 MWh_{ep} soit 37% de l'énergie totale consommée pour la construction du bâtiment, le remplacement des matériaux et la fin de vie. Ainsi en 2065 LowCal aura déjà produit en excédent l'équivalent de 37% de l'énergie grise d'un nouveau LowCal !

5 Bilans économiques (ST 3-1)

5.1 Analyse en coût global de LowCal et de LowCal-RTeq

Après avoir comparé les impacts climatiques et énergétiques de LowCal et de la variante fictif RT2012 ; nous proposons d'étudier à travers le prisme économique la démarche LowCal. Pour cela, une analyse en coût global de LowCal et de LowCal-RTeq est réalisée. La réalisation d'une telle étude nécessite de poser un certain nombre d'hypothèses, que ce soit dans la détermination de certains coûts où dans le choix de certains paramètres intrinsèques à l'analyse en coût global, qui seront explicitées dans les paragraphes suivants.

Les analyses en coût global sont réalisées à l'aide d'un outil interne à Enertech qui respecte la norme définissant le calcul en coût global et en coût global étendu ISO/DIS 15686-5.

5.1.1 Paramètres de l'analyse en coût global

5.1.1.1 Période d'analyse

Le choix de la période d'analyse a un impact important sur les conclusions tirées d'une analyse en coût global. Une période courte (de 20 ans par exemple) donne de l'importance à l'investissement initial par rapport aux coûts différés (maintenance, consommation énergétique). La réflexion est alors plutôt à court terme. Une période très longue (de 100 ans par exemple) pose la question de l'incertitude sur l'évolution des prix de l'énergie, du remplacement et de l'entretien des installations vieillissantes sur une échelle de temps importante...

Afin d'être en accord avec la période précédemment retenue et car elle semble être un bon compromis au regard des problématiques soulevées, le choix s'est porté sur une durée de vie de 50 ans.

5.1.1.2 Actualisation et inflation

Le calcul est réalisé en **euros constants**. Ce choix, classique en analyse de coût global (ACG) a pour principal objectif de simplifier les résultats et de neutraliser la forte inconnue sur les taux d'inflation à venir.

Pour mémoire, l'inflation est l'évolution de la valeur concrète donnée à 1 euro, autrement dit le pouvoir d'achat que confère 1 euro. Si nous prenions en compte une inflation, elle aurait tendance à augmenter les chiffres au fil des années alors que notre perception de l'argent est basée sur sa valeur actuelle.

L'année de référence pour la valeur de l'euro est 2016, la date de construction des bureaux. Pour ramener une valeur future à sa valeur présente, nous réalisons une **actualisation** des flux. Le taux d'actualisation quantifie le risque lié au temps, le fait que plus le flux est lointain, moins il est certain. En d'autres termes, il peut être défini par le concept de « valeur du temps ». Plus le taux d'actualisation retenu est important, plus il donne de l'importance à l'argent présent.

La norme suggère de retenir un taux d'actualisation compris entre 0 et 4%. Dans le cadre de l'étude, nous avons retenu un **taux d'actualisation de 2,5%, égal au coût moyen de l'emprunt** effectué pour financer la construction. Cette approche nous semble une bonne pratique car elle permet de différencier le rapport à l'argent des différents acteurs économiques, selon s'ils ont accès à des financements classiques, comme par exemple le secteur de la promotion, caractérisant généralement une certaine attente de rentabilité, ou s'ils ont accès à des financements à taux réduit ainsi qu'à des subventions, comme par exemple les bailleurs sociaux, qui s'accompagne généralement d'une vision à plus long terme.

En tout état de cause, une étude de sensibilité des résultats à cette hypothèse de taux d'actualisation est réalisée dans la partie 5.1.3.3.

5.1.2 Périmètre considéré et dépenses prises en compte

Le périmètre d'étude choisi est celui du bâtiment. La Figure 39 présente les postes de dépense pris en compte pour l'étude en coût global.

Dépenses du projet		Commentaires
1. Investissement	Foncier	Coût de l'achat du foncier
	Construction gros œuvre + second œuvre	Coût de la construction du bâtiment (coûts travaux)
	Maîtrise d'œuvre	Coût des études liées à la construction du bâtiment
2. Energie	Électricité	Coût de l'électricité consommée dans le bâtiment avec prise en compte de l'éventuelle revente d'électricité
3. Eau		Coût de l'eau consommée dans le bâtiment
4. Entretien/Maintenance	Maintenance courante	Maintenance courante des équipements
	Remplacement en fin de vie	Remplacement des équipements en fin de vie

Figure 39 : Postes de dépense pris en compte dans l'étude.

5.1.2.1 Énergie et eau

Les consommations et la production d'énergie et d'eau annuelles sont considérées comme constantes sur toute la période d'analyse et reprennent les valeurs déterminées dans la partie 3.3.3.

Les prix liés aux abonnements et à la consommation d'électricité et d'eau sont définis à partir des tarifs appliqués pour LowCal-réel. En s'appuyant sur nos retours d'expérience, nous avons fait l'hypothèse pour LowCal-RTeq d'une puissance souscrite de 36 kVA. La Figure 40 résume les tarifs liés à la consommation d'eau, d'électricité et à la production photovoltaïque

		LowCal	LowCal-RTeq
Électricité	Abonnement	9 kVA	36 kVA
	Prix abonnement	272 €HTVA/an	1389 €HTVA/an
	Prix consommation	0,14165 €HTVA/kWh	0,14165 €HTVA/kWh
Eau	Prix consommation	2,95 €HTVA/m ³	2,95 €HTVA/m ³
	Prix abonnement	137 €HTVA/an	137 €HTVA/an
PV	Frais réseau	46 €HTVA/an	
	Tarif rachat	0,147 €HTVA/kWh	

Figure 40 : Résumé des tarifs liés à l'eau, à l'électricité et au photovoltaïque.

Des hypothèses d'augmentation des prix de l'énergie et de l'eau ont ensuite été appliqués : 4%/an pour l'électricité, 1%/an pour l'eau.

Ces hypothèses ont été prises en se basant sur l'évolution des prix des énergies en euro constant sur les 20 dernières années et les perspectives de raréfaction des ressources et d'évolution du mix énergétique.

Pour l'électricité, une augmentation de 4%/an est prévisible pour rattraper les coûts réels de production (vieillessement du parc nucléaire notamment et coût des EPR)¹⁶.

Concernant le prix de vente de l'électricité, les tarifs de rachats subventionnés semblent s'arrêter : le prix de vente devrait petit à petit se stabiliser au prix d'achat (aux frais liés au réseau près). Ainsi, le prix de vente de l'électricité devrait suivre le prix d'achat, c'est pourquoi les taux d'augmentation du prix de vente sont les mêmes que pour le prix d'achat.

L'hypothèse d'augmentation du prix de l'eau est basée sur l'observation des prix entre les années 2010 et 2015.

Par ailleurs, pour étudier la sensibilité des résultats à l'augmentation du prix de l'électricité, nous considérerons également un taux de croissance annuel moyen de 1,5 %. Il s'agit de la moyenne des taux de croissance annuel moyens sur les périodes 2010-2020 et 2020-2030 proposés par l'ADEME dans le cahier des charges de l'audit énergétique dans les bâtiments (version du 17/12/2014).

5.1.2.2 Coûts non pris en compte

La fin de vie et la valeur résiduelle du bâtiment sont mentionnées dans la norme mais n'ont pas été prises en compte dans l'étude. Il est en effet difficile de différencier la valeur résiduelle dans 50 ans entre un bâtiment classique et un bâtiment écologique, **même si nous présupposons qu'un bâtiment très isolé, low-tech et résilient aura forcément plus de valeur dans 50 ans qu'un bâtiment conventionnel.** Ceci reste donc une **hypothèse défavorable** au projet LowCal.

Les externalités, par exemple les émissions de CO2 du bâtiment ou l'impact sur le confort, la santé et la productivité des occupants, ne sont pas prises en compte. Il s'agit donc d'une **ACG classique** et pas d'une ACG étendue. Là encore **ce choix est défavorable** au LowCal dont les impacts environnementaux sont plus faibles que la variante conventionnelle.

5.1.2.3 Coûts à l'investissement

Les coûts considérés pour la construction de LowCal et de LowCal-RTeq sont présentés dans la Figure 41 et la Figure 42 ci-dessous.

¹⁶ Cette hypothèse figure dans l'outil de calcul en coût global d'EnvirobatBDM dont Tom LAMONERIE (Enertech) a participé au développement.

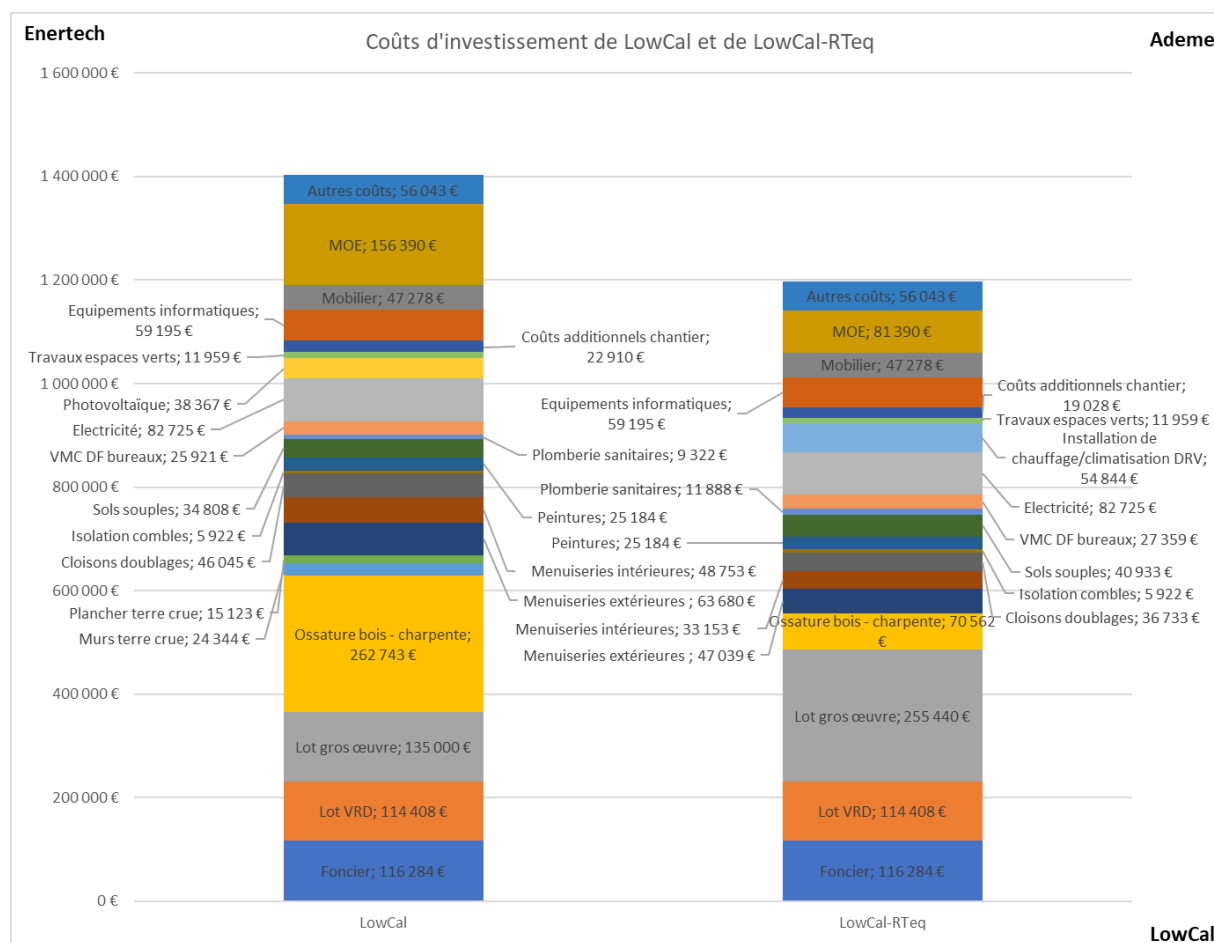


Figure 41 : Coûts d'investissement de LowCal et de LowCal-RTEq.

		LowCal			LowCal-RTeq		
Poste		Coût [€HT]	Origine coût	Remarque	Coût [€HT]	Origine coût	Remarque
Foncier	Foncier	116 284 €	Factures	Coût terrain et frais de notaire	116 284 €	Factures LowCal	Idem LowCal : coût terrain et frais de notaire
Travaux	Lot VRD	114 408 €	Factures	Coût travaux	114 408 €	Factures LowCal	Idem LowCal
Travaux	Lot gros œuvre	135 000 €	Factures	Coût travaux	255 440 €	Retours d'expérience en MOE	Ajouts : murs extérieurs béton + PSE 15 cm + enduit ; refends ; planchers ; escalier RDC/R+1
Travaux	Ossature bois - charpente	262 743 €	Factures	Coût travaux	70 562 €	Factures LowCal	Suppression : MOB avec isolant paille ; bardage ; enduit ; planchers bois ; contreventement
Travaux	Murs terre crue	24 344 €	Factures	Coût travaux	0 €		Pas de murs en terre crue
Travaux	Plancher terre crue	15 123 €	Factures	Coût travaux	0 €		Pas de terre crue dans les planchers
Travaux	Menuiseries extérieures	63 680 €	Factures	Coût travaux	47 039 €	Retours d'expérience en MOE	Menuiseries cadre aluminium DV et portes extérieures aluminium
Travaux	Menuiseries intérieures	48 753 €	Factures	Coût travaux	33 153 €	Retours d'expérience en MOE	Ajouts : portes intérieures classiques
Travaux	Cloisons doublages	46 045 €	Factures	Coût travaux	36 733 €	Retours d'expérience en MOE	Suppression : escalier bois RDC/R+1 ; portes intérieures bois
Travaux	Isolation combles	5 922 €	Factures	Coût travaux	5 922 €	Factures LowCal	Cloisons légères isolant laine de verre ; Suppression doublages à isolation thermique
Travaux	Peintures	25 184 €	Factures	Coût travaux	25 184 €	Factures LowCal	On considère le même coût que pour LowCal (poste peu couteux). Hypothèse favorable à LowCal-Rteq car la ouate de cellulose est bon marché.
Travaux	Sols souples	34 808 €	Factures	Coût travaux	40 933 €	Retours d'expérience en MOE	A défaut d'avoir sur les factures les détails des prix des revêtements, on considère le même coût que pour LowCal
Travaux	Plomberie sanitaires	9 322 €	Factures	Coût travaux	11 888 €	Retours d'expérience en MOE	Remplacement du coût du linoléum par le coût de la moquette
Travaux	VMC DF bureaux	25 921 €	Factures	Coût travaux	27 359 €	Retours d'expérience en MOE	Suppression du ballon ECS électrique de 75 L ; Ajout d'un ballon ECS électrique de 100L et de 5 ballons ECS électrique de 15L
Travaux	Electricité	82 725 €	Factures	Coût travaux	82 725 €	Factures LowCal	Installation de ventilation DF centralisée
Travaux	Photovoltaïque	38 367 €	Factures	Coût travaux	0 €		Idem LowCal
Travaux	Installation de chauffage/climatisation DRV	0 €		Pas d'installation DRV	54 844 €	Chiffrage Daikin	Pas de PV
Travaux	Travaux espaces verts	11 959 €	Factures	Coût travaux	11 959 €	Factures LowCal	Installation de chauffage/climatisation de type DRV. Chiffrage effectué par Daikin.
Travaux	Coûts additionnels chantier	22 910 €	Factures / Retour d'expérience en MOE	Factures : Test d'étanchéité à l'air, nettoyage chantier, extincteurs, alarme, coût chantier réseau téléphonique, consuel + coûts raccordement élec Rex MOE : faux-plafond acoustique LowCal générique	19 028 €	Factures / Retour d'expérience en MOE	Idem LowCal
Travaux	Equipements informatiques	59 195 €	Factures	Tous les équipements ont été considérés achetés en 2016, peu importe leur date d'achat, à l'investissement. Nous ne considérons aucune maintenance pour ces éléments	59 195 €	Factures LowCal	Idem LowCal
Travaux	Mobilier	47 278 €	Factures		47 278 €	Factures LowCal	
MOE	MOE	156 390 €	Factures / estimation coût heures Enertech	Architecte, études structure, géotechnique, VRD. BE fluide : heures Enertech	81 390 €	Factures / Retour d'expérience en MOE	Le coût du BE fluide a été adapté pour correspondre à un projet plus classique.
MOE	Autres coûts	56 043 €	Factures	Coûts BE contrôle, Assurance Dommage Ouvrage, Taxes raccordement, Constat d'huissier affichage PC, Taxe d'aménagement, Redevance archéologique	56 043 €	Factures LowCal	Idem LowCal
TOTAL		1 402 401 €			1 197 365 €		

Figure 42 : Détails des coûts d'investissement de LowCal et de LowCal-RTeq.

Ratio de coût de construction en €/m² SHON hors VRD : 1120 € pour LowCal (avec photovoltaïque) contre 960 € pour la variante RTeq. A noter que ce dernier coût est très faible par rapport aux coûts de construction courants de bureaux RT2012. En effet, la variante RT2012 bénéficie de l'excellente compacité du bâtiment réel et de sa relative sobriété architecturale. Il convient de noter par ailleurs que les coûts de construction dans la Drôme sont en moyenne 20 à 30% inférieurs à ce qui peut être constaté dans les grandes métropoles.

LowCal a bénéficié d'une subvention du département de la Drôme (63 000 €) et de la région Rhône-Alpes pour l'installation photovoltaïque (15 000 €). Aucune subvention n'est considérée pour LowCal-RTeq car il n'aurait pas rempli les conditions nécessaires à leur obtention.

Nous avons considéré la même proportion d'emprunt et d'investissements en fonds propres dans l'investissement total pour les deux bâtiments. A partir de celles de LowCal, les annuités de l'emprunt de LowCal-RTeq ont été calculées proportionnellement au montant des emprunts contractés.

5.1.2.4 Coûts d'entretien et de maintenance

L'entretien courant des bâtiments (P1) et le remplacement des équipements en fin de vie (P3) sont intégrés dans l'étude.

Les coûts d'entretien annuel des systèmes font l'objet d'hypothèses issues de retours d'expérience en maîtrise d'œuvre :

- Le coût de l'entretien annuel des modules de ventilation décentralisée de LowCal, sous l'hypothèse qu'il soit réalisé par une entreprise extérieure ce qui n'est pas le cas à LowCal-réel, est estimé à 50 €/HT/unité. Nous avons fait l'hypothèse d'un temps de maintenance de 30 min/unité à un coût horaire de 100 €/HT/h.
- Pour l'installation de ventilation centralisée de LowCal-RTeq, ce coût est estimé à 1200 €/HT.
- Le coût de l'entretien annuel de l'installation DRV est estimé à 100 €/HT/unité intérieure.

Pour le gros entretien, nous estimons la durée de vie et le coût du remplacement des équipements. Pour cela, nous nous inspirons des durées de vie considérées dans les bases de données environnementales utilisées pour les ACV. Nous avons parfois modulé les durées de vie proposées afin qu'elles soient cohérentes avec la réalité. Les hypothèses concernant les durées de vie des équipements sont présentées dans la Figure 43 et la Figure 44 respectivement pour LowCal et LowCal-RTeq.

LowCal	Équipement	Durée de vie	Remarque
	Enduit murs extérieurs	30 ans	
	Isolation thermique combles	30 ans	
	Brise-soleils orientables	30 ans	
	Menuiseries bois triple vitrage	30 ans	
	Portes extérieures	30 ans	
	Volets en bois	30 ans	
	Équipements sanitaires (lavabos, lave-mains, WC, évier, receveur de douche)	25 ans	
	Ballons ECS électriques	17 ans	
	Linoléum	25 ans	
	Revêtements muraux	20 ans	Impossible de différencier le coût par revêtement (lasure, peinture sur boiserie, menuiserie, murs...). Nous avons donc considéré pour le calcul que l'ensemble des revêtements muraux sont renouvelés tous les 20 ans.
	Modules VMC décentralisée	17 ans	
	VMC DF réunion	25 ans	La durée de vie est allongée car cet équipement est très peu utilisé.
	Onduleur PV	25 ans	D'après les études de l'association Hespul, les premiers panneaux PV installés en France dans les années 80 produisent encore une énergie non négligeable. Ainsi, le remplacement des panneaux PV n'est pas prévu avant 50 ans.
	Lumières	25 ans	

Figure 43 : Durées de vie retenues pour les équipements de LowCal

LowCal-RTeq	Équipement	Durée de vie	Remarque
	Enduit murs extérieurs	30 ans	
	Isolation thermique combles	30 ans	
	Menuiseries aluminium DV	30 ans	
	Portes extérieures	30 ans	
	Équipements sanitaires (lavabos, lave-mains, WC, évier, receveur de douche)	25 ans	
	Ballons ECS électriques	17 ans	
	Moquette	25 ans	
	Revêtements muraux	20 ans	Impossible de différencier le coût par revêtement (lasure, peinture sur boiserie, menuiserie, murs...). Nous avons donc considéré pour le calcul que l'ensemble des revêtements muraux sont renouvelés tous les 20 ans.
	VMC DF centralisée	17 ans	
	VMC DF réunion	25 ans	La durée de vie est allongée car cet équipement est très peu utilisé.
	Lumières	25 ans	
	Installation DRV	22 ans	

Figure 44 : Durées de vie retenues pour les équipements de LowCal-RTeq.

En première approche, le coût de remplacement des équipements est estimé par leur coût d'installation, qu'il soit connu à partir des factures ou estimé.

A partir des factures de LowCal, nous avons considéré un coût annuel lié à l'entretien des espaces verts et au ménage des locaux de 7920 €HT/an. Ce coût est inchangé pour LowCal-RTeq.

5.1.3 Résultats

5.1.3.1 Limites de l'étude

Une étude en coût global nécessite de poser un grand nombre d'hypothèses. Cet exercice est rendu d'autant plus délicat que le bâtiment équivalent LowCal-RTeq est fictif et que nous

avons estimé un certain nombre de ses coûts à partir des factures de LowCal ou de nos retours d'expérience (voir partie 5.1.2.3 et la Figure 42).

Chaque hypothèse rajoutant une incertitude sur le résultat, celui-ci est peu précis et est assez variable en fonction des choix de l'analyste. Nous avons explicité en toute transparence nos hypothèses afin de permettre de présenter les résultats de cette analyse « en connaissance de cause ».

Ainsi, les résultats présentent des ordres de grandeur, qui permettent d'observer les tendances des coûts globaux des bâtiments.

Rappelons que dans notre objectif de comparaison du concept LowCal au bâtiment équivalent, des hypothèses réalisées tendent à sous-évaluer la consommation de ce dernier. En effet, dans notre définition du bâtiment équivalent, la géométrie de LowCal est conservée. LowCal-RTEq bénéficie donc de l'orientation, de la compacité et du dimensionnement des vitrages de LowCal. La différence de qualité bioclimatique de la conception n'est donc pas prise en compte.

Les hypothèses très favorables à LowCal-RTEq réalisées lors du calcul de ses consommations supposent une sobriété d'usage et des choix de conception plutôt ambitieux par rapport à ce qui peut être observé en pratique (voir partie 3.3.3). De plus, nous excluons de nos hypothèses tout dysfonctionnement alors qu'ils sont encore trop souvent observés en pratique et conduisent à des surconsommations (régulation des systèmes défaillante, ajout d'appoints de chauffage ou de climatisations électriques...). Ces éléments tendent à sous-évaluer la consommation énergétique du bâtiment équivalent et donc ses coûts liés à l'énergie.

5.1.3.2 Présentation des résultats

La Figure 45 présente le coût global cumulé sur 50 ans des deux bâtiments avec un taux d'actualisation de 2,5% et une hypothèse d'augmentation des coûts d'achat et de revente d'électricité de 4%/an.

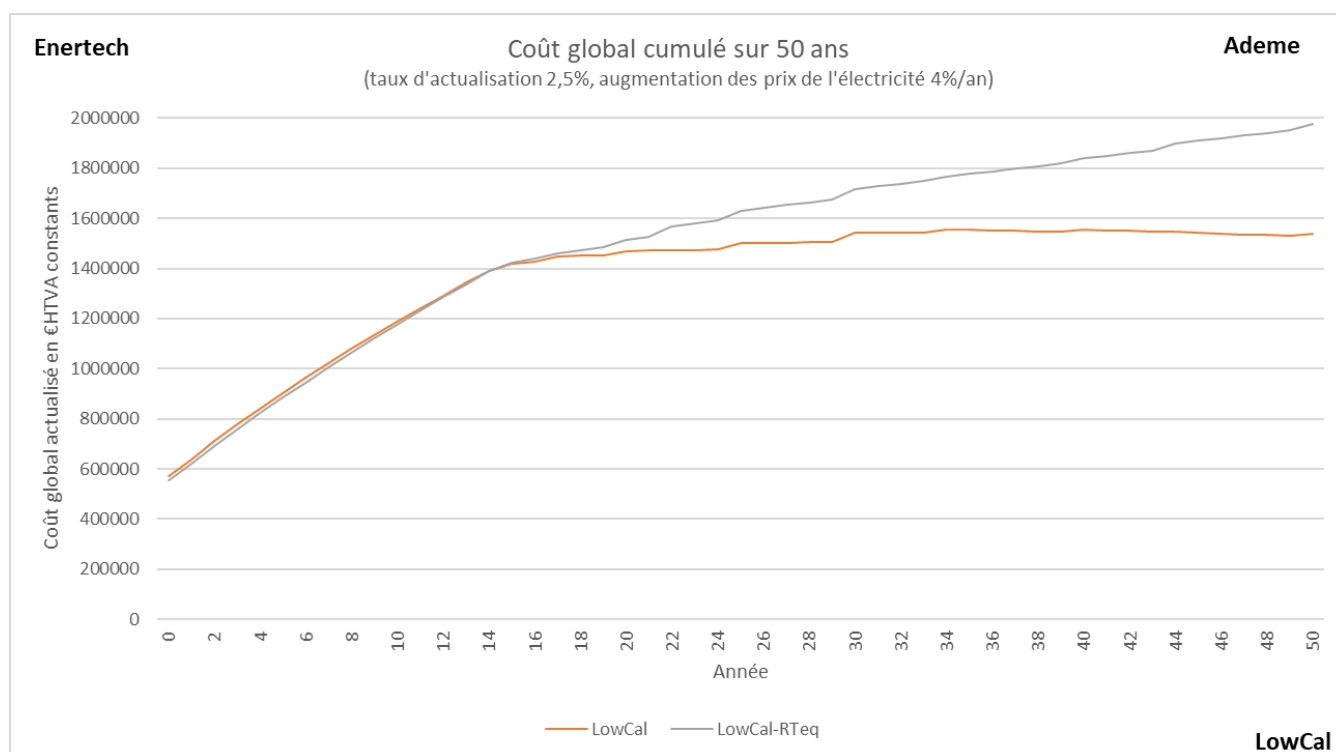


Figure 45 : Coût global cumulé sur 50 ans pour les deux bâtiments.

La Figure 45 montre que le surinvestissement en fonds propres et les annuités plus importantes de LowCal conduisent à un coût global cumulé légèrement plus important pour le bâtiment prototype que pour le bâtiment équivalent lors des 15 premières années. A partir d'environ 15 ans, les frais liés à l'énergie et à la maintenance de LowCal-RTeq font que ce bâtiment devient plus cher en coût global cumulé. A 50 ans, l'écart absolu de coût global entre les bâtiments est de 436 650 €HTVA soit un écart relatif de 28% par rapport au coût global de LowCal.

5.1.3.3 Étude de sensibilité des résultats

Une étude en coût global repose sur de nombreuses hypothèses. Nous proposons d'étudier dans cette partie la sensibilité des résultats à deux paramètres de l'analyse en coût global : le taux d'actualisation des flux et le taux d'augmentation annuel du coût d'achat et de revente de l'électricité.

Nous proposons dans un premier temps de faire varier le taux d'actualisation de 1% à 4% en passant par 2,5%. La Figure 46 et la Figure 47 permettent d'observer son impact sur le coût global cumulé à 50 ans.

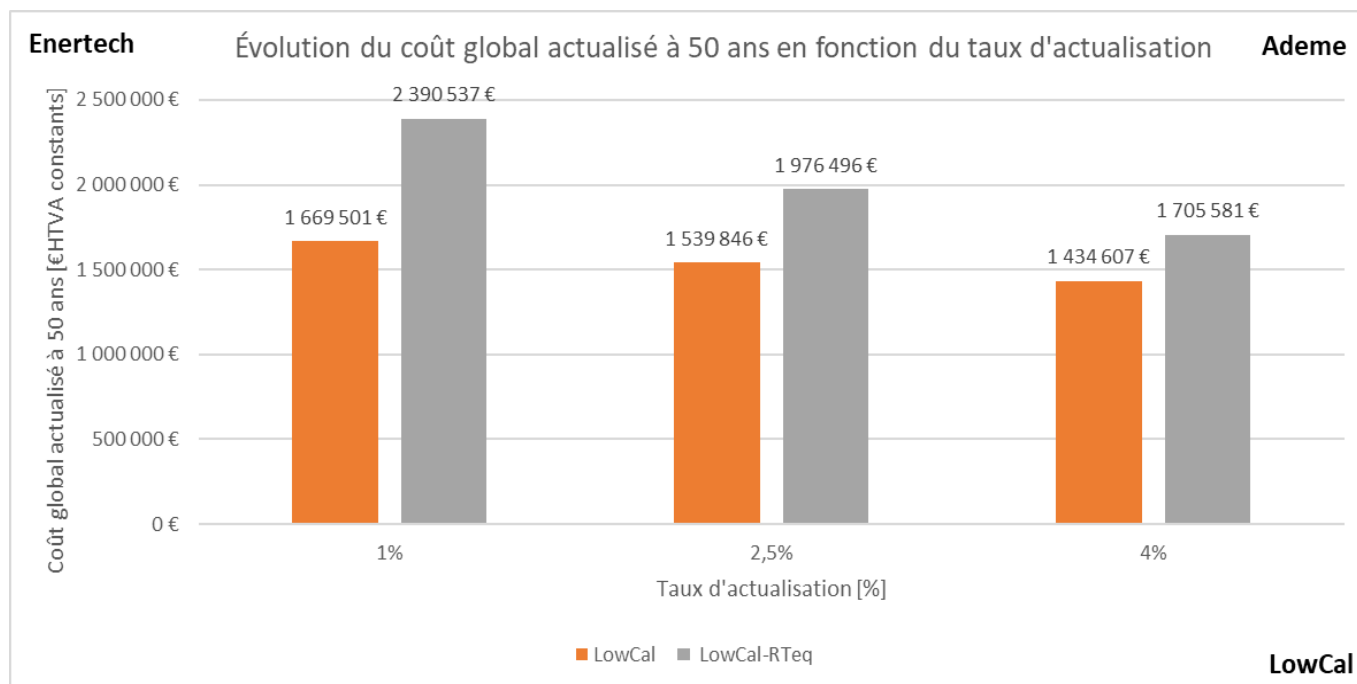


Figure 46 : Évolution du coût global actualisé à 50 ans en fonction du taux d'actualisation des flux.

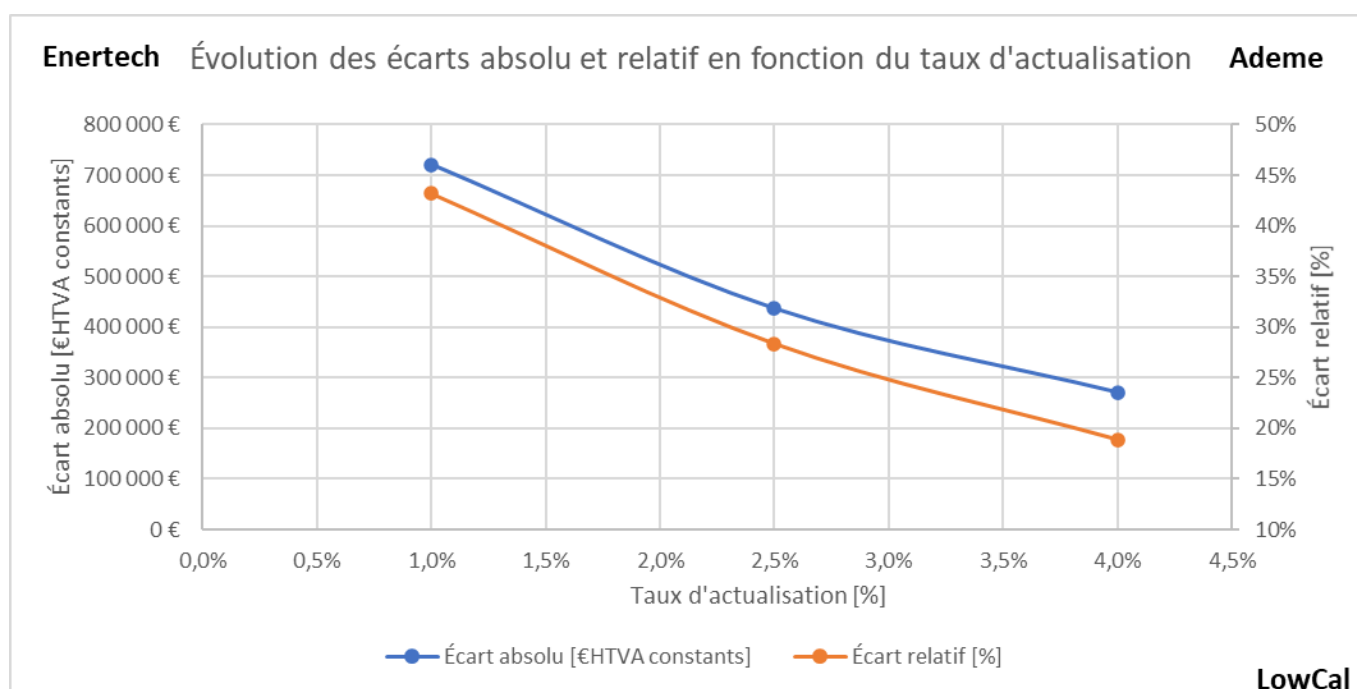


Figure 47 : Évolution des écarts absolu et relatif en fonction du taux d'actualisation des flux.

Les figures précédentes montrent que la hiérarchie des résultats **n'est pas affectée par le taux d'actualisation : dans tous les cas le bâtiment LowCal est plus intéressant en coût global que sa variante RTeq.**

Par ailleurs, de façon logique, plus le taux d'actualisation est important, plus l'écart de coût global à 50 ans entre les bâtiments diminue. L'objectif des concepts de bâtiments tels que

LowCal est d'obtenir des intérêts économiques à long terme. Comme le taux d'actualisation représente la préférence pour l'argent présent, il n'est pas étonnant d'observer que plus il est important, moins l'intérêt économique de LowCal est mis en valeur.

Pour l'étude de sensibilité à l'hypothèse d'augmentation des coûts d'achat et de vente de l'électricité, nous proposons d'étudier les résultats en considérant un taux d'augmentation des coûts de l'électricité de 1,5% (provenant de ressources de l'ADEME, cf partie 5.1.2.1) :

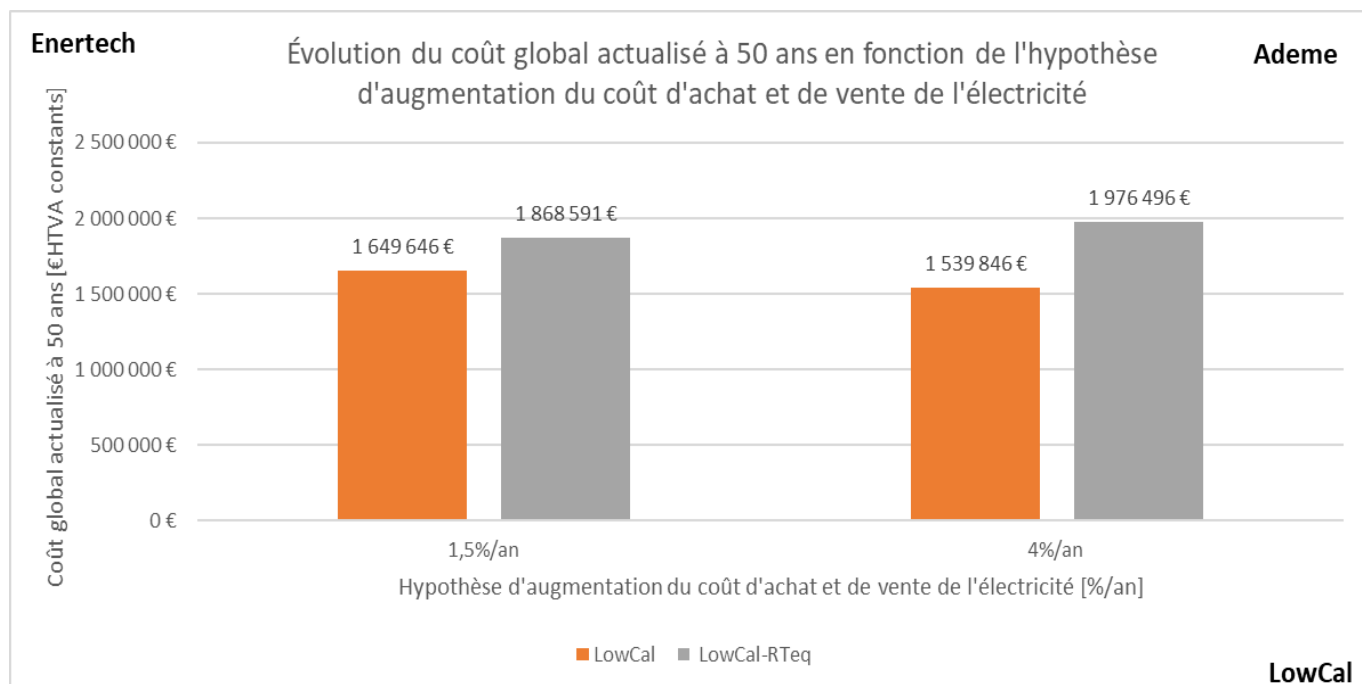


Figure 48 : Évolution du coût global actualisé à 50 ans en fonction de l'hypothèse d'augmentation du coût d'achat et de vente de l'électricité.

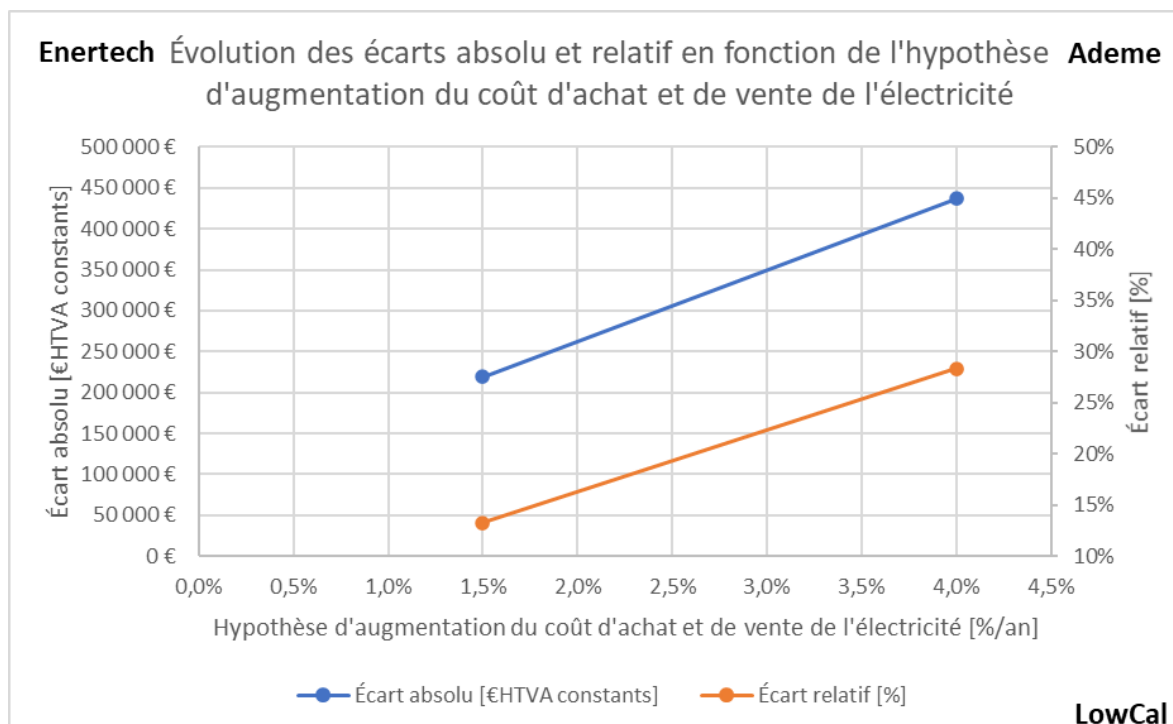


Figure 49 : Évolution des écarts absolu et relatif en fonction de l'hypothèse d'augmentation du coût d'achat et de vente de l'électricité.

Les figures précédentes montrent également que la hiérarchie des résultats **n'est pas affectée par l'hypothèse de taux d'augmentation du prix de l'énergie : dans tous les cas le bâtiment LowCal est plus intéressant en coût global que sa variante RTeq.**

Dans le détail, plus l'hypothèse d'augmentation du coût d'achat et de vente de l'électricité est importante, plus l'écart de coût global à 50 ans entre les bâtiments se creuse. Du côté de LowCal, une augmentation de ces coûts lui est favorable puisque le bâtiment exporte plus d'énergie qu'il n'en consomme. C'est pourquoi son coût global à 50 ans diminue si le coût d'achat et de vente de l'électricité croît.

Suite à ces études, les paramètres les plus défavorables à LowCal par rapport au modèle équivalent semblent être un taux d'actualisation élevé (préférence pour l'argent présent) soit une valeur de 4% (valeur maximale préconisée par la norme) et une augmentation du coût d'achat et de revente de l'électricité faible, soit 1,5%. Sous ces hypothèses, l'écart absolu de coût global à 50 ans entre les bâtiments s'élève à 135 000 € soit un écart relatif de 10% par rapport à LowCal.

On note que **même en croisant ces hypothèses d'ACG défavorables, le bâtiment LowCal reste plus intéressant en coût global à 50 ans que sa variante RTeq**, ce qui nous permet d'affirmer la robustesse de ce résultat.

5.1.3.4 Répartition par poste du coût global cumulé

Les figures suivantes présentent la répartition par poste du coût global cumulé pour les bâtiments avec une hypothèse d'augmentation des coûts d'achat et de vente de l'électricité de 4%/an et un taux d'actualisation de 2,5% :

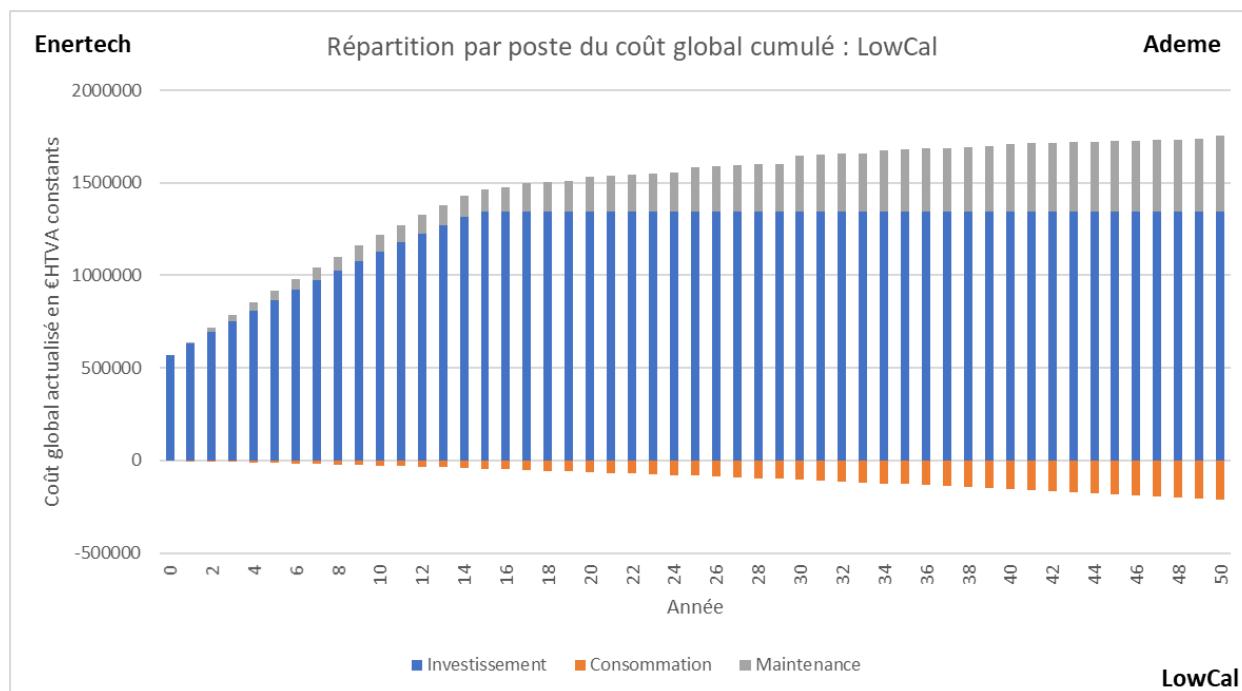


Figure 50 : Répartition par poste du coût global cumulé : LowCal.

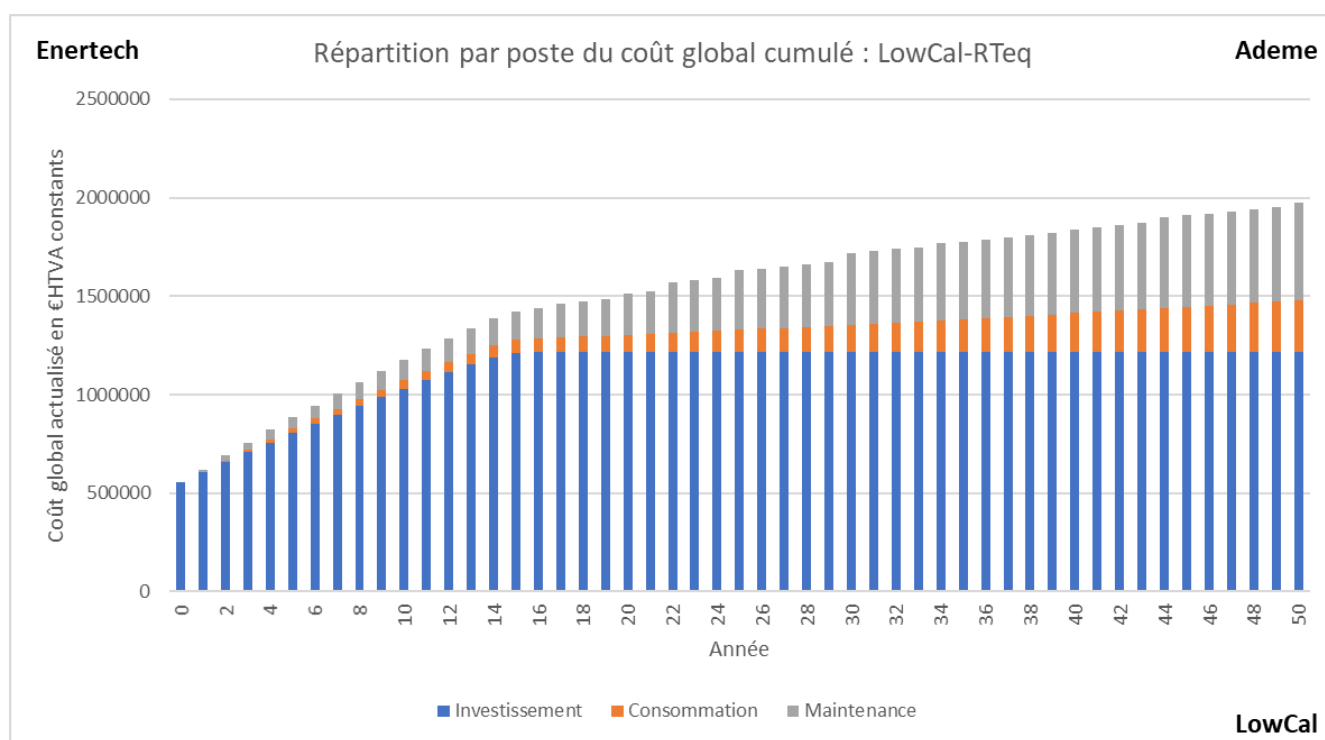


Figure 51 : Répartition par poste du coût global cumulé : LowCal-RTeq.

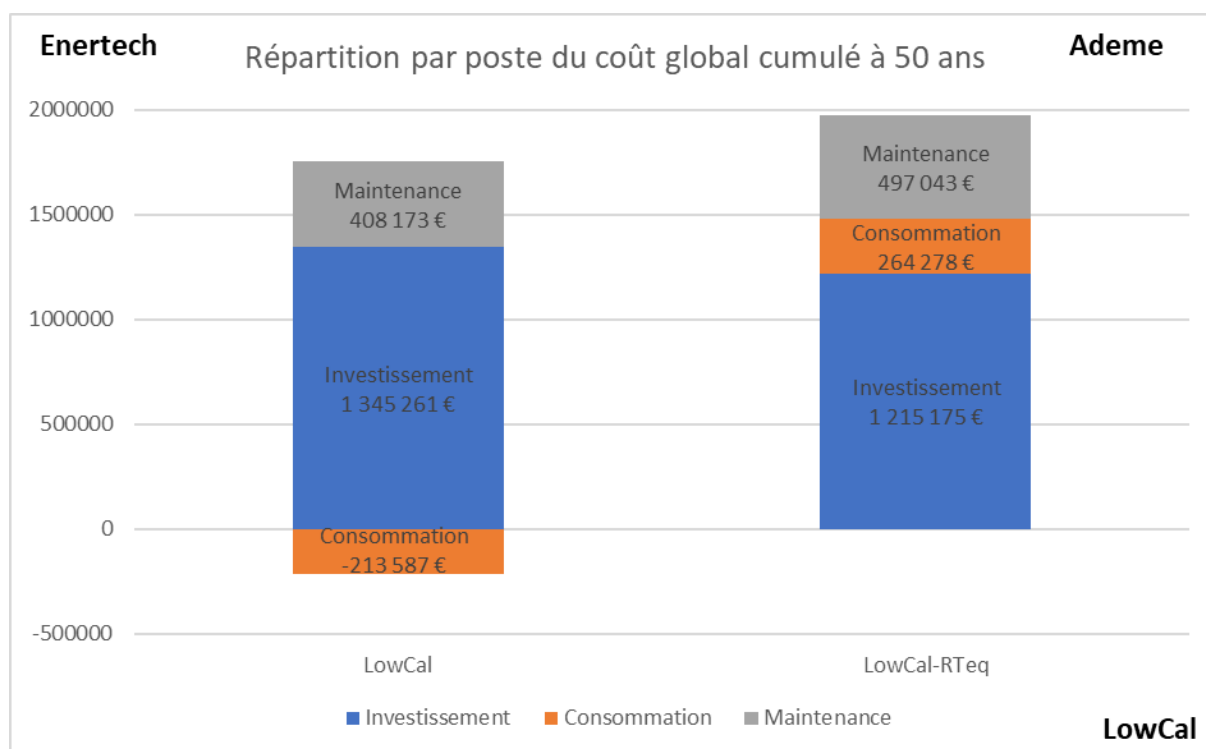


Figure 52 : Répartition par poste du coût global cumulé à 50 ans.

Sur les figures précédentes, nous observons que le surinvestissement de LowCal (qui s'élève à environ 15%) est compensé à 50 ans d'une part par des coûts de maintenance (entretien courant et lourd) moins élevés et d'autre part grâce à la production énergétique qui lui permet d'avoir un poste « consommation » négatif. Cette compensation reste vraie quelque-soient les hypothèses sur les taux d'actualisation et d'augmentation des coûts d'achat et de vente de l'électricité.

5.1.4 Conclusion

Rappel des limites de l'étude :

Une étude en coût global nécessite de définir un grand nombre d'hypothèses. Cet exercice est rendu d'autant plus délicat que le bâtiment équivalent LowCal-RTeq est fictif et que nous avons estimé un certain nombre de ses coûts à partir des factures de LowCal ou de nos retours d'expérience.

Chaque hypothèse rajoutant une incertitude sur le résultat, celui-ci est peu précis et est assez variable en fonction des choix de l'analyste. Nous avons explicité en toute transparence nos hypothèses afin de permettre de présenter les résultats de cette analyse « en connaissance de cause ».

Ainsi, les résultats présentent des ordres de grandeur, qui permettent d'observer les tendances des coûts globaux des bâtiments.

Les résultats sous nos hypothèses sont unanimes et montrent l'intérêt économique du concept LowCal.

L'obtention d'une telle performance énergétique semble nécessiter un surcoût d'investissement d'environ 15%, installation photovoltaïque comprise. Ceci situerait le coût de construction de la variante RTEq à 960 € HT/m² SHON hors VRD, ce qui est particulièrement faible par rapport aux coûts classiques de construction neuve. La variante RTEq bénéficie en effet de l'excellente compacité et de l'orientation idéale du bâtiment réel.

LowCal a été conçu dans une démarche low-tech de simplification des systèmes. Ainsi, les coûts d'entretien courant et lourd lui sont favorables, en particulier grâce à l'absence d'installation fixe de chauffage.

L'intérêt économique de LowCal provient aussi de la vente d'électricité exportée qui permet d'avoir des gains au niveau du poste « consommation d'eau et d'énergie ». Les bénéfices de cette vente sont importants quelles que soient les hypothèses de hausses des tarifs, qui suivent ici les mêmes évolutions que le prix de l'électricité consommée.

5.2 Retombées économiques pour les territoires

Au-delà du bénéfice économique pour le maître d'ouvrage, nous avons souhaité évaluer l'intérêt pour l'économie locale et l'emploi local du bâtiment. En effet, un des sens du nom LowCal est bien sûr qu'il s'agit d'un projet local, ancré dans son territoire. A ce titre nous aimons rappeler que les entreprises ayant contribué au LowCal étaient toutes situées dans un rayon de 40km du chantier :

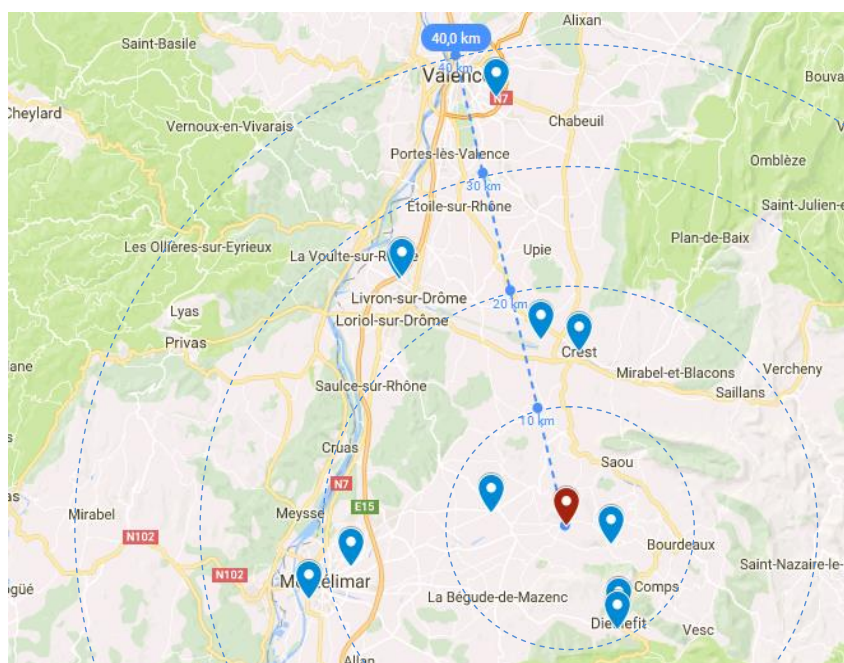


Figure 53 : Implantation des entreprises qui ont contribué au chantier du LowCal

L'objectif de cette partie est donc d'analyser les retombées économiques pour les territoires engendrées par le projet LowCal et le bâtiment équivalent LowCal-RTEq. Les échelles géographiques départementale, régionale, nationale, européenne et mondiale sont distinguées.

5.2.1 Comparaison de l'origine géographique des éléments

Le premier indicateur que nous étudions est l'origine géographique des éléments de chaque projet. Nous déclinons la provenance des éléments en trois phases : l'extraction des matières premières, les transformations intermédiaires et la fabrication du produit fini. Dans l'objectif d'associer les coûts de travaux aux périmètres géographiques, nous proposons pour chaque élément une affectation géographique globale. Celle-ci s'appuie sur la localisation des trois phases de l'élément et en particulier de l'étape représentant la plus forte valeur ajoutée.

La méthodologie de l'étude est la suivante :

- Pour les éléments principaux des DPGF dont les origines nous sont connues, leur coût est directement associé à leur origine géographique globale. C'est le cas notamment du bois de LowCal, celui-ci ayant fait l'objet d'un travail d'enquête auprès des artisans en 2017.
- Pour les éléments prépondérants des DPGF dont nous ne connaissons pas précisément la provenance, nous raisonnons sur des données bibliographiques ou, le cas échéant, à dire d'expert d'après nos retours d'expérience. Cela nous permet de proposer des hypothèses sur leur origine géographique globale. C'est en particulier le cas pour les éléments de LowCal-RTeq, ce bâtiment étant fictif.
- Certains éléments principaux des DPGF sont formés de plusieurs composants. Il arrive que le coût des éléments ne soit pas détaillé sur l'ensemble de leurs composants, chacun d'eux pouvant avoir une origine différente. Dans ce cas, nous associons le coût total de l'élément à l'origine de son composant principal. Prenons l'exemple d'un doublage, le coût des rails n'étant pas distingué de celui du plâtre. Nous choisissons d'attribuer au coût total du doublage l'origine géographique globale de son composant principal à savoir, dans notre exemple, le plâtre.
- Les autres éléments, secondaires, sont associés par défaut à l'origine géographique globale des éléments prépondérants composant leur lot.
- Certains lots représentant une faible part du coût total (lot plomberie) ou un faible intérêt dans la comparaison des bâtiments car identiques pour les deux variantes (VRD) sont écartés de l'étude par manque de données.

Certaines origines géographiques font l'objet d'hypothèses. Nous proposons ci-dessous la justification de certaines d'entre elles.

Origine du béton :

Le béton est principalement composé de ciment, de granulats et de sable. Les toupies de béton prêt à l'emploi voyagent peu pour des raisons techniques. Généralement leur rayon d'action est compris entre 20 et 30 km car sa mise en place sur l'ouvrage ne doit pas excéder deux heures d'après le SNBPE.

Les ciments sont principalement composés de clinker et d'adjuvants. Il existe plusieurs types de ciment dont les compositions sont encadrées par la norme NF EN 197-1.

En 2014, la production de clinker en France est de 13 146 kt. 347 kt sont importées, 183 kt sont exportées, soit un solde importateur de 1,2%. La consommation de clinker en France s'élève à 13 310 kt.

En 2014, la production de ciment en France est de 16 426 kt. 2935 kt sont importées et 1067 kt sont exportées, soit un solde importateur de 11,4%. La consommation de ciment en France est de 18 165 kt en 2014.

En s'appuyant sur ces données, nous estimons que le ciment est d'origine française à plus de 85%¹⁷, nous retenons donc une origine française.

En 2016, la production française de granulats s'élève à 330,1 millions de tonnes. 10,7 Mt sont importées, 9 Mt sont exportées. Notre source ne cite pas ce chiffre pour 2016, mais en 2014, sur la consommation totale, 23,1% des granulats sont issus du recyclage.

Ainsi, la part importée des granulats semble faible par comparaison à la consommation française. Nous considérons que les granulats sont également originaires de France¹⁸.

Suite à ces observations, nous considérons que le béton est d'origine globale drômoise, sa fabrication étant localisée dans le département.

Origine des aciers :

Pour déterminer l'origine des aciers d'armature du béton armé, la Figure 54 représente les flux de production de l'acier en 2014 (source : rapport *Prospective Energie Matière* réalisé par l'Institut négaWatt, Solagro et Enertech pour l'ADEME ¹⁹):

¹⁷ Source des chiffres : Infociment sur l'année 2014 (CIM Béton, ATILH et Syndicat Français de l'Industrie Cimentière, 2015)

¹⁸ Source des chiffres : UNICEM, UNPG sur l'année 2016, 2017/2018

¹⁹ Source : Emmanuel RAUZIER (Institut négaWatt), Benoît VERZAT (Institut négaWatt), Thomas LETZ (Institut négaWatt), Thierry RIESER (ENERTECH), Simon METIVIER (Solagro), Stéphane MOTEAU (ENERTECH), Camille JULIEN (ENERTECH) ; 2019 TRANSITION INDUSTRIELLE - PROSPECTIVE ENERGIE MATIERE : VERS UN OUTIL DE MODELISATION DES NIVEAUX DE PRODUCTION, 155 pages. Disponible au lien suivant : <https://www.ademe.fr/transition-industrielle-prospective-energie-matiere-vers-outil-modelisation-niveaux-production>

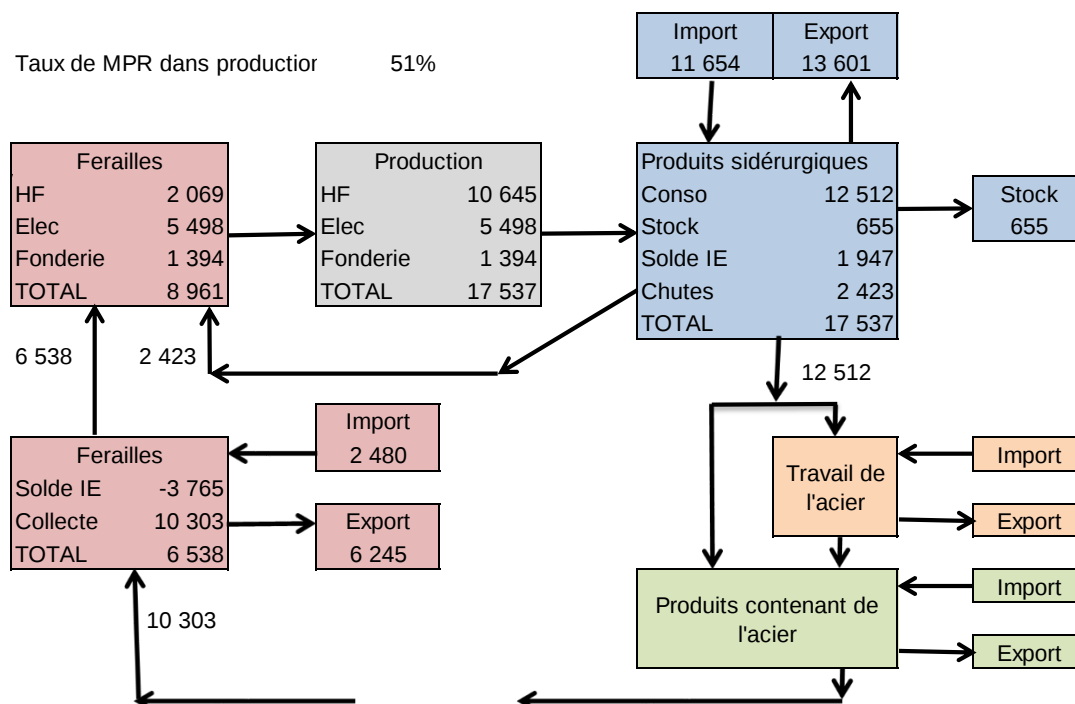


Figure 54 : Flux de production de l'acier en 2014

Comme nous observons des échanges imports/exports importants, nous proposons de retenir que l'acier est européen.

Origine du polystyrène expansé :

Le composant de base du polystyrène expansé est le monomère styrène qui est extrait d'un sous-produit de raffinage du pétrole appelé le naphta²⁰. L'origine de sa matière première est donc mondiale.

En France en 2016, 187 Mt de polystyrène sont importées, 356 Mt consommées et 378 Mt exportées (source : rapport *Prospective Energie Matière* réalisé pour l'ADEME ²¹).

A dire d'expert, globalement, la France importe des billes de PSE d'Europe et exporte des produits finis en polystyrène. L'expansion se déroule en France.

Ainsi, nous proposons de retenir une origine géographique globale européenne pour le polystyrène expansé.

Origine du plâtre :

²⁰D'après l'AFIPEB, Association Française de l'Isolation en Polystyrène Expansé dans le Bâtiment : <https://www.afipeb.org/b2c-comment-est-fabrique-le-polystyrene-expanse/>

²¹ Source : Emmanuel RAUZIER (Institut négaWatt), Benoît VERZAT (Institut négaWatt), Thomas LETZ (Institut négaWatt), Thierry RIESER (ENERTECH), Simon METIVIER (Solagro), Stéphane MOTEAU (ENERTECH), Camille JULIEN (ENERTECH) ; 2019 TRANSITION INDUSTRIELLE - PROSPECTIVE ENERGIE MATIERE : VERS UN OUTIL DE MODELISATION DES NIVEAUX DE PRODUCTION, 155 pages

A dire d'expert, le plâtre est fabriqué à partir de gypse principalement issu de carrières françaises. Le transport de cet élément lourd est délicat et peu rentable car les plaques de plâtre sont bon marché.

Ainsi, le plâtre est considéré comme français.

5.2.2 Localisation des emplois générés

La localisation des emplois générés par les constructions permet de caractériser les retombées économiques territoriales.

La première piste envisagée est de contacter les entreprises du chantier de LowCal-réel afin de leur demander la part « main d'œuvre et matériaux ». Depuis le chantier, certaines entreprises ont fait faillite, cette piste s'est avérée donc impossible à mener.

Après avoir décortiqué la bibliographie pour en extraire des données exploitables ou des études similaires menées sur le sujet, nous constatons la pauvreté des éléments trouvés. Une étude sur les dynamiques de l'emploi dans les filières bioéconomiques pour le Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces ruraux (Rapport n° 15056, Avril 2016) indiquait même que « les données qualitatives attendues sur l'emploi bioéconomique sont en effet inexistantes, ou inconnues des professions et des institutions tandis que les analyses économiques quantitatives liées aux dynamiques de l'emploi sont au minimum insuffisantes, et surtout sans méthode d'évaluation ».

Pour nous sortir de cette impasse, nous nous sommes repliés sur la donnée générale de 11,2 ETP/M€ de chiffre d'affaires pour la construction des bâtiments (Source P. QUIRION, centre CIREC). Cette donnée est utilisée dans l'outil TETE (Transition Écologique Territoires Emplois) qui permet d'effectuer une estimation des emplois créés à travers des politiques de transition écologique à l'échelle d'un territoire. Ce ratio nous permet, à l'aide des origines géographiques déterminées dans la partie précédente, d'estimer le nombre d'ETP créés aux différentes échelles.

Malheureusement, nous n'avons pas trouvé d'éléments bibliographiques nous permettant d'affiner ce ratio par lot de la construction. Nous avons la conviction que le gros œuvre est moins intensif en emplois que le façonnage des briques de terre crue par exemple. Faute de données, nous ne pouvons pas appuyer ces éléments par des chiffres. Nous avons trouvé que pour la filière bois, il est souvent estimé que 300 m³ de bois d'œuvre récoltés créent un emploi direct pendant un an (d'après la DRAF R.A, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt Rhône-Alpes, 1992). Ce chiffre prend en compte la gestion forestière, l'exploitation et le transport ainsi que les premières transformations du bois. Nous regrettons de ne pas avoir des données similaires pour d'autres lots de la construction, la donnée concernant la filière bois ne permettant pas d'affiner notre étude à elle seule.

5.2.3 Résultats et conclusion

La Figure 55 présente les montants des lots des chantiers de LowCal et du bâtiment standard équivalent ainsi que les origines territoriales associées.

Nous rappelons que certains lots (notamment Plomberie et VRD) ont été écartés de l'étude. Malgré cela, 80% des coûts du chantier de LowCal ont été associés à une origine géographique et 71% pour LowCal-RTeq.

	Lot	Montant total lot	Élément	Provenance matière première	Transformation intermédiaire	Fabrication produit fini	Coût de l'élément (si connu)	Origine globale élément	Source origine
LowCal	Ossature bois - charpente	262 743 €	Bois charpente	Département	Département	Département	25 784 €	Département	Artisan
			Murs extérieurs bois+paille	Département	Département	Département	34 575 €	Département	Artisan
			Bardage extérieur	Mondiale			12 750 €	Mondiale	Artisan
			Planchers bois	Département	Département	Département	95 082 €	Département	Artisan
			Autres éléments				94 552 €	Département	A partir de l'origine des autres éléments du lot prépondérants (bois)
	Gros œuvre	135 000 €	Béton	France	Département	Département	24 882 €	Département	ADEME industries
			Acier	Europe	Europe	Europe	14 971 €	Europe	ADEME industries
			Isolant PSE	Monde	Europe	France	23 182 €	Europe	ADEME industries
			Autres éléments				71 965 €	Europe	A partir de l'origine des autres éléments du lot
	Doublage/cloisons	46 045 €	Plâtre	France	France	France		France	A dire d'expert. Élément prépondérant plâtre donc lot considéré origine France
			Rails	Monde	Monde	Monde			
			Isolant cloisons et doublages	France	France	France			
	Murs terre crue	24 344 €	Murs terre crue	Département	Département	Département	24 344 €	Département	Artisan
	Électricité	82 725 €	Luminaires	Monde	France	France	8 816 €	France	Fabriqueur
			Appareillage	Monde	France	France		Monde	Dire d'expert
			Autres éléments	Monde	Monde	Monde			Dire d'expert
	PV	38 367 €	Panneaux	Monde	Région	Monde	22 659 €	Région	Fabriqueur : Photowatt
			Autres éléments				15 708 €	Europe	Fabriqueurs : onduleur européen, câbles du monde, disjoncteurs et tableaux électriques français.
	Menuiseries extérieures	63 680 €	Bois menuiseries extérieures et vitrages	Europe	Europe	Europe	48 658 €	Europe	Dire d'expert
			BSO	Monde	Europe	Europe	15 022 €	Europe	Fabriqueur
	VMC	25 921 €	Centrale double flux	Europe	Europe	Europe	25 921 €	Europe	Fabriqueur
	Menuiseries intérieures	48 753 €	Frêne escalier bois RdC-R+1	France	Département	Département	2 928 €	Région	Artisan
			Frêne portes intérieures	France	Département	Département	15 457 €	Région	Artisan
			Autres éléments				30 368 €	Région	A partir de l'origine du bois, prépondérant dans le lot.
	Planchers terre crue	15 123 €	briques de rebuts	France	France	France	15 123 €	France	Fabriqueur
	Isolation combles	5 922 €							
	VRD	114 408 €							
	Peintures	25 184 €							
	Sols souples	34 808 €							
	Plomberie sanitaires	9 322 €							
LowCal-RTeq	Ossature bois - charpente	70 562 €	Autres éléments					Département	Conformément au "reste" de LowCal, origine régionale
	Gros œuvre	255 440 €	Béton	France	Département	Département	93 686 €	Département	Nous estimons que le prix de l'acier représente 20% des éléments en béton armé, le reste concernant le béton.
			Acier	Europe	Europe	Europe	32 172 €	Europe	
			PSE	Monde	Europe	France	57 617 €	Europe	
			Autres éléments				71 965 €	Europe	
	Doublage/cloisons	36 733 €	Doublages-cloisons					France	Dire d'expert. Élément prépondérant plâtre donc lot considéré origine France
	Électricité	82 725 €	Luminaires	Monde	France	France	8 816 €	France	Fabriqueur
			Appareillage	Monde	France	France		Monde	Dire d'expert
			Reste	Monde	Monde	Monde			Dire d'expert
	VMC	27 359 €	Ventilation	Europe	Europe	Europe		Europe	Dire d'expert
	Installation DRV	54 844 €	Installation DRV	Monde	Monde/Europe	Monde/Europe		Monde	Dire d'expert + origine des usines de fabrication Daikin
	Menuiseries extérieures	47 039 €	Menuiseries ext	Europe	Europe	Europe		Europe	Dire d'expert
	Menuiseries intérieures	33 153 €							
	Isolation combles	5 922 €							
	VRD	114 408 €							
	Peintures	25 184 €							
	Sols souples	40 933 €							
	Plomberie sanitaires	11 888 €							

Figure 55 : Coûts et origines géographiques associées

La Figure 56 présente sous forme graphique les résultats précédents en précisant le nombre d'emplois créés aux différentes échelles territoriales.

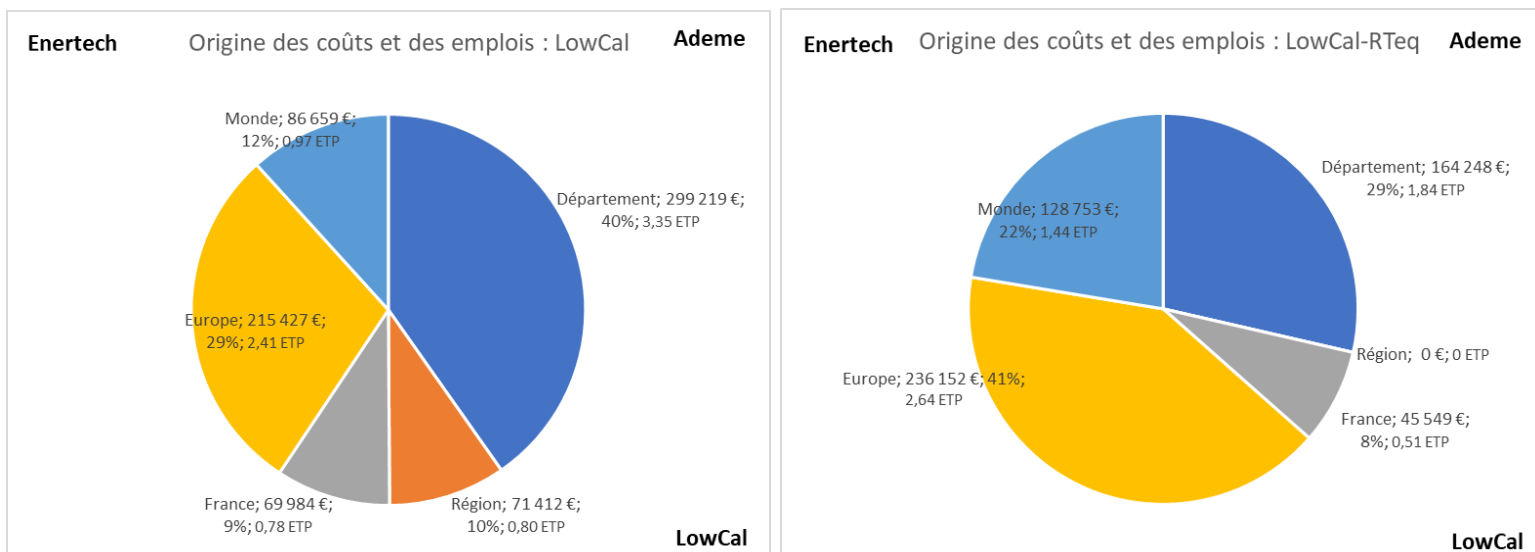


Figure 56 : Origine des coûts et des emplois

La majorité des coûts et des emplois engendrés par le chantier de LowCal est orientée vers le département (40%) et la région (10%). Si nous élargissons notre champ à la France, cette proportion s'élève à environ 60%. Le reste est majoritairement dirigé vers l'Europe (29% contre 12% pour le monde). Sous nos hypothèses, nous pouvons conclure que la majorité des coûts et des emplois engendrés par la construction de LowCal est locale, orientée vers la France, la région et surtout le département.

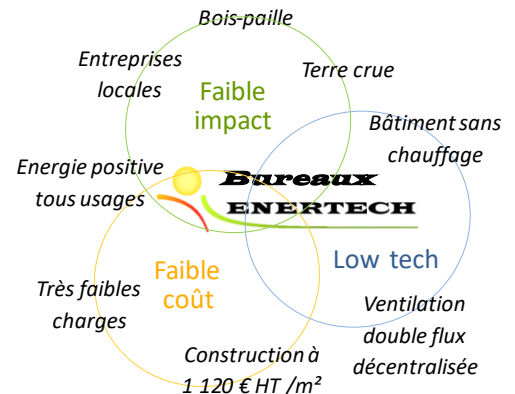
Les coûts et emplois générés par le chantier de LowCal-RTeq sont dirigés majoritairement vers l'Europe (41%) et le monde (22%). La proportion en direction de la France, qui s'élève à 37% (dont 29% pour le département), est de 22 points moins importants que celle observée pour LowCal.

Cette analyse, bien qu'imprécise par de nombreux aspects, semble **confirmer notre intuition que le recours à des filières constructives de type ossature bois et géosourcé, ainsi qu'une attention particulière au choix de matériaux locaux, permet de maximiser l'impact économique de la construction sur les territoires proches**, et de limiter les échanges internationaux de produits de construction, dont l'impact sur la planète n'est plus à démontrer.

6 Conclusion de l'étude

Les études réalisées confirment l'intérêt du concept LowCal dans les domaines énergétique, environnemental et économique, confirmant ainsi nos intuitions initiales lors de la conception rappelées ci-contre :

Afin que ces résultats soient reproductibles, nous rappelons que nous avons neutralisé la sobriété d'usage du bâtiment réel, pour prendre en compte un usage plus générique (défini à la tâche 5.1, et brièvement rappelé au § 1).



Sur le plan énergétique, LowCal est logiquement plus performant que la variante fictive ne respectant que la RT2012. Ses besoins de chauffage sont très faibles grâce à un haut niveau d'isolation. Celui-ci est bénéfique aussi en période estivale car l'isolation permet de réduire les besoins frigorifiques en valorisant la fraîcheur stockée et en limitant les apports de chaleur à travers les parois. Les stratégies estivales (occultations et aération) permettent à LowCal d'être confortable sans installation active de rafraîchissement, ce qui est à la fois moins consommateur d'énergie, plus résilient, et ce qui réduit l'impact climatique des systèmes.

Concernant le domaine environnemental, LowCal a un bilan carbone particulièrement bas. Le bâtiment atteint le niveau carbone le plus exigeant au sens du référentiel Énergie-Carbone (**niveau Carbone 2**). Avec les deux outils de calculs proposés, le bilan carbone de LowCal est meilleur que celui du bâtiment standard équivalent. L'écart entre les impacts carbones des bâtiments varie énormément en fonction de la méthode de calcul employée, de +33% pour la variante fictive RT2012 par la méthode E+C- à un rapport de 3,7 dans le calcul avec e-LICCO.

L'installation d'énergie renouvelable de LowCal lui permet aussi d'être à **énergie grise positive**. La production photovoltaïque, en moyenne 6 fois supérieure à sa consommation tous usages, permet à l'énergie d'exploitation du bâtiment de compenser au bout de 37 ans l'énergie mise en jeu pour sa construction, sa maintenance et sa fin de vie.

A propos de l'aspect économique, malgré un surcoût d'investissement de l'ordre de 15% par rapport à la variante fictive RT2012 en béton isolé en ITE polystyrène, LowCal présente un **coût global** actualisé à 50 ans inférieur à celui du bâtiment standard. La simplicité des systèmes, issue de la démarche de conception low-tech, rend les coûts d'entretien favorables à LowCal. De plus, la production d'électricité photovoltaïque lui permet d'avoir des charges positives pour le poste « consommation d'eau et énergie » et ainsi de s'affranchir de l'effet de probables hausses des coûts de l'électricité.

L'investissement de LowCal est par ailleurs davantage orienté vers les **entreprises et les emplois locaux**. La majorité des coûts et des emplois générés par son chantier est orientée vers la France (à 60%) et plus particulièrement vers le département (à 40%). La proportion des coûts se dirigeant vers la France pour le bâtiment standard est estimée à 37%, soit 22% de moins que pour LowCal.

Le bâtiment LowCal démontre ainsi qu'il est possible de concilier les **bâtiments à énergie positive** et même à énergie grise positive, et plus globalement à **faible impact environnemental** avec une **maîtrise des coûts de construction**, un **coût global attractif** et une meilleure **résilience** notamment face au réchauffement climatique.

Le tableau suivant résume les principaux résultats de l'étude :

	LowCal-générique	LowCal-RTeq	Références (tâche sous tâche / paragraphe) et remarques
Déperditions enveloppes [W/K]	247	422 (+71%)	3-2 / 2.1 (Hors renouvellement d'air)
Inertie séquentielle [MJ/K]	501	608 (+18%)	3-2 / 2.1 (Gain murs extérieur béton ITE)
Bbio	35,9	75,5	3-2 / 2.2
Cep [kWh _{ep} /an]	-98,7 (18.4 sans PV)	100,3	3-2 / 2.2
Besoin de chauffage par STD [kWh/m ² /an]	3,6	9,4 (+161%)	3-2 / 2.3
Puissance max chauffage [W/m ²]	5,6	16,5 (+195%)	3-2 / 2.3
Conso tous usages [kWh élec /m ² /an]			3-2 / 2.6 et 3.3.3
Bilan carbone selon E+C-Eges (kg _{eq} CO ₂ /m ² _{SdP})	966 (C2)	1284 (+33% ; C1)	3-2 / 3.4.1
Bilan carbone selon E+C-Eges _{PCE} (kg _{eq} CO ₂ /m ² _{SdP})	816 (C2)	929 (+14% ; C1)	3-2 / 3.4.1
Bilan carbone e-LICCO (kg _{eq} CO ₂ /m ²)	241	903 (x3,7)	3-2 / 3.5.1 (principale différence de méthode : carbone biogénique et prise en compte du PV)
Energie primaire non renouvelable consommée sur 50 ans [kWh/m ²]	-1705	4074	3-2 / 4.1
Coûts d'investissement [k€]	1 402	1 197 (-15%)	3-2 / 5.1.2
Coûts globaux à 50 ans [k€]	1 540	1 976 (+28%)	3-2 / 5.1.3
Part de l'investissement destiné à la France	60% (40% pour le dpt)	37% (29% pour le dpt)	3-2 / 5.2.3

Figure 57 : Résumé des principaux résultats de l'étude

Liste des Annexes

Annexe 1 - Hypothèses LowCal thermACV

Annexe 2 - Hypothèses LowCal-RTeq thermACV

Annexe 3 - Hypothèses LowCal e-LICCO

Annexe 4 - Hypothèses LowCal-RTeq e-LICCO

Annexe 5 - Rapport de labellisation E+C- - Lowcal

Annexe 1 : Hypothèses LowCal thermACV

Lot	Chapitre	Élément	Donnée environnementale utilisée	Code de la fiche de la donnée environnementale	Remarque	Catégorie - élément	Lot et sous-lot de l'élément	Hypothèses/Remarques
VRD	I-06 Geotextile	Fourniture et pose de géotextile type BIDIM classe 6	Géotextile en polypropylène (300g/m²) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 7993		Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	I-07 Bordures de trottoir	Fourniture et pose de bordures de trottoir	Bordure et caniveau en béton préfabriqué - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13303		Voies et parking- Bordure de trottoir	1-VRD 1.3-Voie, Revêtement, Cloture	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	I-07 Bordures de trottoir	traverses bois acacia classe 4-120*200*2000mm 15cm origine locale						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
VRD	I-08 Soutènements	enrochement et mur de soutènement finition pierres sèches. 140 m² enrochement de 0,8m de large						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
VRD	I-09 chaussée en enrobe bitumineux	chaussée en enrobe bitumineux	Chaussée en enrobé bitumineux à chaud représentative du marché français	id: 4800		Voies et parking- Soutènements, Chaussée et Stabilisé compact	1-VRD 1.3-Voie, Revêtement, Cloture	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	I-10 Stabilisé compact	construction d'un sol compact	Gravier pour voie (A4 + 0 - 100 km) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 10979		Voies et parking- Soutènements, Chaussée et Stabilisé compact	1-VRD 1.3-Voie, Revêtement, Cloture	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. Volume de gravier de 0,24440-88m3. Si masse volumique gravier de 1,7 tonnes/m3, masse de gravier de 149,6 tonnes.
VRD	I-11 Dalles béton lave aspect lisse	Fourniture et mise en œuvre	Dalles de voirie et revêtements extérieurs en béton préfabriqué (ép. = 5 cm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13300		Voies et parking- Dallettes béton	1-VRD 1.3-Voie, Revêtement, Cloture	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	II-02.2 Canalisations/	*Canalisations PVC rigide type Bi-PEAU, y compris culbutes de raccordements, joints, et accessoires divers. *	Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13289		Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	II-02.3 Enrobage en béton des collecteurs	Enrobage en béton des collecteurs et branchements, en fonction du diamètre des canalisation						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul. Nous n'avons aucun moyen d'estimer les quantités de béton.
VRD	II-02.4 Tabouret de branchement	*Fourniture et pose de tabouret de branchements, en béton y compris terrassement et tampion, profondeur maxi 1,50m. *Fourniture et pose de regard à grille siphonide, y compris en fonte ductile classe C250, et surprofondeur pour la décantation.						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul. Nous n'avons aucun moyen d'estimer les quantités de béton.
VRD	II-02.5 Regard à grille siphonide		Regard de visite en béton pour réseaux d'évacuation et d'assainissement en béton (Dint entre 300 et 500mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13757		Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	II-02.6 Caniveau à grille	Fourniture et pose de caniveau y compris grille en fonte ductile classe C250	Bordure et caniveau en béton préfabriqué - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13303		Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	Pas de MDEGO se rapprochant comprenant la grille - MDEGO qui se rapproche le plus de la réalité.
VRD	II-02.7 Puits d'infiltration	Construction de puits d'infiltration pour évacuation des eaux pluviales, y compris système de fermeture, terrassements, géotextile et galets 80/60	Gravier pour voie (A4 + 0 - 100 km) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 10979	Gravier. V= 3,18+6,36=9,54m3	Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	Galets assimilés au gravier (unité fonctionnelle équivalente). V = 9,54 m3 (calculé à partir des dimensions renseignées). Si masse volumique glet = 1,7 tonne/m3 : masse de 16,218 tonnes.
VRD	II-02.7 Puits d'infiltration	Construction de puits d'infiltration pour évacuation des eaux pluviales, y compris système de fermeture, terrassements, géotextile et galets 80/60	Géotextile en polypropylène (300g/m²) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 7993	Géotextile. S=1,76+2=3,53 m²	Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. S = 3,53 m² (calculée à partir des dimensions renseignées).
VRD	II-02.8 Drain	Mise en œuvre de drain en gilet de fondation, y compris gravier drainant 60/80, géotextile et regards borges	Réseau d'évacuation et d'assainissement en polyéthylène haute densité (DN entre 50 et 200mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13735		Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	Ne contient pas le gravier ni le géotextile car leur masse/dimensions sont inconnues.
VRD	II-03.2 Canalisation	Fourniture et pose de canalisation en PPHD 16 bars en tranchée ouverte	Réseaux d'adduction d'eau en polyéthylène (Diam. ext. entre 200 et 500 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13420		Réseaux-AEP	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	Ici on prend la MDEGO avec un diamètre bien supérieur au réel.
VRD	II-03.3 Regard compteur d'eau	*Fourniture et pose d'un regard compteur d'eau en béton. *Fourniture et pose d'un regard de tirage. *Fourniture et pose d'une bouche d'arrosage incongelable complète.	Regard de visite en béton pour réseaux d'évacuation et d'assainissement en béton (Dint entre 300 et 500mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13757	Que regard compteur d'eau	Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. Bien que l'unité fonctionnelle ne correspond pas à notre élément, cette fiche a été choisie pour ne pas laisser d'impact nul.
VRD	II-03.4 Regard de tirage		Regard de visite en béton pour réseaux d'évacuation et d'assainissement en béton (Dint entre 300 et 500mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13757		Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. Bien que l'unité fonctionnelle ne correspond pas à notre élément, cette fiche a été choisie pour ne pas laisser d'impact nul.
VRD	II-03.5 Bouche d'arrosage							Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul. Nous n'avons aucun moyen d'estimer les quantités de béton.
VRD	III-01.2 Fourreaux	Fourniture et mise en œuvre de fourreaux type JANOLENE D40	Gaine TPC en polyéthylène (Diamètre ext. = 63 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 8473	45 +26 =71 ml	Réseaux électriques- Fourreaux VRD	10-Réseaux d'énergie (Courant fort) 10.1-Réseaux électriques	Ici on prend la MDEGO avec un diamètre bien supérieur au réel.
VRD	III-01.2 Fourreaux	Fourniture et mise en œuvre de fourreaux type JANOLENE D160	Gaines et fourreaux en polyéthylène (DN entre 100 et 200mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13751	2+26=52 ml	Réseaux électriques- Fourreaux VRD	10-Réseaux d'énergie (Courant fort) 10.1-Réseaux électriques	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	III-01.3 Regard de tirage	Fourniture et mise en place de regard de tirage	Regard de visite en béton pour réseaux d'évacuation et d'assainissement en béton (Dint entre 300 et 500mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13757	Regard de tirage	Réseaux-Canalisations, tranchées et drain	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. Bien que l'unité fonctionnelle ne correspond pas à notre élément, cette fiche a été choisie pour ne pas laisser d'impact nul.
VRD	III-02.2 Fourreaux	Fourniture et pose de fourreaux PVC type LST 3XD41,4/45	Gaines et fourreaux en PVC (DN=100mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13750	3+23=69ml	Réseaux électriques- Fourreaux VRD	10-Réseaux d'énergie (Courant fort) 10.1-Réseaux électriques	Ici on prend la MDEGO avec un diamètre bien supérieur au réel.
Gros œuvre	003 3-Fondation-03.0010/-03.0100	Gros béton A-C-SB1-SB2	Gros béton C20/25 X0 CEM I/A (v.1.3)	id: 9194		Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	003 3-Fondation	Fûts B.A Pergola et abri 2 roues	Configurateur BETIE		m³=V/S=2,86ml	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	003 3-Fondation	Semelles armées B90/50ht	Configurateur BETIE		m³=V/S=30,73ml	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	003 3-Fondation	Longrines L1-L2-L3 20 et 30/90HT - Béton de propreté	Béton de propreté (v.1.3)	id: 12465		Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	003 3-Fondation-03.0110.-03.0140	Longrines L1-L2-L3 20 et 30/90HT	Configurateur BETIE		m³=V/S=148,53ml	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	03.0180	Etanchéité SOMDBAIN	Géotextile en polypropylène (300g/m²) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 7993	55,910m²	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	03.0170	Isolation type Knauf Therm Perimax ép. 120mm	KNAUF Perimax 148mm (v.1.1)	id: 8005	75,63m³	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	03.0180	Isolation type Knauf Xtherm Sol th30 ép. 100mm	KNAUF Xtherm Sol th30 101mm (v.1.1)	id: 8013	156,72m³	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	03.02	Drain sur cunette	Système de drainage en PVC (DN=125mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5692	14,25 ml	Fondations et infrastructures- Fondations	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	004 4-Dallages	Plate-forme sous dallage ép 50cm.	Gravier pour voie (A4 + 0 - 100 km) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 10979		Fondations et infrastructures- Planchers	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. Volume de gravier de 79,73m3. Si masse volumique gravier de 1,7 tonnes/m3, masse de gravier de 135,541 tonnes.
Gros œuvre	004 4-Dallage-04.0020	Dallage intérieur ép 15cm 25T40C	Dallage sur terre plein en béton d'épaisseur 0.15 m, C25/30 XC1 CEM I/A (v.1.4)	id: 12452		Planchers haut et toitures- Plancher haut	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	004 4-Dallage-04.0050	Dallage intérieur ép 20cm TS 12kg/m2 et HA 3kg/m2	Configurateur BETIE			Planchers haut et toitures- Plancher haut	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	004 4-Dallage-04.0060/-04.0030	PV pour isolation dallage type KNAUF Xtherm Sol Th30 ép 190mm	KNAUF Xtherm Sol Th30 101mm (v.1.1)	id: 8013	S=222,26m²	Murs extérieurs-Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	006 6-Structure verticale	Mur B.A	Configurateur BETIE		S=V/(0,25-177,2m²	Murs extérieurs- Structure verticale	3-Superstructure, Maçonnerie 3.3-Éléments verticaux (Façade)	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	006 6-Structure verticale-06.0080	Etanchéité SOMDBAIN	Géotextile en polypropylène (300g/m²) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 7993		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.

Gros œuvre	006 6-Structure verticale-06.0090	Isolation type KNAUF Xtherm Sol Th30 ép 128mm	KNAUF Xtherm Sol Th30 101mm (v.1.1)	id: 8013		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	006 6-Structure verticale	Poteaux B.A	Configurateur BETIE		m=3,25 ml	Murs extérieurs- Structure verticale	3-Superstructure, Maçonnerie 3.5-Éléments verticaux (Poteaux)	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	007 7-Planchers	Poutres B.A 30/50ht	Configurateur BETIE		m=0,07ml	Fondations et infrastructures- Planchers	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	Utilisation du configurateur BETIE.
Gros œuvre	007 7-Planchers	Plancher sur prédalles	Prédalle en béton armé (v.1.1)	id: 12526	S=169,07m³	Planchers haut et toitures- Plancher haut	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	007 7-Planchers	Plancher sur prédalles	Béton armé pour dalle de compression, C25/30 KC1XC2 CEM 44 (v.1.1)	id: 12520	V=0,15x169,07=25,36m3	Planchers haut et toitures- Plancher haut	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	008 8-ouvrages divers	Escalier droit largeur 1,51m- Hauteur à monter 2,72m (entre RDI et RDC)	Escalier droit en béton armé larg. entre 80 et 140 cm - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13679		Fondations et infrastructures- Planchers	2-Fondations et infrastructures 2.1-Fondations	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	009 9-isolation extérieure/09.0010/09.0020	ITE revêtement en surface courante ép 20cm sur tableaux et linteaux	Acier de ferrallage - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 8101	M=1,4x2x38,54=107,912kg	Murs extérieurs- Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	009 9-isolation extérieure/09.0010/09.0020	ITE revêtement en surface courante ép 20cm sur tableaux et linteaux	Mortier d'enduit minéral (v.1.2)	id: 4249	S=38,540m²	Murs extérieurs- Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	0009 9-isolation extérieur-09.0030	Bavettes alu sur appui de fenêtres avec isolation						Déjà compté dans autre lot.
Bois Charpente Couverture	Mur extérieur bardage	Structure bois y compris renforts	Mur ossature bois avec montant d'une largeur de 145 mm et un entraxe de 60 cm non isolé, fabriqué en France (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13322		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	6-Façade et Menuiseries extérieures 6.3-Habillages et ossatures	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Mur extérieur bardage	Isolant paille intégré	Rempilage isolant en bottes de paille (issue de l'agriculture conventionnelle) (v.1.3)	id: 3248		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Mur extérieur bardage	Panneau Contreventant intérieur type OSB 12mm et extérieur type DWD 16mm	Panneau de lamelles de bois minces orientées OSB (oriented strand board) de type 3 (panneaux travaillants utilisés en milieu humide) bruts (v.1.1)	id: 12744		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	6-Façades et menuiseries extérieures 6.3-Habillages et ossatures	Le panneau extérieur est pris en compte dans le bardage. Il faut rajouter l'intérieur ici.
Bois Charpente Couverture	Mur extérieur bardage	Bardage (vides déduits)- y compris traitement des angles et tassautage 27°40- Surface	Bardage en bois massif (ép. 20 mm) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.3)	id: 13182		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	Bardage (vides déduits) y compris traitement des angles et tassautage 27x40	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Mur extérieur bardage	Enduit à base de chaux-ciment-support d'enduit type STUCANET	Mortier d'enduit minéral (v.1.2)	id: 4249		Murs extérieurs- Bardage et contreventement	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.2-Revêtement des murs et plafonds	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Ouvrages de contreventement	Contreventement C24	Charpente traditionnelle mixte chêne et résineux fabriquée en France (v.1.2)	id: 8723	Prend en compte des ferrures : même si elle est collective, on la préfère à la MDEGO.	Murs extérieurs- Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.5-Éléments verticaux (Poteaux)	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Accessoires de finitions (Murs Ext)	appui de fenêtre	Couvertine en aluminium laqué pour acrotère (ép. 2mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 8216		Fenêtre/PF/ façade rideau- Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. On mesure une largeur de 30 cm : 50x63mm*0,30 =18,3 m².
Bois Charpente Couverture	Ouvrages de contreventement	Ferrure mécano soudé de pré scellement			Pris en compte dans la charpente traditionnelle			Pris en compte dans la FDES "charpente traditionnelle".
Bois Charpente Couverture	Planchers Bois	Surface plancher	Plancher en bois massif (ép. 16mm) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13290		Planchers Haut et toitures- Plancher bois	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Plancher, Dalles, Balcons)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Planchers Bois	Surface de panneau contreventant OSB face supérieur	Contreventement en bois reconstitué (ép. 20 à 25mm) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.3)	id: 13197		Planchers Haut et toitures- Plancher bois	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Plancher, Dalles, Balcons)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Planchers Bois	Surface de planche de coffrage face inférieure plancher	Platelage en bois massif (ép. 25mm) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.3)	id: 13356		Planchers Haut et toitures- Plancher bois	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Plancher, Dalles, Balcons)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Planchers Bois	2 Solives, 3 Sommieres Murallière			Ces éléments sont considérés assimilables à des poutres en I	Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Plancher, Dalles, Balcons)	Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément (même sur DE-ROHS) : compté comme nul.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture	Poteau bois GL24h Chevêtre toiture pour chassif désenfumage	Charpente traditionnelle mixte chêne et résineux fabriquée en France (v.1.2)	id: 8723	On a considéré que tous les éléments (poteau bois GL24h, arbalétriers C24, pannes C24+échantignole, faîtière C24, chevrons C18, sablière C24, jambes de force C24, entrax simple/moisé C24, contreventement toiture C24, chevêtre toiture pour chassif désenfumage) sont inclus dans la charpente bois traditionnelle. Prend en compte des ferrures : même si elle est collective, on la préfère à la MDEGO.	Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	On a considéré que tous les éléments (poteau bois GL24h, arbalétriers C24, pannes C24+échantignole, faîtière C24, chevrons C18, sablière C24, jambes de force C24, entrax simple/moisé C24, contreventement toiture C24, chevêtre toiture pour chassif désenfumage) sont inclus dans la charpente bois traditionnelle. FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture	Tuile (y compris litelage...)	Petits éléments de couverture en terre cuite - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5794		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture	Ecran sous toiture	Écran de sous-toiture isolant (R=1m².K/W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5799		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture	Bandeau de rive	Solins et bandes de rives en zinc (largeur 100mm : ép. 0,55mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 8778		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture	Tuile faîtière						Comme nous n'avons pas la surface, nous supposons que la tuile faîtière a un impact négligeable à côté des tuiles déjà considérées auparavant.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture/Abri Vélo	Bac acier 75/100 y compris anti-condensation + peinture 25 mic / Bac acier	Grands éléments de couverture en acier - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13952		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture		Chêneaux (compris accessoire, fixation...)	Gouttière en zinc (développé de la gouttière 933 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13458		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture		Descente EP (compris accessoire, raccord fixations...)	Descente d'eaux pluviales en zinc (diamètre 100 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 13471		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente Bois, Structure et couverture	Voile de dome isolé Urc avec protectionsolaire	Lanterneau - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT	id: 10866		Planchers Haut et toitures- Charpente bois structure et couverture	4-Couverture, Etanchéité, Charpente, Zinguerie 4.2-Toiture en pente	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Pergolas							Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément en terme d'unité fonctionnelle : compté comme nul. Aucun quantitatif nous permettant de prendre en compte l'impact de cet élément.
Bois Charpente Couverture	Abri vélo	Bois C24						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément en terme d'unité fonctionnelle : compté comme nul. Aucun quantitatif nous permettant de prendre en compte l'impact de cet élément.
CVC	VMC	VMC Double flux décentralisées	VMC double flux auto-réglable (Débits moyens = 90 et 165 m³/h) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5574	Il existe une fiche " Caisson de ventilation individuelle double flux avec filtres (v.1.1) " id: 8598, collective, comprenant le fabriQuint Zeiherd mais les débits associés ne correspondent pas à nos modules VMCDF.	Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. Nous considérons là des débits bien supérieurs à la réalité (60m³/h au maximum).
CVC	VMC	CTA salle réunion	Centrale de traitement d'air double flux pour bâtiment tertiaire (Q = 1000 m³/h) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13711		Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	Filtres à air	Filtre à air - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5608		Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	Coude 90 galvanisé D250			longueur équivalente 50cm			Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément en terme d'unité fonctionnelle : compté comme nul.
CVC	VMC	Barre standard acier galvanisé 3m D250	Conduit rigide spiralé en acier galvanisé (DN entre 100 et 400 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13568		Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	Algaïne alu calo MD-M1 D200	Marchon d'isolation en poluréthane (DN= 30mm, ép. = 30mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 8227	Fiche plus proche de notre calo introuvable.	Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	CLIM COVER ROLL ALU KA ép 25 L 12m	Marchon d'isolation en laine de verre (DN 35 mm, ép. = 30mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 8226	Fiche plus proche de notre calo introuvable.	Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	BIM 300 D125 petit terminal métallique paroi	Entrée d'air - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5607		Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.

CVC	VMC	HélioS VSE 125			Aucune fiche trouvée pour des modules de réglage.			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	PEC galvanisé, piquage droit sur conduit bord large			longueur équivalente 80cm			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	TE galvanisé			longueur équivalente 50cm			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Collier universel galvanisé avec caoutchouc isolant			longueur équivalente 1m			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Quincaillerie (bande à trous, boîte à vis, bande mastic support alu)			Fiche pas trouvée : on les néglige à côté de la longueur des conduites			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Réduction ALUMINIE - Réduction conique concentrique emboutie			longueur équivalente 20x2 = 40 cm			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Coude circulaire à joints			Coude circulaire à joint : longueur équivalente 50cm ; 20cm pour le racc.			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Grille combinée ext blanche	Grille extérieure de ventilation de type pare-pluie en aluminu 200x200 - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	id: 11169		Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	Tube en PVC	Conduits rigides PVC (DN=160mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13517		Traitement de l'air et élément de désenfumage - Double flux	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.4-Traitement de l'air et éléments de désenfumage)	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	VMC	Dérivation PE Y 45° Dext 90mm			Longueur équivalente : 80cm			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Collier Iyre Optiflex (Conduits Polyéthylène) modèle Dext 90mm			Fiche pas trouvée : on les néglige à côté de la longueur des conduites			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Coude 90° circulaire (PEHD) Dext 90mm			Longueur équivalente : 50cm			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	VMC	Joints circulaires (PEHD)			Fiche pas trouvée : on les néglige à côté de la longueur des conduites			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
CVC	Chauffage	4 radiateurs électriques	Radiateur électrique (P=1kW) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	id: 8113		Equipements de production chaud/froid (hors cogé) - Radiateurs électriques	8-CVC (Chauffage, Ventilation, Refroidissement, ECS) 8.1-Equipements de production hors cogé	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	1 Alimentation en eau	vanne générale DN 32	Vanne quart-de-tour en laiton - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	id: 7992		Réseaux-AEP	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	2 Ensemble Filtre Rob prélèvement, réducteur pression	Ensemble Filtre Rob prélèvement, réducteur pression						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Plomberie Sanitaire	3 Compteur d'eau DN20 pour suivi	Compteur d'eau DN20 pour suivi	Compteur d'eau en composite - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 10399		Réseaux-AEP	1-VRD 1.1-Réseaux sur parcelle	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	4 Nourrice EF 8 départs avec vannes d'isolement	Nourrice EF 8 départs avec vannes d'isolement	Collecteur (insourrice+départeur+rc/seriettes) en laiton à 4 sorties - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 10865	Attention : x2 car 8 départs pour nous	Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	5 Distribution Pe bande bleue DN32	Distribution Pe bande bleue DN32	Réseau d'adduction d'eau en polyéthylène (diam. Ext. = 100 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13415		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les diamètres sont supérieurs à la réalité.
Plomberie Sanitaire	6 Distribution Pe bande bleue DN20 en terre plein	Distribution Pe bande bleue DN20 en terre plein	Réseau d'adduction d'eau en polyéthylène (diam. Ext. = 100 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13415		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les diamètres sont supérieurs à la réalité.
Plomberie Sanitaire	7 Bouchonnage en attente sur Pe bande bleue DN20	Bouchonnage en attente sur Pe bande bleue DN20			Aucune fiche trouvée	Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Plomberie Sanitaire	8 Distribution cuivre Cu 10x12	Distribution cuivre Cu 10x12	Réseau d'adduction d'eau en cuivre (diam. 18 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13156		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les diamètres sont supérieurs à la réalité.
Plomberie Sanitaire	9 Ditto 12x14		Réseau d'adduction d'eau en cuivre (diam. 18 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13156		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les diamètres sont supérieurs à la réalité.
Plomberie Sanitaire	10 Ditto 14x16		Réseau d'adduction d'eau en cuivre (diam. 18 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13156		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les diamètres sont supérieurs à la réalité.
Plomberie Sanitaire	11 Ditto 20x22		Réseau d'adduction d'eau en cuivre (diam. entre 18 et 40 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 13577		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	12 Calorifuge armalex 9 mm anticondensation L env 14m	Calorifuge armalex 9mm anticondensation L en 14m	Manchon d'isolation en polyéthylène (DN=35mm et ép.=13mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 7989		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les diamètres sont supérieurs à la réalité.
Plomberie Sanitaire	13 Calorifuge armalex ép 32mm pour CU 12x14		Manchon d'isolation en polyéthylène (DN=35mm et ép.=13mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 7989		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité (même si les diamètres sont inférieurs à la réalité).
Plomberie Sanitaire	13.1 Coquille isolante PU 40mm + revêtement PVC pour vannes 20x27							Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Plomberie Sanitaire	14 Tubes EU/EV sous dallage Dia 40		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	15 Tubes EU/EV sous dallage Dia 50		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	16 Tubes EU/EV sous dallage Dia 100		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	17 Tubes EU/EV sous dallage Dia 125		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	18 Tubes EU/EV en élévation Dia 40		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	19 Tubes EU/EV en élévation Dia 50		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	20 Tubes EU/EV en élévation Dia 100		Réseaux d'évacuation et d'assainissement en PVC - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13289		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	21 Clapet équilibrer de pression pour ventilation primaire D100				Fiche non trouvée			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Plomberie Sanitaire	22 Ballon ECS Electrique 75 litres y compris groupe de sécurité avec siphon et raccords		Chaufe-eau électrique [Capacité entre 50 et 200L] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13815		Canalisations, réseau et systèmes - Réseau plomberie et évacuations	9 - Installations sanitaire 9.2-Canalisations, réseaux et systèmes	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	23 Evier inox à encastrer 2 bacs ...		Evier en acier inoxydable (Long. 860 mm Larg. 500 mm Haut. 140 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 6591		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	24 Lavabo PMR y compris robinet EF temporisé...		Lavabo en céramique - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 8466		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	25 Lavabo vasque		Lavabo en céramique - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 8466		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	26 Lave main		Lavabo en céramique - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 8466		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Les lave-mains sont assimilés à des lavabos.
Plomberie Sanitaire	27 Receveur de douche		Receveur de douche en céramique - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 6399		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	28 Poignée de préhension pour douche - tube inox		Main courante d'escaliers en acier inoxydable (diam = 45mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 8288		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Longueur estimée : 50cm. Bien que l'unité fonctionnelle ne correspond pas à notre élément, cette fiche a été choisie pour ne pas laisser d'impact nul.
Plomberie Sanitaire	29 WC sur pied pour PMR avec réservoir de chasse		WC en céramique - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 8486		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	30 WC sur pied avec réservoir chasse...		WC en céramique - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 8486		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	31 Barre d'appui et de relèvement PMR pour WC - inox		Main courante d'escaliers en acier inoxydable (diam = 45mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 8288		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Longueur estimée : 50cm. Bien que l'unité fonctionnelle ne correspond pas à notre élément, cette fiche a été choisie pour ne pas laisser d'impact nul.
Plomberie Sanitaire	32 Attentes EU/EF/EU pour lave vaisselle				Fiche non trouvée			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Plomberie Sanitaire	32.1 Attentes EU/EV occultées en dalle				Fiche non trouvée			Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Plomberie Sanitaire	33 Robinet de puisage laiton...		Robinetterie en laiton - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13907		Éléments sanitaires et robinetterie - Plomberie sanitaire	9 - Installations sanitaire 9.1-Éléments sanitaires et robinetterie	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.

Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (BA18)	Placodur® BA18 18 mm (v.1.2)	id: 6621		Murs intérieur et cloisons- Doublage a isolation thermique	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.2 Doublage mur (Matériaux de protection)	FDES se rapprochant le plus de la réalité. Stot = 374,34x257+115+100,95=1221,59m²
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (ossature métallique)	Ossature en acier pour cloisonnement et plafonds suspendus (46 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 5833	Les ml d'ossatures ont été calculés à partir des ratios suivants, hypothèses sinist : - 1,6ml de rail par m² de paroi pour les cloisons - 2ml de rail par m² de paroi pour des plafonds suspendus.	Murs intérieur et cloisons- Doublage a isolation thermique	3-Superstructure, Maçonnerie 3.4 Eléments verticaux	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. La résistance thermique de la laine de bois est supérieure à la réalité. Les ml d'ossatures ont été calculés à partir des ratios suivants, hypothèses sinist : - 1,6ml de rail par m² de paroi pour les cloisons - 2ml de rail par m² de paroi pour des plafonds suspendus.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (laine de bois R=3,00 m²K/W)	Isolants thermiques et acoustiques pour murs (ITI) et cloisons en panneaux en laine et fibres de bois (R= 2,5 à 5 m².K/W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.3)	id: 13192		Murs intérieur et cloisons- Doublage a isolation thermique	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7 Eléments d'isolation	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (laine de bois R=1,25 m²K/W)	Isolants thermiques et acoustiques pour murs (ITI) et cloisons en panneaux en laine de bois et de laine de verre (R=2,5 m².K/W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 13537		Murs intérieur et cloisons- Doublage a isolation thermique	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7 Eléments d'isolation	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. La résistance thermique de la laine de bois est supérieure à la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.02 Cloison de distribution intérieure : cloison standard avec BA 18	Placodur® BA18 18 mm (v.1.2)	id: 6621		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.02 laine de bois 60 mm	Isolants thermiques et acoustiques pour murs (ITI) et cloisons en panneaux en laine de bois et de laine de verre (R=2,5 m².K/W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 13537		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7 Eléments d'isolation	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. La résistance de la laine de bois est supérieure à la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.05 Habillage BA13 HD colle sur mur BA	Plaque de plâtre Placodur® BA13 (v.1.1)	id: 4498		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.06 Habillage BA18 HD	Placodur® BA18 18 mm (v.1.2)	id: 6621		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.06 Isolation laine de bois 180mm	Isolants thermiques et acoustiques pour murs (ITI) et cloisons en panneaux en laine et fibres de bois (R= 2,5 à 5 m².K/W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.3)	id: 13192		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7 Eléments d'isolation	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Ecophon Master Rigid (v.1.1)	id: 7765		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité. 5 coulour R+1 = 38,25m².
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Plafond RigiflexTM 12/25 (v.1.2)	id: 4602		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité. 5 coulour R+1 = 38,25m².
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.07 Joints pour chassiss de désenfumage en BA18	Placodur® BA18 18 mm (v.1.2)	id: 6621		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.01 Porte coupe feu	Bloc porte 204x83 - ferme porte T390 argent	Bloc porte bois technique (avec huisserie bois) (v.1.3)	id: 12890		Portes - Portes intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité : contrairement aux MDEGO, elle prend en compte l'aspect de résistance au feu.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.02 Porte de placards techniques	204x83 ; 204x53 ; 204x43	Portes intérieures de communication avec huisserie bois (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 13939		Portes - Portes intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.03 Porte de distribution intérieure	Cadre frêne ; porte frêne , paumelles, serrure, ferrage, ensemble	Portes intérieures de communication avec huisserie bois (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 13939	Surface : 2,04x0,83x28=74,41m²	Portes - Portes intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.04 - tablettes bois	Tablettes bois en frêne de 28mmx30cm de prof	Appui de base et fenêtré en bois (profondeur 350mm) pour usage intérieur (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.2)	id: 13310	MI :- 8x1+1,1+1,25+1,5x5+2x2+17x2,5+3+4+0,8+0,52=72,6 7m	Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité. La profondeur est supérieure à la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.05 Cloison vitrée avec allège pleine et porte		Châssis vitré bois (v.1.2)	id: 12886		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.06 Chassis fixe SP10		Châssis vitré bois (v.1.2)	id: 12886		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.07 plans de travail pour vasques	plans hêtre lamellé collé de 38mm*60cm+ferme porte TS 90 argent						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.08 Escaliers et garde corps	Fabrication d'un escalier droit	Escalier en bois massif feuillu avec garde-corps (larg. 800 - 1000mm) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.3)	id: 13153		Planchers intermédiaires- Escaliers et garde corps	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Eléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.09 Habillage escalier béton	Marches, contre marches, profilé nez anti- dérapant, bande appel vigilance						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.10 Mains courantes							Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.11 Garde corps		Garde-corps en Bois (h = 1 à 1,20 ml) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 13836		Planchers intermédiaires- Escaliers et garde corps	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Eléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.12 Plinthes bois droites		Plinthe en bois massif (haut. 7 à 10 cm ; ép. 1,4cm) (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.1)	id: 13833		Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.13 Caissons							Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.14 Couvre joints							Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.15 Trappe combles 80x80		Trappe de visite bois, trappe d'accès aux combles bois et bloc-gaine ou façade de gaine technique bois (avec huisserie bois) (v.1.2)	id: 12884		Portes - Portes intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.16 Trappe de visite 40x40		Trappe de visite bois, trappe d'accès aux combles bois et bloc-gaine ou façade de gaine technique bois (avec huisserie bois) (v.1.2)	id: 12884		Portes - Portes intérieures	5-Cloisonnement, Doublage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.17 Porte étiquette DUNE 104x104							Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.18 Miroirs sanitaires	Miroirs sanitaires	Miroir (ép. = 4 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.2)	id: 13909	Surface miroir : 2x0,6x0,8+0,92x0,8+1,52x0,8+1,45x0,8x2=5,232m²	Installations sanitaires- Eléments sanitaires et robinetterie - Miroirs sanitaires	9-Installations sanitaire 9.1-Eléments sanitaires et robinetterie	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.19 Etagères vitrées	Glace 6mm bords polis 80x40 sur taquets chromés ; montants frêne massif percés 2,25x0,4x0,024						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.20 Echele 2 pans	Avec barre d'accroche, fixation murale et cadenas						Pas de MDEGO se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Menuiseries extérieures		Brise soleil orientable griesser	Brise soleil en aluminium (profondeur 0,12ml) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.2)	id: 12971	Surface BSO : 8x1,54x2,5+2x1,45x2+1,45x3+1,45x1,5=43,125m²	Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures		Volet coulissant et volets battant	Volets en bois massif (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.3)	id: 13252	Attention : quelles sont les dimensions du premier volet coulissant un vantail ? Sinon S = 48,175m²	Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	3211 ensemble composé d'une porte vitrée serrure cinq points à cylindre de 2350x1000 et d'un chassis fixe de 1450x1250	Porte	Porte d'entrée en bois reconstitué (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.2)	id: 13905		Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité : pas de porte vitrée dans la base INIES.
Menuiseries extérieures	3211 ensemble composé d'une porte vitrée serrure cinq points à cylindre de 2350x1000 et d'un chassis fixe de 1450x1250	Volet	Volets en bois massif (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.3)	id: 13252		Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	3212 ensemble composé d'une porte serrure cinq points à cylindre et d'un chassis fixe 1450x1500	Porte	Porte d'entrée en bois reconstitué (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.2)	id: 13905	Surface supposée égale à celle de la porte précédente.	Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	3212 ensemble composé d'une porte serrure cinq points à cylindre et d'un chassis fixe 1450x1500	Volet	Volets en bois massif (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT (v.1.3)	id: 13252				MDEGO se rapprochant le plus de la réalité.

Menuiseries extérieures		Fenetre/chassis + Vitrage porte	Fenêtres en bois massif triple vitrage [Uw = 1,2 W/m2.K] (Gestion durable) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13223	$Sfen = 2,5 \times 1,45 \times 3 + 1,45 \times 2,5 \times 8 + 7 \times 1,45 \times 2,5 + 2 \times 1,45 \times 2 + 4 \times 1,45 \times 1,5 = 8 \times 1,45 \times 1 = 87,325 m^2$	Fenêtre/PF/façade rideau - Menuiseries et occultations	6-Façades et menuiseries extérieures 6.2-Portes, fenêtres, fermeture, protection solaire	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Mur en terre crue		Fabrication de brique de terre crue à partir de la terre excavée et de sable de Crest (36).	Petits éléments de maçonnerie en briques de terre comprimée ou extrudée [p. 25 cm] [A4 = 0 - 100 km] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13465	Surface d'une brique : 8,5cm32cm environ soit $S=0,0272 m^2$ $S_{tot}=0,0272 \times 4500=122,4 m^2$	Murs intérieurs et cloisons - Mur en terre crue	5-Cloisonnement, Doubleage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.2-Doublage mur (Matériaux de protection)	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Peintures- Revêtements Muraux	B. Description des travaux	B.01 Enduit Pelliculaire sur murs et cloisons et sur plafonds BA	Revêtement pour murs et plafonds en enduit plâtre - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13331		Autres- Peintures	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.2-Revêtements des murs et plafonds	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Peintures- Revêtements Muraux	B. Description des travaux	B.02 Peinture sur plafonds BA et Faux-plafonds décoratifs	Peinture aqueuse intérieure - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.3)	id: 14120		Autres- Peintures	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.2-Revêtements des murs et plafonds	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Peintures- Revêtements Muraux	B. Description des travaux	B.03 peinture sur Mur	Peintures minérales - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13188		Autres- Peintures	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.2-Revêtements des murs et plafonds	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Peintures- Revêtements Muraux	B. Description des travaux	B.05 Lasure/B.06 Vitrification Escaliers	Lasures et vernis aqueux - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13239	S sans vitrification escaliers : 611,96 m²	Autres- Peintures	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.3-Éléments de déco et revêtements des menuiseries	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Peintures- Revêtements Muraux	B. Description des travaux	B.04 peinture sur muiseries et metalerie	PEINTURE BOIS TRES LONGUE DUREE ENVIRONNEMENT BLANCON (v.1.1)	id: 7172	S= 100,94m²	Autres- Peintures	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.3-Éléments de déco et revêtements des menuiseries	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
PV	Générateur photovoltaïque de 23660 Wc		Module photovoltaïque silicium monocristallin intégré au bâti (surface 6,67 m²) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 8519	Cette fiche comprend l'ensemble de l'installation photovoltaïque à savoir : modules photovoltaïques, onduleurs, câbles, disjoncteur, et supports.	Photovoltaïque-Installation PV	13-Equipements de production locale d'électricité Installation Photovoltaïque	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Cette fiche comprend l'ensemble de l'installation photovoltaïque.
Remplissage plancher intermédiaire	Briques de rebuts	70 Tonnes de Briques de rebuts transporter depuis Toulouse(411km)	Transport par camion benne - DONNEE ENVIRONNEMENTALE CONVENTIONNELLE (v.1.1)	id: 5555		Planchers intermédiaires- Remplissage plancher intermédiaire	3-Superstructure, Maçonnerie 3.1-Éléments Horizontaux (Planchers, Dalles, Balcons)	Comme il s'agit de briques destinées à être jetées, aucune fiche ne correspond à notre application. Nous prenons le transport de celles-ci en compte. 70x411+28770 L.km
Sols souples - Faïences	B. Description des travaux	B.01 Sols souples / en sol sur support béton/ en sol sur support bois	Revêtement de sol Linoléum acoustique en lils (v.1.1)	id: 9246	Stot = 381,28 + 239,47 = 620,75m²	Planchers bas-Sols	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.1-Revêtements de sols	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Sols souples - Faïences	B. Description des travaux	PV pour revêtement antidérapant dans douche						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Sols souples - Faïences	B. Description des travaux	B.03carreaux de faïence	Revêtement de sol dur en terre cuite [ép. 10mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13663		Planchers bas-Sols	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.1-Revêtements de sols	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Sols souples - Faïences	B. Description des travaux	B.04 Tapis interieur d'entrée	tapis de propreté à velours 100% polyamide (v.1.2)	id: 10359		Planchers bas-Sols	7-Revêtement des sols, mur et plafonds (Chape, Peintures, Produits de décoration) 7.1-Revêtements de sols	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Isolation toiture		ouate de cellulose	Isolant cellulosé « en vrac » en soufflage en combles en toiture sous rampants (v.1.2)	id: 10808	Scombles mesurée sur plan : 257,44m²	Murs extérieurs-Bardage et contreventement	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Éléments d'isolation	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189944 / C803387	Câble RV2 2x16mm2 noir. A la coupe. Minimum 10M.	Câble U1000 RV2 mono [Section conductrice de 25 à 70 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13610	38,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Poussoirs	Boutons-poussoirs - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 12669	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Obturbateurs	Boîte de dérivation - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5911	25,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Pour ne pas compter un impact nul, les obturbateurs sont assimilés à des boîtes de dérivation.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Interrupteurs 10 AX - 250 V~	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Contacteurs à marche forcée sans retour automatique ou mise en arrêt pour assurer la fonction test et le dépannage	Contacteurs - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 6421	2,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	carillon flaire	Carillons et sonneries - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5651	3,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	Poussoirs 6 A - 250 V~	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	2,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	Obturbateurs	Boîte de dérivation - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5911	6,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. Pour ne pas compter un impact nul, les obturbateurs sont assimilés à des boîtes de dérivation.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	Prises de courant Programme Mosaic	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Câbles H07V-U 1,5 mm2 Orange C100m	Câble base tension 0,6/1kV [Section conductrice de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	1 700,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188045 / C878792	Prises de courant Programme Mosaic.	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	3,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Câble anti-feu 2x1,5mm2 orange	Câble sécurité incendie [Section conductrice 100 mm²] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13832	300,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. La section des câbles est surestimée.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	ICTA 3422 souple Ø25mm couronne 100m - Système de conduit isolant, cINTRABLE, transversalement élastique, annelé. Double peau à effet glisse						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Gaine TPC Ø 40mm verte couronne de 25m - Système de conduit souple CINTRABLE. Double paroi, Annelé extérieur pour toutes protections électriques extérieures.						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Gaine TPC Ø 63mm rouge ou noire liseré rouge (selon arrivage) couronne de 25m - Système de conduit souple CINTRABLE. Double paroi, Annelé extérieur pour toutes protections électriques extérieures						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises de courant 20 A - 250 V	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	3,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises RJ 45 Cat. 6	Prises de courant faible - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 11128	92,00 u	Réseaux électriques de communication - Éléments de communication	11-Réseaux de communication 11.1 Réseaux électriques et de communications	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Interrupteurs 10 AX - 250 V~	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	33,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Moteurs volets	Motivation de volets isolants - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5941	12,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises simples	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	82,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises de courant Programme Mosaic	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	3,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Interrupteur variateur 0-10 V	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	3,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Boîtes rectangulaires	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Prises de courant 16 A - 250 V	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	3,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Prises RJ 45 Cat. 6	Prises de courant faible - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 11128	2,00 u	Réseaux électriques de communication - Éléments de communication	11-Réseaux de communication 11.1 Réseaux électriques et de communications	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Poussoirs coup de poing d'arrêt d'urgence	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	PRISE PROG MOSAC - 2P+T	MOSAC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes automatiques - Blanc (v.1.1)	id: 12393	4,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FOES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793724	Disjoncteurs	Disjoncteurs divisionnaires - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 6424	53,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Interrupteurs différentiels	Interrupteurs différentiels - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 12686	4,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	YESSS Electricité CRE/918122	Boîte à Boutons + Boutant Tournant	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	Préfectrique Quartier Bourgoumon	C100ml ROZV 3G1.5	Câble base tension 0,6/1kV [Section conductrice de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	4 500,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	Préfectrique Quartier Bourgoumon	2*100ml Foureau ICTA DN20						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Electricité	Préfectrique Quartier Bourgoumon	2*100ml Foureau ICTA DN25						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : complé comme nul.
Electricité	Préfectrique Quartier Bourgoumon	C100ml 2*CAT6A	Câble de communication en cuivre [Protocole 1G] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13977	2 400,00 m	Réseaux électriques de communication - Éléments de communication	11-Réseaux de communication 11.1 Réseaux électriques et de communications	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.

Electricité	PrefeElectricite FC1600882	C100ml 11*1.5 RRRROVIGMNB T25	Câble basse tension 0,6/1kV [Section conductive de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	1 100,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	PrefeElectricite FC1600882	C100ml R2V 3G1.5 T20	Câble basse tension 0,6/1kV [Section conductive de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	4 200,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	PrefeElectricite FC1600882	C100ml 5*1.5 NBIB T20	Câble basse tension 0,6/1kV [Section conductive de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	1 500,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MORIN 62450965	Tube IRL Tulipe D.20 2M-gris						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Electricité	YESSS Electricite CRE/708195	Ftp6 4P 1xsh 350MHz	Câble de communication en cuivre (Protocole 1G) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13977	210,00 m	Réseaux électriques de communication - Eléments de communication	11-Réseaux de communication 11.1 Réseaux électriques et de communications	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MORIN 62456221	Tube IRL Tulipe D.20 2M-gris						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Electricité	MORIN 62454520	Courone RI 45 cat 6 4 Paires 100ml Bleu	Câble de communication en cuivre (Protocole 1G) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13977	400,00 m	Réseaux électriques de communication - Eléments de communication	11-Réseaux de communication 11.1 Réseaux électriques et de communications	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	YESSS Electricite CRE/708707	H07 Vr 16 Rouge et Bleu	Câble basse tension 0,6/1kV [Section conductive de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	30,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	LEROY MERLIN VALENCE 05/07/2016	Poussoir Lumineux 2M Mosaic	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	1,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	LEROY MERLIN VALENCE 05/07/2016	FI H07 VR 16mm2 Vert/Jaune	Câble basse tension 0,6/1kV [Section conductive de 5 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13682	6,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	LEROY MERLIN VALENCE 07/06/2016	Poussoir Lumineux 2M Mosaic et 1M Mosaic	Interrupteurs, inverseurs, commutateurs... - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12610	12,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	YESSS Electricite CRE/708510	Mureva tube gt 3321						Pas de MDEGD se rapprochant de notre élément : compté comme nul.
Electricité	DIMEE	Brio+60LA, évacuation NP, autopistable sat;	Blocs autonomes d'éclairage de sécurité (B.A.E.S) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 6412	7,00 u	Réseaux et systèmes de contrôle et régulation - Système de sécurité	11-Réseaux de communication 11.2 Réseaux et systèmes de contrôle et régulation	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	YESSS Electricite CRE/708510	Coffret Galeo13 2 Rangées 13 Modules	Armoire électrique en polyester - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 7176	3 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	YESSS Electricite CRE/708631	Cuivre Nu 25 Tourret	Câble U1000 R2V mono [Section conductrice de 25 à 70 mm2] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13610	12,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectricite.com Reference Commande Mardi 12/04/16	Sirene	Blocs d'alarme autonome sonore (B.A.A.S) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5584	2,00 u	Réseaux et systèmes de contrôle et régulation - Système de sécurité	11-Réseaux de communication 11.2 Réseaux et systèmes de contrôle et régulation	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	Maison Bleuevt FA018630	Pack alarme	Matériel de détection contre l'intrusion - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.2)	id: 13296	1,00 u	Réseaux et systèmes de contrôle et régulation - Système de sécurité	11-Réseaux de communication 11.2 Réseaux et systèmes de contrôle et régulation	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	Maison Bleuevt FA018630	Pack alarme	Centrales d'alarme - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 6415	1,00 u	Réseaux et systèmes de contrôle et régulation - Système de sécurité	11-Réseaux de communication 11.2 Réseaux et systèmes de contrôle et régulation	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	DMZE	Rejband 400*60, lot de 6m	Chemins de câble fi - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12578	42,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	SAS Sonepar Sud-Est 161143661	CDC FIL UF 30*100 E2	Chemins de câble fi - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12578	6,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	SAS Sonepar Sud-Est 161143662	CDC FIL UF 30*100 E2	Chemins de câble fi - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 12578	9,00 m	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectricite.com Reference Commande Mardi 20/04/16	VA-ET-VIENT PROG MOSAIC	MOSAIC - Prise 2P+T Surface - 2 modules - Bornes autonomes - Blanc (v.1.1)	id: 12393	30,00 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectricite.com Reference Commande 18/925 / C/793725	Parafoudre téléphonique	Parafoudres téléphoniques - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5669	1	Ensemble de produits pour la sécurité - Produits de sécurité	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.2 Ensemble de produits pour la sécurité	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectricite.com Reference Commande 18/925 / C/793725	Parafoudre protège habitat	Parafoudres - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 6436	1	Ensemble de produits pour la sécurité - Produits de sécurité	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.2 Ensemble de produits pour la sécurité	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Electricité	MaterielElectricite.com	Supports Batibox	BATIBOX - Boîte d'encastrement pour maçonnerie (v.1.2)	id: 12402	165 u	Réseaux électrique - Fournitures diverses	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.1 Réseaux électriques	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Lumières	Sonepar Sud-Est Lampes direct FR Y50 Electricite	Rana LED et downlight	Plafonniers, Suspensions intérieurs linéaires pour éclairage tertiaire ou industriel (P-20W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13632	48	Eclairage intérieur- Lumières	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.3 Eclairage intérieur	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Lumières	SFEL	Luminaires TUMO	Lumières intérieurs stanches (P-3x4W et diam.=70mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13638	34	Eclairage intérieur- Lumières	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.3 Eclairage intérieur	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Lumières	SFEL	Réglette type RGA	Réglette LED (P. 40W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13721	4	Eclairage intérieur- Lumières	10-Réseaux d'énergie (courant fort) 10.3 Eclairage intérieur	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.
Faux plafond LowCal générique		Faux plafond RDC	Ecophon Master Rigid (v.1.1)	id: 7765	5 tot =258,84/2=129,4m²	Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doubleage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Faux plafond LowCal générique		Faux plafond RDC	Plafond RigitoneTM 12/25 (v.1.2)	id: 4602	5 tot =258,84/2=129,4m²	Murs intérieur et cloisons- Cloisons intérieures	5-Cloisonnement, Doubleage, Plafonds suspendus, Menuiseries 5.1 Cloison et portes intérieures.	FDES se rapprochant le plus de la réalité.
Faux plafond LowCal générique		Ossature métallique	Ossature en acier pour cloisonnement et plafonds suspendus (46 mm) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 5833	Les ml d'ossatures ont été calculés à partir des ratios suivants, hypothèses sinist : - 1,6ml de rail par m² de paroi pour les cloisons - 2ml de rail par m² de paroi pour des plafonds suspendus. Ici ml=258,84/2=129,42ml	Murs intérieur et cloisons- Doubleage a isolation thermique	3-Superstructure, Maçonnerie 3.4-Eléments verticaux	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité. La résistance thermique de la laine de bois est supérieure à la réalité. Les ml d'ossatures ont été calculés à partir des ratios suivants, hypothèses sinist : - 1,6ml de rail par m² de paroi pour les cloisons - 2ml de rail par m² de paroi pour des plafonds suspendus.
Faux plafond LowCal générique		Isolation phonique 12 cm de laine de bois	Isolants thermiques et acoustiques pour murs (IIT) et cloisons en panneaux en laine et fibres de bois (R= 2,3 à 5 m².K/W) - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFALT (v.1.1)	id: 13192	258,84m²	Murs intérieur et cloisons- Doubleage a isolation thermique	3-Superstructure, Maçonnerie 3.7-Eléments d'isolation	MDEGD se rapprochant le plus de la réalité.

Annexe 2 : Hypothèses LowCal-RTeq thermACV

Lot	Chapitre	Élément	Remarque Lowcal/bâtiment RT2012eq	Donnée environnementale utilisée (bâtiment RT2012eq)	Code de la fiche de la donnée environnementale (bâtiment RT2012eq)	Hypothèses/Remarques
Gros œuvre	Murs extérieurs	20 cm de béton	Remplace la structure bois isolation paille.	MUR D'INFRASTRUCTURE EN BETON ARME D'ÉPAISSEUR 0,20m (v.1.1)	id: 11113	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S= 355m ² ;
Gros œuvre	Murs extérieurs	PSE 15cm	Remplace la structure bois isolation paille.	Cellomur® 160 Panneau PSE (v.1.1)	id: 6648	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S= 355m ² .
Gros œuvre	Murs extérieurs	Enduit	Remplace la structure bois isolation paille.	Revêtement extérieur des façades en enduit extérieur de peinture. - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 11015	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S= 355m ² .
Gros œuvre	Dalle étage	20 cm de béton	Remplace le plancher.	Béton armé pour dalle, C25/30 XC1/XC2 CEM II/A (v.1.2)	id: 12895	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S=258,64m ² (mesure Pléiades) Vbéton=51,728m ³ .
Gros œuvre	Dalle étage	12cm de laine de verre (acoustique)	Remplace le plancher.	KNAUF INSULATION Laine de Verre ECOSE Soudalle LV 120mm (v.1.3)	id: 12597	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S=258,64m ² .
Gros œuvre	Dalle haute combles	20 cm de laine de verre	Remplace la ouate de cellulose.	KNAUF INSULATION Laine de Verre ECOSE Ki Fit 035 200 mm (v.1.3)	id: 10475	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S=258,64m ² .
Gros œuvre	Dalle haute combles	20 cm de béton	Remplace le plancher.	Béton armé pour dalle, C25/30 XC1/XC2 CEM II/A (v.1.2)	id: 12895	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S=258,64m ² (mesure Pléiades) Vbéton=51,728m ³ .
Gros œuvre	Refend béton	20cm de béton	Remplace les murs en terre crue.	Refend / Voile intérieur / Mur intérieur en zone sismique en béton armé d'épaisseur 0,20m C25/30 XC1/XC2 CEM II/A-L ou LL (v.1.1)	id: 12328	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S= 122,4 m ² (calcul surface briques + cohérence avec mètre Pléiades).
CVC	VMC	VMC Double flux centralisée.	Remplace les modules de VMC DF décentralisée pour la partie bureaux.	Centrale de traitement d'air double flux pour bâtiment tertiaire [Q entre 1000 et 3400 m³/h] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13816	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Débit maximal module DF décentralisée Zehnder : 60m³/h. On a donc un débit maximal de 60x21=1260m³/h.
CVC	VMC	Filtres à air	Quantité qui change.	Filtre à air - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 5608	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Il y en a 2 par CTA soit 4 au total.
CVC	VMC	Entrées d'air	Quantité qui change.	Entrée d'air - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 5607	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Nouveau quantitatif : 19.
CVC	VMC	Extractions	Quantité qui change.	Bouche d'extraction - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 5609	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Nouveau quantitatif : 24.
CVC	VMC	Conduits flexibles	Tracé sommaire des réseaux et dimensionnement : linéaires qui changent.	Conduits flexibles [DN=125mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13514	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Nouveau quantitatif : L=39,13m.
CVC	VMC	Conduits rigides	Tracé sommaire des réseaux et dimensionnement : linéaires qui changent.	Conduit rigide spiralé en acier galvanisé [DN entre 100 et 400 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 13568	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Linéaire issu du tracé sommaire des réseaux : L=198,36m.
CVC	VMC	Pièges à son	VMC DF centralisée pour les bureaux.	Atténuateur de bruit circulaire/silencieux circulaire [DN 400mm] [L 400mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 11166	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Quantitatif : 2 (un sur l'extraction et un sur l'air soufflé).
CVC	VMC	Grille combinée ext blanche	Quantité qui change.	Grille extérieure de ventilation de type pare-pluie en aluminium 200x200 - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	id: 11169	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	2 unités extérieures	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Dimensionnement des unités réalisé.	Unité extérieure de pompe à chaleur AIR/AIR de type DRV assurant le chauffage et le refroidissement en tertiaire (v.1.1)	id: 9176	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Il y a 2 unités extérieures de ce type d'après le dimensionnement réalisé. Prend en compte la masse de fluide frigorigène en phase d'installation.
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	1 unité intérieure par pièce	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Dimensionnement des unités réalisé.	Unité intérieure de pompe à chaleur AIR/AIR de type DRV assurant le chauffage et le refroidissement en tertiaire (v.1.3)	id: 10361	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Il y a 20 en tout (1 par pièce).
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Conduites cuivre D6,4	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Tracé et dimensionnement des réseaux réalisé.	Réseau d'adduction d'eau en cuivre [Diam. 18 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.3)	id: 13156	Toutes les conduites cuivre de la base INIES sont précisées pour l'eau : nous utilisons tout de même ces conduites pour estimer l'impact environnemental de ces conduites. L= 21,05m d'après nos plans et le pré-dimensionnement réalisé.
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Conduites cuivre D9,5	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Tracé et dimensionnement des réseaux réalisé.	Réseau d'adduction d'eau en cuivre [Diam. 18 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.3)	id: 13156	Toutes les conduites cuivre de la base INIES sont précisées pour l'eau : nous utilisons tout de même ces conduites pour estimer l'impact environnemental de ces conduites. L= 40,79m d'après nos plans et le pré-dimensionnement réalisé.
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Conduites cuivre D15,9	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Tracé et dimensionnement des réseaux réalisé.	Réseau d'adduction d'eau en cuivre [Diam. 18 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.3)	id: 13156	Toutes les conduites cuivre de la base INIES sont précisées pour l'eau : nous utilisons tout de même ces conduites pour estimer l'impact environnemental de ces conduites. L= 6,83m d'après nos plans et le pré-dimensionnement réalisé.
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	isolant armafle	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Tracé et dimensionnement des réseaux réalisé.	Manchon d'isolation en polyéthylène [DN=35mm et ép.=13mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 7989	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment : ici on prend la MDEGD avec un diamètre bien supérieur. L=68,7m
CVC	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Charge en fluide frigorigène R410A	Système de chauffage/refroidissement type DRV. Tracé et dimensionnement des réseaux réalisé.	Fluide frigorigène R410A - DONNEE ENVIRONNEMENTALE CONVENTIONNELLE (v.1.2)	id: 8528	Le fluide frigorigène ajouté en phase d'installation est pris en compte dans les FDES. modification=0,83kg d'après dimensionnement.
Plomberie Sanitaire	1 Ballon ECS Electrique 100 litres + 5 chauffe-eau électriques 15L	Ballons ECS	Volume ballon ECS qui change.	Chauffe-eau électrique [Capacité entre 50 et 200L] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13815	1 Ballon ECS Electrique de 100 litres : MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Plomberie Sanitaire	5 chauffe-eau électriques 15L	Ballons ECS	Ajout de ballons ECS électriques	Chauffe-eau électrique [Capacité = 50L] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 13710	5 chauffe-eau électriques de 15L : MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.02 Cloison de distribution intérieure : cloison standard avec BA 18	Surfaces qui changent.	Placodur® BA18 18 mm (v.1.2)	id: 6621	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Quantitatif : Slot = 374,3x2+257+115+100,99=1221,59m ²

Doublages-Cloisons (version2)		Ossature pour doublage	Quantité qui change.	Ossature en acier pour cloisonnement et plafonds suspendus [46 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 5833	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Quantitatif : ml=1221,59x1,6=1954,5ml.
Doublages-Cloisons (version2)		Laine de verre ép 60mm	Remplace 60mm de laine de roche.	Isolants thermiques et acoustiques pour cloisons en laine de verre [R<2,5 m².K/W] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 12561	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Doublages-Cloisons (version2)	B.Description des travaux	B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Idem	Ecophon Master Rigid (v.1.1)	id: 7765	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Quantitatif : 297,09m².
Doublages-Cloisons (version2)		B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Idem	Plafond RigitoneTM 12/25 (v.1.2)	id: 4602	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Quantitatif : 297,09m²
Doublages-Cloisons (version2)		Ossature pour faux plafond	Idem	Ossature en acier pour cloisonnement et plafonds suspendus [46 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 5833	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Quantitatif : ml=620,75x2=1241,5ml
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.01 Porte coupe feu	Portes huisseries métalliques.	Remplace la porte huisserie bois.	Bloc-porte bois technique (avec huisserie métallique) (v.1.3)	id: 12891	FDES se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.02 Porte de placards techniques	Portes huisseries métalliques.	Remplace la porte huisserie bois.	Portes intérieures de communication en bois avec huisserie métallique [Gestion durable] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.3)	id: 13325	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B. 03 Porte de distribution intérieure	Portes huisseries métalliques.	Remplace la porte huisserie bois.	Portes intérieures de communication en bois avec huisserie métallique [Gestion durable] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.3)	id: 13325	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.04 - tablettes bois	Tablettes aluminium.	Remplace la tablette bois.	Appui de baie et fenêtre en aluminium [profondeur 350mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 10347	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.08 Escaliers et garde corps	Fabrication d'un escalier droit.	Escalier bois remplacé par un escalier en béton.	Escalier droit en béton armé [larg. entre 80 et 140 cm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13679	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.11 Garde corps	Garde corps aluminium.	Remplace le garde corps en bois.	Garde corps en aluminium [Hauteur entre 1 et 1,2m] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 13767	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.12 Plinthes bois droites	Plinthes PVC.	Remplace les plinthes en bois.	Plinthe en PVC [haut. 7cm et ép. 1,1cm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13745	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.15 Trappe combles 80x80	Trappe acier laqué.	Remplace la trappe bois.	Trappe de visite en acier laqué - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 12703	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	B.16 Trappe de visite 40x40	Trappe acier laqué.	Remplace la trappe bois.	Trappe de visite en acier laqué - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.1)	id: 12703	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiseries extérieures		Stores intérieurs.	Remplace les volets et les BSO. S = 91,3m² (calcul Svolets + Sbsso).	Store en textile - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.3)	id: 13912	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S = 91,3m² (calcul Svolets + Sbsso).
Menuiseries extérieures	3211 ensemble composé d'une porte vitrée serrure cinq points à cylindre de 2350x1000 et d'un châssis fixe de 1450x1250	Porte aluminium.	Remplace la porte huisserie bois.	Porte en aluminium - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13293	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiseries extérieures	3212 ensemble composé d'une porte serrure cinq points à cylindre et d'un châssis fixe 1450x1500	Porte aluminium.	Remplace la porte huisserie bois.	Porte en aluminium - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13293	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiseries extérieures		Fenêtres.	Fenêtres TV bois remplacées par des DV 4/16/4 (remplissage argon) en aluminium. Uw=1,5 W/m²/K, facteur solaire 65%	Fenêtre double vitrage en bois-aluminium [Uw = 1,3 W/(m².K)] [Gestion durable] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13152	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Peintures-Revetements Muraux	B. Description des travaux	B.01 Enduit Pelliculaire sur murs et cloisons et sur plafonds BA	Surfaces qui changent. Stot=1195,18+620,75=1816m².	Revêtement pour murs et plafonds en enduit plâtre - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13331	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Stot=1195,18+620,75=1816m².
Peintures-Revetements Muraux	B. Description des travaux	B.03 peinture sur Mur	Surfaces qui changent. Stot=1167,61+209,73=1377,34m²	Peintures minérales - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13188	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Stot=1167,61+209,73=1377,34m².
Peintures-Revetements Muraux	B. Description des travaux	B.05 Lasure/B.06 Vérification Escaliers	Surfaces qui changent.S=139,12+21,79+60,99=221,9m²	Lasures et vernis aqueux - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT (v.1.2)	id: 13239	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S=139,12+21,79+60,99=221,9m².
Peintures-Revetements Muraux	B. Description des travaux	B.04 peinture sur menuiseries et métallerie	Surfaces qui changent. S=47,18+0,8+0,8+3,92+7,05=59,75 m²	PEINTURE BOIS TRES LONGUE DUREE ENVIRONNEMENT BLANCHON (v.1.1)	id: 7172	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. S=47,18+0,8+0,8+3,92+7,05=59,75m².
Sols souples - Faïences	B.Description des travaux	B.01 Sols souples / en sol sur support béton/ en sol sur support bois	Linoléum acoustique remplacé par de la moquette.	Moquette toutfeutés en lés à velours 100% polyamide (v.1.4)	id: 10806	MDEGD se rapprochant le plus de la conception du bâtiment. Stotale : 620,75m².
Electricité		Moteurs volets roulants	Absents dans le bâtiment RT2012eq.			

Annexe 3 : Hypothèses LowCal e-LICCO

Lot	Lot e-LICCO	Chapitre	Élément	Matériau e-LICCO (nature de l'élément)	Nom donné	Remarque
VRD	VRD	I-06 Géotextile	Fourniture et pose de géotextile type BIDIM classe 6	Pare-pluie géotextile PP (e=0,2mm)	VRD- I-06 géotextile	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	VRD	I-07 Bordures de trottoir	Fourniture et pose de bordures de trottoir	Béton courant prêt à l'emploi	VRD- I-07 bordures béton	Comme il n'y a pas d'élément dans la base qui se rapproche de notre élément, nous avons estimé son volume en béton : Vbéton = 0,15x0,25x140+0,08*0,2*90=6,69m³.
VRD	VRD	I-07 Bordures de trottoir	traverses bois acacia classe 4-120*200*2000mm 15cm origine locale	Marche escalier standard en bois massif (en unité*largeur)	VRD- I-07 traverses bois acacia	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Il y a 18 marches de largeur 2000mm. Unité x largeur= 36 u.m.
VRD		I-08 Soutènements	enrochement et mur de soutènement finition pierres sèches. 140 m² enrochement de 0,8m de large			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD	VRD	I-09 chaussée en enrobé bitumineux	chaussée en enrobé bitumineux	Enrobé bitumineux	VRD- I-09 chaussée en enrobé bitumineux	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=3m³.
VRD	VRD	I-10 Stabilise compact	construction d'un sol compact	Gravier	VRD- I-10 stabilisé compact	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Volume de gravier de 0,2x440=88m³. Si masse volumique gravier de 1,7 tonnes/m³, masse de gravier de 149,6 tonnes.
VRD	VRD	I-11 Dalles beton lave aspect lisse	Fourniture et mise en œuvre	Pavé drainant en béton, e=60mm	VRD- I-11 dalles beton	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	VRD	II-02.2 Canalisations,/	Canalisations PVC rigide type BI-PEAU, y compris culottes de raccords, joints, et accessoires divers.	Tube PVC DNxmm	VRD- II-02.2 canalisations EU+EP DNxmm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
VRD		II-02.3 Enrobage en béton des collecteurs	Enrobage en béton des collecteurs et branchements, en fonction du diamètre des canalisation			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD		II-02.4 Tabouret de branchement	*Fourniture et pose de tabouret de branchements, en béton y compris terrassement et tampon, profondeur maxi 1,50m. *Fourniture et pose de regard a grille sipholde, y compris en fonte ductible classe C250, et surpofondeur pour la décantation.			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD		II-02.Regard à grille sipholde				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD		II-02.6 Caniveau à grille	Fourniture et pose de caniveau y compris grille en fonte ductile classe C250			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD	VRD	II-02.7 Puits d'infiltration	Construction de puits d'infiltration pour évacuation des eaux pluviales, y compris système de fermeture, terrassements, géotextile et galets 80/60	Gravier	VRD- II-02.7 puits d'infiltration gravier	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Galets assimilés au gravier, V = 9,54 m³. Si masse volumique galet = 1,7 tonne/m³ : masse de 16,218 tonnes
VRD	VRD	II-02.7 Puits d'infiltration	Construction de puits d'infiltration pour évacuation des eaux pluviales, y compris système de fermeture, terrassements, géotextile et galets 80/60	Pare-pluie géotextile PP (e=0,2mm)	VRD- II-02.7 puits d'infiltration géotextile	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	VRD	II-02.8 Drain	Mise en œuvre de drain en pied de fondation, y compris gravier drainant 60/80, géotextile et regards borgnes	Tube PVC DN100mm	VRD- II-02.8 drain	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Ne contient pas le gravier ni le géotextile car leur masse/dimensions sont inconnues.
VRD	VRD	II-03.2 Canalisation	Fourniture et pose de canalisation en PEHD 16 bars en tranchée ouverte	Tube PEHD DNxmm	VRD- II-03.2 canalisations DNxmm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
VRD		II-03.3 Regard compteur d'eau	*Fourniture et pose d'un regard compteur d'eau en béton. *Fourniture et pose d'un regard de tirage. *Fourniture et pose d'une bouche d'arrosage incongelable complète.			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD		II-03.4 Regard de tirage				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD		II-03.5 Bouche d'arrosage				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD	Electricité	III-01.2 Fourreaux	Fourniture et mise en œuvre de fourreaux type JANOLENE D40	Fourreau ICTA, DN 40mm	VRD- III-01.2 Fourreaux DN40mm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
VRD	Electricité	III-01.2 Fourreaux	Fourniture et mise en œuvre de fourreaux type JANOLENE D160	Fourreau ICTA, DN 90mm	VRD- III-01.2 Fourreaux DN160mm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Comme il n'existe pas de fourreau en DN 160, nous avons réalisé une règle de trois sur le quantitatif pour se rapprocher d'un DN90. L=92,44 ml.
VRD		III-01.3 Regard de tirage	Fourniture et mise en place de regard de tirage			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
VRD	Electricité	III-02.2 Fourreaux	Fourniture et pose de fourreaux PVC type LST 3XD41,4/45	Tube PVC DN40mm	VRD- III-02.2 Fourreaux	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	Gros œuvre	003 3-Fondation-03.0010/-03.0100	Gros béton A-C-SB1-SB2	Gros béton - malaxage sur chantier	Gros oeuvre- 03.0010 gros béton	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=41,52m³.
Gros œuvre	Gros œuvre	Acier d'armature HA et TS		Acier d'armature HA et TS	Gros oeuvre- acier d'armature	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Somme des masses d'acier : 6655,9kg.
Gros œuvre	Gros œuvre	003 3-Fondation	Fûts B.A Pergola et abri 2 roues	Béton de fondation prêt à l'emploi	Gros oeuvre- béton futs BA pergola et abri 2 roues	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=1,29m³.
Gros œuvre	Gros œuvre	003 3-Fondation	Semelles armées B90/50ht	Béton de fondation prêt à l'emploi	Gros oeuvre- 03.0030 béton semelles armées	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=13,83m³
Gros œuvre	Gros œuvre	003 3-Fondation	Longrines L1-L2-L3 20 et 30/90HT - Béton de propreté	Béton maigre prêt à l'emploi	Gros oeuvre- 03.0100 béton de propreté longrines	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=1,36m³
Gros œuvre	Gros œuvre	003 3-Fondation-03.0110..03.0140	Longrines L1-L2-L3 20 et 30/90HT	Béton de fondation prêt à l'emploi	Gros oeuvre- 03.0110 béton longrines	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=33,42m³
Gros œuvre	Gros œuvre	03.0160	Étanchéité SOMDRAIN	PEHD pour étanchéité des parties enterrées	Gros oeuvre- 03.0160 étanchéité longrines	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=55,91m²

Gros œuvre	Gros œuvre	03.0170	Isolation type Knauf Therm Perimax ép. 128mm	Polystyrène expansé (EPS) (d=30kg/m3)	Gros œuvre- 03.0170 et 03.0180 isolation longrines	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=25,35m ³
Gros œuvre	Gros œuvre	03.0180	Isolation type Knauf Xtherm Sol th30 ép. 100mm			
Gros œuvre	Gros œuvre	03.02	Drain sur cunette	Tube PVC DN200mm	Gros œuvre- 03.0200 drains sur cunette	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Gros œuvre	Gros œuvre	004 4-Dallages	Plate-forme sous dallage ép 50cm.	Gravier	Gros œuvre- 04.0010 plate-forme sous dallage	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Volume de gravier de 79,73m ³ . Si masse volumique gravier de 1,7 tonnes/m ³ , masse de gravier de 135,541 tonnes.
Gros œuvre	Gros œuvre	004 4-Dallage-04.0020	Dallage intérieur ép 15cm 25T40C	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 04.0020 dallage intérieur béton Gros œuvre- 04.0020 dallage intérieur armature	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=23,919m ³ kg armatures : 30kg/m ³ (FDES choisie) soit 717,57 kg
Gros œuvre	Gros œuvre	004 4-Dallage-04.0050	Dallage intérieur ép 20cm TS 12kg/m ² et HA 3kg/m ²	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 04.0050 dallage intérieur béton Gros œuvre- 04.0050 dallage intérieur armature	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=22,23m ³ kg armatures : 75kg/m ³ soit 1667,25kg
Gros œuvre	Gros œuvre	004 4-Dallage-04.0060/-04.0030	PV pour isolation dallage type KNAUF Xtherm Sol Th30 ép 190mm	Polystyrène expansé (EPS) (d=30kg/m3)	Gros œuvre- 04.0030 et 04.0060 isolation dallages	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=51,41m ³
Gros œuvre	Gros œuvre	006 6-Structure verticale	Mur B.A	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 06.0020 béton murs BA	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=44,3m ³
Gros œuvre	Gros œuvre	006 6-Structure verticale-06.0080	Etanchéité SOMDRAIN	PEHD pour étanchéité des parties enterrées	Gros œuvre- 06.0080 étanchéité murs	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=86,19m ²
Gros œuvre	Gros œuvre	006 6-Structure verticale-06.0090	Isolation type KNAUF Xtherm Sol Th30 ép 128mm	Polystyrène expansé (EPS) (d=30kg/m3)	Gros œuvre- 06.0090 isolation murs	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=11,03m ³
Gros œuvre	Gros œuvre	006 6-Structure verticale	Poteaux B.A	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 06.0120 béton poteaux BA	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=0,230m ³
Gros œuvre	Gros œuvre	007 7-Planchers	Poutres B.A 30/50ht	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 07.0020 béton poutres BA	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Vbéton=0,910m ³
Gros œuvre	Gros œuvre	007 7-Planchers	Plancher sur prédalles	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 07.0060 béton prédalle Gros œuvre- 07.0060 acier prédalle	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Prédalle en béton armé Vbétonprédalle=8,45m ³ macier=1430 kg (calculs avec FDES)
Gros œuvre	Gros œuvre	007 7-Planchers	Plancher sur prédalles	Béton courant prêt à l'emploi	Gros œuvre- 07.0060 béton dalle compression Gros œuvre- 07.0060 acier dalle compression	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Béton armé pour dalle de compression Vbéton=25,36m ³ acier : 25kg/m ³ (FDES) soit macier = 634kg
Gros œuvre	Gros œuvre	008 8-ouvrages divers	Escalier droit largeur 1,51m- Hauteur à monter 2,71m (entre RDJ et RDC)	Marche escalier standard en béton (en unité*largeur)	Gros œuvre- 08.0010 escalier droit	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. 1,51x17=25,7 u.m
Gros œuvre		009 9-isolation extérieure/09.0010/09.0020	ITE+revêtement en surface courante ép 20cm sur tableaux et linteaux			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Gros œuvre	Gros œuvre	009 9-isolation extérieure/09.0010/09.0020	ITE+revêtement en surface courante ép 20cm sur tableaux et linteaux	Enduit de ciment pour façades (5kg/m ² = 2cm environ)	Gros œuvre- 09.0010 enduit ITE	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=38,54m ²
Gros œuvre		0009 9-isolation extérieur-09.0030	Bavettes alu sur appui de fenêtres avec isolation			Déjà compté dans un autre lot.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Mur extérieur bardage	Structure bois y compris renforts	Ossature bois (5% de bois en volume) e=360mm	Charpente- Murs extérieurs bardage structure bois	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Mur extérieur bardage	isolant paille intégré	Paille dans ossature (95% en volume)	Charpente- Murs extérieurs bardage isolant paille	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,75x300x0,36=81m ³
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Mur extérieur bardage	Panneau Contreventant intérieur type OSB 12mm et extérieur type DWD 16mm	Panneau OSB e=12mm	Charpente- Murs extérieurs bardage OSB intérieur	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Mur extérieur bardage	Panneau contreventant extérieur type DWD 16mm	Panneau de fibres de bois MDF (350>d=800kg/m3) (en 33)	Charpente- Murs extérieurs bardage DWD extérieur	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,016x355=5,68m ³
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Mur extérieur bardage	Bardage (vides déduits)- y compris traitement des angles et tassautage 27*40-Surface	Douglas - Mélèze - Western Red Cedar d'Europe du nord, traité en autoclave (raboté, séché au four)	Charpente- Murs extérieurs bardage bardage	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,02x170+1,5x2=6,4m ³
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Mur extérieur bardage	Enduit à base de chaux-ciment+support d'enduit type STUCANET	Mortier d'enduit à la chaux pour façades (9kg/m ² = 4cm environ)	Charpente- Murs extérieurs enduit	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Ouvrages de contreventement	Contreventement C24	Epicea - Pins - Sapin régional, non traité (raboté, séché au four)	Charpente- Contreventement bois	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Accessoires de finitions (Murs Ext)	appui de fenêtre	Couvertine/bavette en aluminium thermolaqué, largeur=250mm	Charpente bois- Accessoires de finitions appui fenêtre	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité : largeur de bavette se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture		Ouvrages de contreventement	Ferrure mécano soudé de pré scellement			Aucun moyen d'estimer un quantitatif.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Planchers Bois	Surface plancher	Epicea - Pins - Sapin régional, non traité (raboté, séché au four)	Charpente bois- Plancher bois	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V= 0,022x584=12,85 m ³ .
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Planchers Bois	Surface de panneau contreventant OSB face supérieur	Panneau OSB e=18mm	Charpente bois- Plancher OSB supérieur	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Planchers Bois	Surface de planche de coffrage face inférieure plancher	Epicea - Pins - Sapin régional, non traité (raboté, séché au four)	Charpente bois- Plancher face inférieure	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=29,2m ³
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Planchers Bois	2 Solives, 3 Sommier Muraillère	Epicea - Pins - Sapin régional, non traité (raboté, séché au four)	Charpente bois- Solives, sommiers et muraillère	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=45,67m ³
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture	Poteau bois GL24h Chevêtre toiture pour chassif désenfumage	Epicea - Pins - Sapin régional, non traité (raboté, séché au four)	Charpente bois- Charpente	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=16,17m ³
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture	Tuile (y compris litelage...)	Tuiles plates en terre cuite	Charpente bois- Tuiles	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture	Ecran sous toiture	Lé d'étanchéité bitumineux	Charpente bois- Ecran sous toiture	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.

Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture	Bandeau de rive	Profilé / tôle zinc e=1mm	Charpente bois- Bandeau de rive	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. On suppose une largeur de 20cm. Ainsi, la surface est de 0,2x30=6m².
Bois Charpente Couverture		Charpente Bois, Structure et couverture	Tuile faitière			Comme nous n'avons pas la surface, nous supposons que la tuile faitière a un impact négligeable à coté des tuiles déjà considérées auparavant.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture/Abri Vélo	Bac acier 75/100 y compris anti-condensation + peinture 25 mic / Bac acier	Bac acier	Charpente bois- Bac acier	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois		Chéneaux (compris accessoire, fixation...)	Profilé / tôle zinc e=1mm	Charpente bois- Chéneaux	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. On suppose un développé de la gouttière de 333mm (hypothèse MDEGD pour ACV ThermACV). La surface de la tôle zinc correspondante vaut : 0,333x46=15,32m².
Bois Charpente Couverture	Charpente bois		Descente EP (compris accessoire, raccord fixations...)	Profilé / tôle zinc e=1mm	Charpente bois- Descente EP	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Le développé vaut PxD=Pix0,10=0,314m. La surface vaut alors 0,314x28=8,8m².
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture	Voile de dome isolis Urc avec protectionsolaire	Fenêtre ouvrante aluminium double vitrage	Charpente bois- Dome	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Il s'agit de l'élément se rapprochant le plus de la réalité.
Bois Charpente Couverture		Pergolas				Pas d'élément se rapprochant du note. Aucun quantitatif nous permettant de prendre en compte l'impact de cet élément.
Bois Charpente Couverture		Abri vélo	Bois C24			Pas d'élément se rapprochant du note. Aucun quantitatif nous permettant de prendre en compte l'impact de cet élément.
CVC	Ventilation	VMC	VMC Double flux décentralisées	Centrale de traitement d'air double flux, échangeur à plaques ou à roues, 135m³/h	CVC- VMC DF décentralisée	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Le débit de la base est bien plus important que la réalité.
CVC	Ventilation	VMC	CTA salle réunion	Centrale de traitement d'air double flux, échangeur à plaques ou à roues, 550 m³/h.	CVC- VMC DF réunion	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Débit maximal de 600m³/h.
CVC		VMC	Filtres à air			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC	Ventilation	VMC	Coude 90 galvanisé D250	Gaine acier galva simple peau DN250mm	CVC- réseau VMC DF réunion coude 90 acier galva	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. Longueur équivalente 1 coude : 0,5m. Comme il y en a 4, L=2m.
CVC	Ventilation	VMC	Barre standard acier galvanisé 3m D250	Gaine acier galvanisé isolée (30mm laine de roche) DNxmm Gaine acier galva simple peau DNxmm Gaine isophonique Dint=xmm	CVC- réseau VMC DF réunion acier galvanisé isolé laine de verre CVC- réseau VMC DF réunion isophonique CVC- réseau VMC DF réunion acier galvanisé simple peau	12m de conduites sont en acier galvanisé isolé D250 avec de la laine de verre épaisseur 25mm, 10m gaine isophonique D250, 2m sont en acier galvanisé simple peau D250.
CVC		VMC	Algaïne alu calo M0-M1 D200			Inclus à la gaine isolée.
CVC		VMC	CLIM COVER ROLL ALU2 KA ép 25 L 12m			Inclus à la gaine isolée.
CVC	Ventilation	VMC	BIM 300 D125 petit terminal métallique paroi	Diffuseur spécifique (linéaire à jet d'air) DN125 - 573*255	CVC- Entrées et extractions VMC DF réunion	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
CVC		VMC	Hélios SVE 125			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC	Ventilation	VMC	PEC galvanisé, piquage droit sur conduit bord large	Gaine acier galva simple peau DN125mm Gaine acier galva simple peau DN250mm Gaine acier galva simple peau DN315mm	CVC- réseau VMC DF réunion piquage DN125 acier galva CVC- réseau VMC DF réunion piquage DN250 acier galva CVC- réseau VMC DF réunion piquage DN315 acier galva	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. La longueur équivalente de chaque PEC est de 50 cm.
CVC	Ventilation	VMC	TE galvanisé	Gaine acier galva simple peau DN200mm Gaine acier galva simple peau DN250mm	CVC- réseau VMC DF réunion té DN200 acier galva CVC- réseau VMC DF réunion té DN250 acier galva	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. La longueur équivalente de chaque té est de 80 cm.
CVC	Ventilation	VMC	Collier universel galvanisé avec caoutchouc isolant	Collier de supportage en acier galvanisé DN200mm	CVC- Colliers VMC DF réunion	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
CVC		VMC	Quincaillerie (bande à trous, boîte à vis, bande mastic support alu)			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC	Ventilation	VMC	Réduction ALUMINIE - Réduction conique concentrique emboutie	Gaine acier galva simple peau DN200mm Gaine acier galva simple peau DN250mm	CVC- réseau VMC DF réunion réduction DN200 acier galva CVC- réseau VMC DF réunion réduction DN250 acier galva	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. La longueur équivalente de chaque réduction est de 50 cm (diamètre de conduite le plus important).
CVC	Ventilation	VMC	Coude circulaire à joints	Gaine acier galva simple peau DN200mm	CVC- réseau VMC DF réunion coude DN200 acier galva	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. Longueur équivalente 1 coude : 0,5m. Comme il y en a 2, L=1m.
CVC	Ventilation	VMC	Grille combinée ext blanche	Grille acier (15 kg/m²)	CVC- grilles extérieures VMC DF réunion	Pour la VMC DF réunion, LxH=400x200. (D'après les débits de chaque CTA et la doc de sélection ATLANTIC).
CVC	Ventilation	VMC	Tube en PVC	Tube PEHD DN75mm	CVC- tube PEHD VMC DF décentralisée	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
CVC	Ventilation	VMC	Dérivation PE Y 45° Dext 90mm	Tube PEHD DN75mm	CVC- dérivation PEHD VMC DF décentralisée	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. Longueur équivalente : 0,5m. Comme il y en a 4, L=2m.
CVC		VMC	Collier lyre Optiflex (Conduits Polyéthylène) modèle Dext 90mm			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC	Ventilation	VMC	Coude 90° circulaire (PEHD) Dext 90mm	Tube PEHD DN75mm	CVC- dérivation PEHD VMC DF décentralisée	Nous avons estimé une longueur de conduite équivalente à l'élément. Longueur équivalente 1 coude : 0,5m. Comme il y en a 8, L=4m.
CVC		VMC	Joints circulaires (PEHD)			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC		Chauffage	4 radiateurs électriques			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	1 Alimentation en eau	vanne générale DN 32	Vannes d'arrêt	Plomberie Sanitaire- 1-vanne générale	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire		2 Ensemble Filtre Rob prélèvement, réducteur pression	Ensemble Filtre Rob prélèvement, réducteur pression			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	3 Compteur d'eau DN20 pour suivi	Compteur d'eau DN20 pour suivi	Compteur volumétrique DN15 Laiton	Plomberie Sanitaire- 3-compteur	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire		4 Nourrice EF 8 départs avec vannes d'isolement	Nourrice EF 8 départs avec vannes d'isolement			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	5 Distribution Pe bande bleue DN32	Distribution Pe bande bleue DN32	Tube PEHD DN32mm	Plomberie Sanitaire- 5-Distribution PE	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	6 Distribution Pe bande bleue DN20 en terre plein	Distribution Pe bande bleue DN20 en terre plein	Tube PEHD DN25mm	Plomberie Sanitaire- 6-Distribution PE	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.

Plomberie Sanitaire		7 Bouchonnage en attente sur Pe bande bleue DN20	Bouchonnage en attente sur Pe bande bleue DN20			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	8 Distribution cuivre Cu 10x12	Distribution cuivre Cu 10x12	Tube cuivre Dint=10mm; Dext=12mm nu	Plomberie Sanitaire- 8-Distribution cuivre 10x12	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	9 Dito 12x14		Tube cuivre Dint=12mm; Dext=14mm nu	Plomberie Sanitaire- 9-Distribution cuivre 12x14	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	10 Dito 14x16		Tube cuivre Dint=14mm; Dext=16mm nu	Plomberie Sanitaire- 10-Distribution cuivre 14x16	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	11 Dito 20x22		Tube cuivre Dint=20mm; Dext=22mm nu	Plomberie Sanitaire- 11-Distribution cuivre 20x22	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	12 Calorifuge armaflex 9 mm anticondensation L env 14 m	Calorifuge armaflex 9mm anticondensation L en 14m	Calorifuge base caoutchouc e=9mm, Dext=22mm	Plomberie Sanitaire- 12-Calorifuge	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	13 Calorifuge armaflex ep 32mm pour CU 12x14		Calorifuge base caoutchouc e=32mm, Dext=50mm	Plomberie Sanitaire- 13-Calorifuge	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire		13.1 Coquille isolante PU 40mm + revêtement PVC pour vannes 20x27				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	14 Tubes EU/EV sous dallage Dia 40		Tube PVC DN40mm	Plomberie Sanitaire- 14-Tubes EU/EV sous dallage DN40	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	15 Tubes EU/EV sous dallage Dia 50		Tube PVC DN50mm	Plomberie Sanitaire- 15-Tubes EU/EV sous dallage DN50	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	16 Tubes EU/EV sous dallage Dia 100		Tube PVC DN100mm	Plomberie Sanitaire- 16-Tubes EU/EV sous dallage DN100	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	17 Tubes EU/EV sous dallage Dia 125		Tube PVC DN125mm	Plomberie Sanitaire- 17-Tubes EU/EV sous dallage DN125	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	18 Tubes EU/EV en élévation Dia 40		Tube PVC DN40mm	Plomberie Sanitaire- 18-Tubes EU/EV en élévation DN40	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	19 Tubes EU/EV en élévation Dia 50		Tube PVC DN50mm	Plomberie Sanitaire- 19-Tubes EU/EV en élévation DN50	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	20 Tubes EU/EV en élévation Dia 100		Tube PVC DN100mm	Plomberie Sanitaire- 20-Tubes EU/EV en élévation DN100	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire		21 Clapet équilibreur de pression pour ventilation primaire D100				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	22 Ballon ECS Electrique 75 litres y compris groupe de sécurité avec siphon et raccords		Chauffe-eau 100L	Plomberie Sanitaire- 22-Ballon ECS	Volume le plus proche de 75L.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	23 Evier Inox à encastrer 2 bacs ...		Evier 2 bacs en inox	Plomberie Sanitaire- 23-Evier inox	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	24 Lavabo PMR y compris robinet EF temporisé...		Lavabo (sans colonne)	Plomberie Sanitaire- 24-Lavabos	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	25 Lavabo vasque		Lavabo (sans colonne)	Plomberie Sanitaire- 25-Lavabos	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	26 Lave main		Lavabo (sans colonne)	Plomberie Sanitaire- 26-Lave-mains	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire		27 Receveur de douche				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire		28 Poignée de préhension pour douche - tube inox				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	29 WC sur pied pour PMR avec réservoir de chasse		WC	Plomberie Sanitaire- 29-WC	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	30 WC sur pied avec réservoir chasse...		WC	Plomberie Sanitaire- 30-WC	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Plomberie Sanitaire		31 Barre d'appui et de relèvement PMR pour WC - Inox				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire		32 Attentes EU/EF/EU pour lave vaisselle				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire		32.1 Attentes EU/EV occultées en dalle				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	33 Robinet de puisage laiton...		Laiton	Plomberie Sanitaire- 33-Robinet puisage laiton	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. Masse : 0,3kg
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (BA18)	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- BA18 doublage	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=115x0,018+257x0,018=6,7m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (ossature métallique)	Rail et montant 48/35 en acier galvanisé	Doublages-Cloisons- Rails métalliques	Les ml d'ossatures ont été calculés à partir des ratios suivants, hypothèses sinat : - 1,6ml de rail par m² de paroi pour les cloisons - 2ml de rail par m² de paroi pour des plafonds suspendus. Ltot=2031 m.
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (laine de bois R>3,00 m²K/W)	Laine de bois dans ossature (85% en volume)	Doublages-Cloisons- Laine de bois 12cm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,12x115=13,8m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.01 Doublage a isolation thermique (laine de bois R>1,25 m²K/W)	Laine de bois dans ossature (85% en volume)	Doublages-Cloisons- Laine de bois 5cm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.V=0,05x257=12,9m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.02 Cloison de distribution intérieure : cloison standard avec BA 18	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- BA18 cloisons	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=374,3x2x0,018=13,5m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.02 laine de bois 60 mm	Laine de bois dans ossature (85% en volume)	Doublages-Cloisons- Laine de bois 6cm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,06x374,3=22,46m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.05 Habillage BA13 HD colle sur mur BA	BA13	Doublages-Cloisons- BA13	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.06 Habillage BA18 HD	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- BA18 sur ossature bois int	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=100,99x0,018=1,82m3

Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.06 Isolant laine de bois 180mm	Laine de bois dans ossature (85% en volume)	Doublages-Cloisons- Laine de bois 18cm	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,18x50,77=9,14m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plafonds suspendus	B.Description des travaux	B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- Faux plafond	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,02x 38,25=0,765m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plafonds suspendus		B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm			
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.07 Joints pour châssis de désenfumage en BA18	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- BA18 châssis désenfumage	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,018x16=0,3 m3
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.01 Porte coupe feu	Bloc porte 204x83 - ferme porte TS90 argent	Porte bois (intérieur)	Menuiseries intérieures- Porte CF	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.02 Porte de placards techniques	204x83 ; 204x53 ; 204x43	Porte bois (intérieur)	Menuiseries intérieures- Portes placards techniques	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B. 03 Porte de distribution intérieure	Cadre frêne ; porte frêne , paumelles, serrure, ferrage, ensemble	Porte bois (intérieur)	Menuiseries intérieures- Portes intérieures	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.04 - tablettes bois	Tablettes bois en frêne de 28mmx30cm de prof	Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Tablettes bois	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=72,67x0,028x0,3=0,61m3
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.05 Cloison vitrée avec allège pleine et porte		Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Cloison vitrée	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.V=7,68x0,05=0,4m3
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.06 Chassis fixe SP10		Verre	Menuiseries intérieures- Cloison vitrée vitres	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.07-plans de travail pour vasques	plans hêtre lamellé collé de 38mm*60cm+Ferme porte TS 90 argent	Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Plans de travail pour vasques	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,12m3.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.08 Escaliers et garde corps	Fabrication d'un escalier droit	Marche escalier standard en bois massif (en unité*largeur)	Menuiseries intérieures- Escalier bois	unité*largeur=17x1,51=25,7 u.m.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.09 Habillage escalier béton	Marches, contre marches, profil nez anti dérapant, bande appel vigilance	Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Habillage escalier béton	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=0,02m3
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.10 Mains courantes		Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Mains courantes	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.V=0,1x0,1x23,5=0,24m3.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.11 Garde corps		Garde corps bois (intérieur), h=1000mm, 2 potelets/ml	Menuiseries intérieures- Garde corps bois	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.12 Plinthes bois droites		Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Plinthes bois	V=haépxl=0,07x0,011x442,85=0,34m3
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres		B.13 Caissons				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres		B.14 Couvre joints				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.15 Trappe combles 80x80		Porte bois (intérieur)	Menuiseries intérieures- Trappes	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.16 Trappe de visite 40x40				Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres		B.17 Porte étiquette DUNE 104x104				Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.18-Miroirs sanitaires	Miroirs sanitaires	Miroir	Menuiseries intérieures- Miroirs	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres		B.19 Etagères vitrées	Glace 6mm bordis polis 88x40 sur taquets chromés ; montants frêne massif percés 2,25x0,4x0,024			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres		B.20 Echelle 2 pans	Avec barre d'accroche, fixation murale et cadenas			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures		Brise soleil orientable griesser	Volet roulant motorisé en aluminium, 500mm x 1500mm	Menuiseries extérieures- BSO	Surface BSO : 8x1,54x2,5+2x1,45x2+1,45x3+1,45x1,5=43,125m² . En terme de surface, cela équivaut à 57,5 unités.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures		Volet coulissant et volets battant	Epicea - Pins - Sapin d'Europe du nord, non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries extérieures- Volets	V = 48,175x0,1=4,82m3
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures	3211 ensemble composé d'une porte vitrée serrure cinq points à cylindre de 2350x1000 et d'un châssis fixe de 1450x1250	Porte	Porte bois-vitrage (extérieur)	Menuiseries extérieures- Portes extérieures	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures	3211 ensemble composé d'une porte vitrée serrure cinq points à cylindre de 2350x1000 et d'un châssis fixe de 1450x1250	Volet	Epicea - Pins - Sapin d'Europe du nord, non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries extérieures- Volets portes	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures	3212 ensemble composé d'une porte serrure cinq points à cylindre et d'un châssis fixe 1450x1500	Porte	Porte bois-vitrage (extérieur)	Menuiseries extérieures- Portes extérieures	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures	3212 ensemble composé d'une porte serrure cinq points à cylindre et d'un châssis fixe 1450x1500	Volet	Epicea - Pins - Sapin d'Europe du nord, non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries extérieures- Volets portes	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures		Fenetre/chassis + Vitrage porte	Fenêtre ouvrante bois triple vitrage	Menuiseries extérieures- Fenêtres TV	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Mur en terre crue	Menuiseries intérieures		Fabrication de brique de terre crue à partir de la terre excavée et de sable de Crest (26).	Brique en terre crue extrudée (par m3 de mur monté)	Menuiseries intérieures- Murs terre crue	Volume d'une brique : 8,5cmx32cmx20cm environ. Il y a 4500 briques au total soit Vtot=24,5m3
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.01 Enduit Pelliculaire sur murs et cloisons et sur plafonds BA	Enduit organique de finition (1kg/m²)	Peintures-Revêtements muraux- B.01 enduit	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=1273,53 m²
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.02 Peinture sur plafonds BA et Faux-plafonds décoratifs	Peinture glycéro, à l'eau	Peintures-Revêtements muraux- B.02 peinture	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=78,35m²
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.03 peinture sur Mur	Peinture glycéro, à l'eau	Peintures-Revêtements muraux- B.03 peinture	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=1167,61m²

Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.05 Lasure/B.06 Vérification Escaliers	Vernis acrylique	Peintures-Revêtements muraux- B.05 lasure	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=645,6m²
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.04 peinture sur menuiseries et métallerie	Peinture glycéro, à l'eau	Peintures-Revêtements muraux- B.04 peinture	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=100,94m²
PV	Electricité	AR00518	Module photovoltaïque Silicium monocristallin Photowatt PW2500F-260WC	Module PV Mono-Si (laminé) (origine inconnue, bonus 10%)	PV- Modules photovoltaïques	D'après la documentation e-LICCO : "Le bonus de 10% correspond au fait que la fabrication des cellules et des modules soit réalisée en Europe." S=91x1,685x0,993=152,26m²
PV	Electricité	AR00532	Système de fixation sur bac acier	Support d'installation PV intégrés en toiture inclinée (par m² effectif)	PV- Système de fixation	S = 153m².
PV	Electricité	AR00533	Onduleur	Connections électriques pour système PV	PV- Connexions électriques	P=23,66 kWc
PV	Electricité	AR00354	Coffret électrique AC			
PV	Electricité	AR00353	Coffret électrique DC			
PV	Electricité	AR00327 Accessoires	Câble DC solaire HT 4mm2 + connectique MC4	Cable domestique section 2,5mm², 4conducteurs	PV- Câbles DC	Longueur mesurée sur plan : 60m.
PV	Electricité		Câble Câble AC coffret-réseau 4*16mm2 U1000R2V	Cable industriel U 1000 R2V 3 conducteurs de 16mm²	PV- Câbles AC	Longueur mesurée sur plan : 42x4/3=56m.
Remplissage plancher intermédiaire	Charpente bois	Briques de rebuts	70 Tonnes de Briques de rebuts transporter depuis Toulouse(411km)	Brique en terre crue extrudée	Remplissage plancher- Briques	Il y a 70 tonnes de briques. En considérant une masse volumique de 1500kg/m3, on a 46,7m3 de briques.
Sols souples - Faïences	Revêtements de sol	B.Description des travaux	B.01 Sols souples / en sol sur support béton/ en sol sur support bois	Linoléum	Sols souples-Faïences- linoléum	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité.
Sols souples - Faïences		B.Description des travaux	PV pour revêtement antidérapant dans douche			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Sols souples - Faïences	Revêtements de sol	B.Description des travaux	B.03carreaux de faïence	Carreaux en faïence	Sols souples-Faïences- carreaux de faïence	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=14,67m².
Sols souples - Faïences	Revêtements de sol	B.Description des travaux	B.04 Tapis interieur d'entrée	Moquette en nylon (Dalles)	Sols souples-Faïences- tapis intérieur	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. S=3,6m²
Isolation toiture	Isolation thermique		ouate de cellulose	Ouate de cellulose à insuffler	Isolation toiture- Ouate de cellulose	Elément de la base se rapprochant le plus de la réalité. V=257,44x0,4=102,98 m3
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189944 / C803387	Cable R2V 2x16mm2 noir. A la coupe. Minimum 10M.	Câble industriel U 1000 R2V 3 conducteurs de 16mm²	Electricité- Câble industriel	25,33 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Poussoirs	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	1 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Obturbateurs	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	25 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Interrupteurs 10 AX - 250 V~	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	1 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 189391 / C802412	Contacteurs à marche forcée sans retour automatique ou mise en arrêt pour assurer la fonction test et le dépannage	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	2 u
Electricité		MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	carillon filaire			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	Poussoirs 6 A - 250 V~	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	2 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	Obturbateurs	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	6 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 188081 / C800451	Prises de courant Programme Mosaic	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	1 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Cables HQ7V-U 1,5 mm2 Orange C100m	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	566,67 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180045 / C787792	Prises de courant Programme Mosaic	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	3 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Cable anti-feu 2x1,5mm2 orange	Cable domestique section 2,5mm², 2 conducteurs	Electricité- Câble anti-feu	300 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	ICTA 3422 souple Ø25mm couronne 100m - Système de conduit isolant, cintrable, transversalement élastique, annelé. Double peau à effet glisse	Fourreau ICTA, DN25mm	Electricité- Fourreau ICTA DN25	100 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Gaine TPC Ø 40mm verte couronne de 25m - Système de conduit souple Cintrable. Double paroi, Annelé extérieur pour toutes protections électriques enterrées	Fourreau ICTA, DN40mm	Electricité- Fourreau ICTA DN40	25 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 166202 / C764964	Gaine TPC Ø 63mm rouge ou noire liseré rouge (selon arrivage) couronne de 25m - Système de conduit souple Cintrable. Double paroi, Annelé extérieur pour toutes protections électriques enterrées	Fourreau ICTA, DN63mm	Electricité- Fourreau ICTA DN63	25 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises de courant 20 A - 250 V	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	3 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises RJ 45 Cat. 6	Prise RJ45	Electricité- Prises RJ45	92 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Interrupteurs 10 AX - 250 V~	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	33 u
Electricité			Moteurs volets			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises simples	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	82 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Prises de courant Programme Mosaic	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	3 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Interrupteur variateur 0-10 V	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	3 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 180837 / C789516	Boîtes rectangulaires	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	1 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Prises de courant 16 A - 250 V	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	3 u

Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Prises RJ 45 Cat. 6	Prise RJ45	Electricité- Prises RJ45	2 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Poussoirs coup de poing d'arrêt d'urgence	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	1 u
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	PRISE PROG MOSAIC - 2P+T	Prise 2P+T 10/16A	Electricité- Prises électriques	4 u
Electricité		MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793724	Dijoncteurs			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité		MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Interrupteurs différentiels			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	YESSS Electrique CRE/918122	Boîte à Boutons + Boutant Tournant	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	1 u
Electricité	Electricité	Préfelectrique Quartier Bourgoumion	C100ml RQ2V 3G1.5	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	1500 ml
Electricité	Electricité	Préfelectrique Quartier Bourgoumion	2*100ml Fourreau ICTA DN20	Fourreau ICTA, DN20mm	Electricité- Fourreau ICTA DN20	200 ml
Electricité	Electricité	Préfelectrique Quartier Bourgoumion	2*100ml Fourreau ICTA DN25	Fourreau ICTA, DN25mm	Electricité- Fourreau ICTA DN25	200 ml
Electricité	Electricité	Préfelectrique Quartier Bourgoumion	C100ml 2*CAT6A	Câble multimédia fibre optique	Electricité- Câbles de communication	2400 ml
Electricité	Electricité	Prefeectrique FC1600882	C100ml 11*1.5 RRRROVIGMNB T25	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	366,67 ml
Electricité	Electricité	Prefeectrique FC1600882	C100ml R2V 3G1.5 T20	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	1 400,00 ml
Electricité	Electricité	Prefeectrique FC1600882	C100ml 5*1.5 NBJIB T20	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	500,00 ml
Electricité		MORIN 62450965	Tube IRL Tulipe D.20 2M-gris			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	YESSS Electrique CRE/708195	Ftp6 4P Lszh 350MHz	Câble multimédia fibre optique	Electricité- Câbles de communication	210 ml
Electricité		MORIN 62456221	Tube IRL Tulipe D.20 2M-gris			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	MORIN 62454520	Courone RJ 45 cat 6 4 Paires 100ml Bleu	Câble multimédia fibre optique	Electricité- Câbles de communication	400 ml
Electricité	Electricité	YESSS Electrique CRE/708707	H07 Vr 16 Rouge et Bleu	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	10,00 ml
Electricité	Electricité	LEROY MERLIN VALENCE 05/07/2016	Poussoir Lumineux 2M Mosaic	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	1 u
Electricité	Electricité	LEROY MERLIN VALENCE 05/07/2016	Fil H07 VR 16mm2 Vert/Jaune	Cable domestique section 2,5mm², 3 conducteurs	Electricité- Câble domestique 3 conducteurs	2 ml
Electricité	Electricité	LEROY MERLIN VALENCE 07/06/2016	Poussoir Lumineux 2M Mosaic et 1M Mosaic	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	12 u
Electricité		YESSS Electrique CRE/708510	Mureva tube gt 3321			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité		DMEE	Brio+60LA, évacuation NP, autotestable satI,			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	YESSS Electrique CRE/708510	Coffret Galeo13 2 Rangees 13 Modules	Tableau électrique de batiment tertiaire, 1 rangée de 24 modules	Electricité- Armoire électrique 1	1 u
Electricité	Electricité	YESSS Electrique CRE/708510	Tableau électrique Drivia 13 Modules - 3 Rangées - IP30 - IK05 - Blanc RAL 9003	Tableau électrique de batiment tertiaire, 2 rangées de 24 modules	Electricité- Armoire électrique 2	1 u
Electricité	Electricité	YESSS Electrique CRE/708631	Cuivre Nu 25 Toret	Cable de terre 25mm²	Electricité- Câble de terre	12 ml
Electricité		MaterielElectrique.com Reference Commande Mardi 12/04/16	Sirene			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité		Maison BleuEst FA018630	Pack alarme			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité		Maison BleuEst FA018630	Pack alarme			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité	Electricité	DM2E	Rejiband 400*60, lot de 6m	Chemin de câbles en treillis d'acier (193kg/100m)	Electricité- Chemin de câbles	42 ml
Electricité	Electricité	SAS Sonepar Sud-Est 161143661	CDC FIL UF 30*100 EZ			6 ml
Electricité	Electricité	SAS Sonepar Sud-Est 161143662	CDC FIL UF 30*100 EZ			9 ml
Electricité	Electricité	MaterielElectrique.com Reference Commande Mardi 20/04/16	VA-ET-VIENT PROG MOSAIC	Interrupteur	Electricité- Interrupteurs	30 u
Electricité		MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Parafoudre téléphonique			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité		MaterielElectrique.com Reference Commande 183925 / C793725	Parafoudre protège habitat			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Electricité		MaterielElectrique.com	Supports Batibox			165 u
Lumières	Electricité	Sonepar Sud-Est Lampes direct FR YSO Electrique	Rana LED et downlight	Plafonnier encastrable à grille, 3x14W, 60x60 cm	Electricité- Luminaires	48 u
Lumières	Electricité	SFEL	Luminaires TUMO	Plafonnier encastrable à grille, 3x14W, 60x60 cm		34 u
Lumières	Electricité	SFEL	Réglette type RGA	Plafonnier encastrable à grille, 3x14W, 60x60 cm		4 u
Faux plafond LowCal générique	Plafonds suspendus	Faux plafond RDC	Plaques de plâtre faux-plafonds	Plaque de plâtre (Placo)	Plafonds suspendus- Faux plafond platre LowCal générique	S=258,84m². V=5,18 m3.
Faux plafond LowCal générique	Plafonds suspendus	Ossature métallique	Rails métalliques	Rail et montant 48/35 en acier galvanisé	Plafonds suspendus- Faux plafond rails LowCal générique	ml=258,84*2=517,68ml
Faux plafond LowCal générique	Plafonds suspendus	Isolation phonique 12 cm de laine de bois	Laine de bois	Panneau de fibres de bois souple (55kg/m3), voie humide	Plafonds suspendus- Isolant phonique LowCal générique	S=258,84m². V=31,1 m3.

Annexe 4 : Hypothèses LowCal-RTeq e-LICCO

Lot	Lot e-licco	Chapitre	élément indiqué sur DPGF	Matériaux e-licco	Nom donné	Remarque
Gros œuvre	Gros œuvre	Murs extérieurs	20 cm de béton	Béton courant prêt à l'emploi Acier d'armature HA et TS	Gros œuvre- murs extérieurs béton Gros œuvre- murs extérieurs acier	Acier : 50 kg d'armatures par m3 Vbéton=355x0,2=71m3 macier=3550kg
Gros œuvre	Isolation thermique	Murs extérieurs	PSE 15cm	Polystyrène expansé (EPS) (d=30kg/m3)	Gros œuvre- murs extérieurs isolation	V=53,3m3
Gros œuvre	Gros œuvre	Murs extérieurs	Enduit	Enduit de ciment pour façades (5kg/m² = 2cm environ)	Gros œuvre- murs extérieurs enduit	S=355m²
Gros œuvre	Gros œuvre	Dalle étage	20 cm de béton	Béton courant prêt à l'emploi Acier d'armature HA et TS	Gros œuvre- dalle étage béton Gros œuvre- dalle étage acier	Acier : 60 kg d'armatures par m3 (INIES) Vbéton=51,73m3 macier=3103,7kg
Gros œuvre	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	Dalle étage	12cm de laine de verre (acoustique)	Laine de verre en panneau semi-rigide (D=15kg/m3)	Gros œuvre- dalle étage laine de verre	V=31,04m3
Gros œuvre	Isolation thermique	Dalle haute combles	20 cm de laine de verre	Laine de verre en panneau semi-rigide (D=15kg/m3)	Gros œuvre- dalle haute combles laine de verre	V=51,73m3
Gros œuvre	Gros œuvre	Dalle haute combles	20 cm de béton	Béton courant prêt à l'emploi Acier d'armature HA et TS	Gros œuvre- dalle haute combles béton Gros œuvre- dalle haute combles acier	Acier : 60 kg d'armatures par m3 (INIES) Vbéton=51,73m3 macier=3103,7kg
Gros œuvre	Gros œuvre	Refend béton	20cm de béton	Béton courant prêt à l'emploi Acier d'armature HA et TS	Gros œuvre- refends béton Gros œuvre- refends acier	Acier : 20 kg d'armatures par m3 (INIES) Vbéton=24,5m3 macier=490kg
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Accessoires de finitions (Murs Ext)	appui de fenêtre	Couvertine/bavette en aluminium thermolaqué, largeur=250mm	Charpente bois- Accessoires de finitions appui fenêtre	Largeur de bavette se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Bois Charpente Couverture	Charpente bois	Charpente Bois, Structure et couverture	Tuile (y compris litelage...)	Tuiles plates en terre cuite	Charpente bois- Tuiles	Surface à adapter : 350m², soit la totalité de la toiture.
CVC	Ventilation	VMC	VMC Double flux centralisées	Centrale de traitement d'air double flux, échangeur à plaques ou à roues, 1415 m3/h.	CVC- VMC DF centralisée	Débit maximal centrale DF Zehnder : 60m3/h. On a donc un débit maximal de 60x21=1260m3/h. Centrale se rapprochant le plus de la conception.
CVC	Ventilation	VMC	Entrées d'air	Terminal de soufflage/reprise PVC	CVC- Entrées d'air VMC DF centralisée	Quantitatif à modifier : 19.
CVC	Ventilation	VMC	Extractions	Terminal de soufflage/reprise PVC	CVC- Extractions VMC DF centralisée	Quantitatif à modifier : 24.
CVC	Ventilation	VMC	Conduits flexibles	Gaine isophonique Dint=Xmm	CVC- conduits flexibles Xmm VMC DF centralisée	Comme le Dint=100mm n'existe pas ici, on considère un Dint de 125mm à la place.
CVC	Ventilation	VMC	Conduits rigides	Gaine acier galvanisé isolée (30mm laine de roche) DNXmm	CVC- conduits acier galvanisé isolé Xmm VMC DF centralisée	Longueurs déterminées à partir d'un tracé sommaire des réseaux.
CVC	Ventilation	VMC	Grille combinée ext blanche	Grille acier (15 kg/m²)	CVC- grilles extérieures VMC DF centralisée	Pour la VMC DF décentralisée, Lxh=500x300. Pour la VMC DF réunion, LxH=400x200. (D'après les débits de chaque CTA et la doc de sélection ATLANTIC).
CVC		Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	2 unités extérieures			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC		Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	1 unité intérieure par pièce			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
CVC	Climatisation	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Conduites cuivre D6,4	Tube cuivre Dint=8; Dext=10mm nu	VRV- Conduites cuivre D6,4	L= 21,05m d'après nos plans et le pré-dimensionnement réalisé.
CVC	Climatisation	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Conduites cuivre D9,5	Tubre cuivre Dint=10mm; Dext=12mm nu	VRV- Conduites cuivre D9,5	L= 40,79m d'après nos plans et le pré-dimensionnement réalisé.
CVC	Climatisation	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Conduites cuivre D15,9	Tube cuivre Dint=16; Dext=18mm nu	VRV- Conduites cuivre D15,9	L= 6,83m d'après nos plans et le pré-dimensionnement réalisé.
CVC	Climatisation	Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	isolant armallex	Calorifuge base caoutchouc e=13mm, Dext=34mm Calorifuge base caoutchouc e=13mm, Dext=40mm Calorifuge base caoutchouc e=13mm, Dext=40mm	VRV- Calorifuge 1 VRV- Calorifuge 2	Calorifuges considérés pour ne pas laisser d'impact nul
CVC		Système de chauffage/climatisation : PAC air/air DRV	Charge en fluide frigorigène R410A			Pas d'éléments équivalents trouvés dans la base de données.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	1 Ballon ECS Electrique 100 litres + 5 chauffe-eau électriques 15L		Chauffe-eau 100L	Plomberie Sanitaire- Ballon ECS 100L	Elément de la base se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Plomberie Sanitaire	Plomberie - sanitaires - ECS	5 chauffe-eau électriques 15L		Chauffe-eau 15L	Plomberie Sanitaire- Ballon ECS 15L	Elément de la base se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages	B.Description des travaux	B.01.02 Cloison de distribution intérieure : cloison standard avec BA 18	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- platre cloisons	Stot = 374,3x2+257+115+100,99=1221,59m². V=22m3.
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages		Ossature pour doublage	Rail et montant 48/35 en acier galvanisé	Doublages-Cloisons- rails cloisons	ml=1221,59x1,6=1954,5ml
Doublages-Cloisons (version2)	Plâtrerie - cloisons sèches - doublages		Laine de verre ép 60mm	Laine de verre en panneau semi-rigide (D=15 kg/m3)	Doublages-Cloisons- laine de verre cloisons	V=374,3x0,06=22,46m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plafonds suspendus	B.Description des travaux	B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Plaque de plâtre (Placo)	Doublages-Cloisons- platre faux plafonds	V=5,94m3
Doublages-Cloisons (version2)	Plafonds suspendus		B.01.07 Faux plafonds décoratifs démontables 60cmx60cm	Plaque de plâtre (Placo)		
Doublages-Cloisons (version2)	Plafonds suspendus		Ossature pour faux plafond	Rail et montant 48/35 en acier galvanisé	Doublages-Cloisons- rails faux plafonds	ml=297,09x2=594,18ml
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Gros œuvre	B.08 Escaliers et garde corps	Fabrication d'un escalier droit	Marche escalier standard en béton (en unité*largeur)	Menuiseries intérieures- B.08 escaliers	unité*largeur=17x1,51=25,7 u.m.
Menuiserie /Escalier- Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.09 Habillage escalier béton	Marches, contre marches, profil nez anti dérapant, bande appel vigilance	Hêtre - Frêne - Peuplier régional non traité (raboté, séché au four)	Menuiseries intérieures- Habillage escalier béton	V=2x0,02=0,04m3 (2 escaliers béton)

Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.11 Garde corps		Garde corps aluminium vitré, h=1500mm, 2 potelets/ml	Menuiseries intérieures- B.11 garde corps	Elément de la base se rapprochant le plus de la conception du bâtiment.
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.12 Plinthes bois droites		Profilé PVC	Menuiseries intérieures- B.12 plinthes	V=lxhép=0,07x0,011x442,85=0,34m³
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.15 Trappe combles 80x80		Porte en acier	Menuiseries intérieures- B.15 trappe combles	Les deux trappes sont rassemblées en 0,64 porte (rapport entre les surfaces).
Menuiserie /Escalier-Parquets-Cintres Ebénisterie- Fenêtres	Menuiseries intérieures	B.16 Trappe de visite 40x40		Porte en acier	Menuiseries intérieures- B.16 trappe de visite	
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures		Stores intérieurs	Store vénitien intérieur (0,5*2,5)	Menuiseries extérieures- stores	Stot=91,3m² équivalente à 73 stores.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures	3211 ensemble composé d'une porte vitrée serrure cinq points à cylindre de 2350x1000 et d'un châssis fixe de 1450x1250	Porte	Porte en aluminium	Menuiseries extérieures- portes	Au nombre de 2.
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures	3212 ensemble composé d'une porte serrure cinq points à cylindre et d'un châssis fixe 1450x1500	Porte	Porte en aluminium		
Menuiseries extérieures	Menuiseries extérieures		Fenêtres	Fenêtre ouvrante aluminium double vitrage	Menuiseries extérieures- double vitrage	Stot=87,325m².
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.01 Enduit Pelliculaire sur murs et cloisons et sur plafonds BA	Enduit organique de finition (1kg/m²)	Peintures-Revêtements muraux- B.01 enduit	surfaces à adapter : Stot=1195,18+620,75=1816m².
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.02 Peinture sur plafonds BA et Faux-plafonds décoratifs	Peinture glycéro, à l'eau	Peintures-Revêtements muraux- B.02 peinture	surfaces à adapter : Stot=620,75m².
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.03 peinture sur Mur	Peinture glycéro, à l'huile	Peintures-Revêtements muraux- B.03 peinture	surfaces à adapter : Stot=1167,61+209,73=1377,34m²
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.05 Lasure/B.06 Vérification Escaliers	Vernis acrylique	Peintures-Revêtements muraux- B.05 lasure	surfaces à adapter : S=139,12+21,79+60,99=221,9m²
Peintures-Revêtements Muraux	Revêtements muraux	B. Description des travaux	B.04 peinture sur menuiseries et métallerie	Peinture glycéro, à l'eau	Peintures-Revêtements muraux- B.04 peinture	surfaces à adapter : S=47,18+0,8+0,8+3,92+7,05=59,75m²
Sols souples - Faïences	Revêtements de sol	B.Description des travaux	B.01 Sols souples / en sol sur support béton/ en sol sur support bois	Moquette en nylon (Rouleaux)	Sols souples-Faïences- moquette	Stotale : 620,75m²

Rapport définitif

- ☒ « Label E+C- certifié par Certivéa ».
- ☒ « Label BBCA délivré par Certivéa »
- ☒ « Label Effinergie délivré par Certivéa »

- ☐ Phase conception
- ☐ Provisoire phase chantier
- ☒ Définitif phase chantier

- ☒ Construction neuve

OPERATION	Opération	Lowcal		
	Objet : (Bâtiment)	Lowcal		
	Sous-Objet : Entité(s) programmatique (s)	Bureau		
	Localisation	65 les balcons de l'Amouriers 26160 Pont de barret		
	Activités	☒ Bureaux	☐ Enseignement	☐ Santé
		☐ Hôtellerie	☐ Logistique	☐ Commerce
		☐ Salle Multisports	☐ Transport	☐ Spectacle
		☐ Culture	☐ Restauration	☐ Pénitentiaire
		☐ Autres :		
MAITRE D'OUVRAGE	Nom	ENERTECH		
	Adresse	65 les balcons de l'Amouriers 26160 Pont de barret		
	Correspondant	Fonction		
		Nom	Thierry RIESER	
		Téléphone	04 75 90 18 54	
		Fax		
		E-mail	rieser@enertech.fr	

	Fonction	Nom	Téléphone	Fax	E-mail
VERIFICATEUR	Responsable de la vérification	Bénédicte CARDON	01 40 50 28 07	-	benedicte.cardon@certivéa.fr

MISSION DE VERIFICATION	Référence Mission	MIS/17/0415
	Date de rédaction du rapport provisoire	20/06/2017
	Date de rédaction du rapport définitif	19/07/2017



Sommaire

- **PARTIE I** : Référentiel(s) Technique(s) applicable(s) et niveau de label visé
- **PARTIE II** : Résultats de performances
- **PARTIE III** : Fiches d'écarts phase chantier



Partie I : Référentiel(s) technique(s) applicable(s) et niveau de label visé

Le vérificateur doit se référer à son ordre de mission afin de compléter la partie I

Référentiels techniques

Version 1 - février 2017



Niveau de label visé

Niveaux Label Energie+ Carbone- :			
☒	Performance Energétique		
	☐ ENERGIE 1	Bilan Bepos ≤ Bilan Bepos max	
	☐ ENERGIE 2		
	☐ ENERGIE 3		
	☒ ENERGIE 4	Bilan bepos ≤ 0	
	Performance Environnementale liée au Eges		
	☐ Carbone 1	Eges ≤ Eges max	
☒ Carbone 2	Et Eges pce ≤ Eges pce max		
NIVEAUX Label BBCA 2017 :			
☒		Usage de bureau	Autres usages
	☐ BBCA Standard :	Carbone 2 Energie 1	Supérieur ou égale à 0 points
	☐ BBCA Performant	Carbone 2 Energie 1	Supérieur ou égale à 15 points
	☒ BBCA Excellence	Carbone 2 Energie 1	Supérieur ou égale à 25 points
Niveaux Label EFFINERGIE 2017 :			
☒	- Bbio ≤ 0,8* Bbiomax RT2012 - Cep ≤ Cepmax (n*Mctype*(Mcgeo+Mcalt+Mcsurf+McGES)) - Cephorsprodélec ≤ Cephorsprodélecmax (n*Mctype*(Mcgeo+Mcalt+Mcsurf+McGES)) + 12*Mctype		
	☐ BBC Effinergie 2017	RT 2012 et E+C-, a minima Energie 2 Carbone 1	
	☐ BEPOS Effinergie 2017	RT 2012 et E+C-, a minima Energie 3 Carbone 1	
	☒ BEPOS+ Effinergie 2017	RT 2012 et E+C-, a minima Energie 4 Carbone 1	



Partie II : Résultats de performance

Résultat du niveau de performance Énergétique (RT2012)

Date du calcul :	30/06/2017
Phase	CHANTIER
Bbio _{projet} (points) obtenu	35,90
Bbio _{max RT2012} x 0,8 (points) à ne pas dépasser	44,8
Cep _{projet} (kWh/m ² .an) obtenu	-98,8
Cep _{max} (kWh/m ² .an) à ne pas dépasser	33,6
Cep _{horsprodélec}	18,7
Cep _{horprodélecmax}	50,4
Bilan bepos	-3,7
Bilan Bepos max	0

La performance énergétique du bâtiment est basée principalement sur :

- Une enveloppe thermiquement performante
- Une production de chaud par radiateurs électrique
- Pas de production de froid
- Une installation photovoltaïque



Résultat du niveau de performance Environnementale liée aux Eges

Date du calcul :	30/06/2017
Phase	CHANTIER
Eges	759,9
Eges max	967
Eges PCE	609,8
Eges PCE max	900

Résultat du niveau de performance BBCA

Date du calcul :	30/06/2017
Phase	CONCEPTION
Points Emissions évitées	20
Points Stockage Carbone	3
Points Economie Circulaire	14
Total Points BBCA du Projet	37
Seuil minimal Label BBCA Standard / Performant / Excellence	00 / 15/ 25
Niveau de Label Atteint	BBCA Excellence

- L'obtention des points BBCA du projet est basée principalement sur :
- Un impact de la construction réduit notamment pour les lots Fondations - Infrastructures, Façades - Menuiseries extérieures et Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape
 - Un réemploi de produits lors de la construction du bâtiment
 - Un potentiel de changement d'usage élevé.



Partie III : Fiches écarts phase réalisation

Le résultat de la vérification de l'évaluation fait état de :

- **0 écarts**