

MAITRE D'OUVRAGE :

Centre Hospitalier ESQUIROL  
15 rue du Docteur Marcland  
BP 61730 – 87025 LIMOGES

**Etudes | Etudes matériaux**

21/11/2025

CONSTRUCTION ET RESTRUCTURATION

**Extension bât. Adrien Dany  
87 - LIMOGES**



## VIZEA – Bureau d'étude HQE Thermique

1	Analyse de Cycle de Vie	2
1.02.	Résultats ACV	6
2	Matériaux biosourcés	11
3	Réemploi	12
4	Evaluation du risque de condensation dans les parois	13

La présente note a pour but de récapituler les données d'entrées et hypothèses de calcul, et de présenter les résultats des études ACV, biosourcé et réemploi.

## 1 ANALYSE DE CYCLE DE VIE

Une Analyse du Cycle de Vie (ACV) a également été conduite afin de quantifier l'indicateur  $I_{\text{construction}}$  du projet et d'orienter le choix des matériaux. L'un des objectifs fixés parallèlement était d'intégrer à minima 18 kg/m<sup>2</sup> SP de matériaux biosourcés. L'analyse du cycle de vie du bâtiment a été réalisée conformément à la période d'étude de référence (50 ans).

### 1.1.1. METHODOLOGIE

La méthodologie suivie dans le cadre de l'étude anticipant la RE2020 est basée sur la méthode de calcul Th-BCD annexe II du ministère, version août 2021 : « Arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation ».

L'analyse de l'impact environnemental, a été effectuée via le **logiciel Pléiades**.



L'étude est divisée en 2 temps :

- L'intégration du rapport RSET de l'étude thermique qui permet l'évaluation du critère  $I_{\text{c}}$  Energie de la RE2020
- La réalisation de l'étude de l'impact environnemental des matériaux constitutifs du bâtiment. Celle-ci prend en compte l'intégralité de la durée de vie du bâtiment, depuis l'extraction des matières premières qui serviront à fabriquer les matériaux qui le composent, jusqu'à sa démolition et au traitement des déchets de démolition (mise en décharge, incinération, recyclage).

L'évaluation de l'impact environnemental repose alors sur les indicateurs environnementaux suivants. Les indicateurs qui nous intéressent pour cette étude sont mis en couleur et en gras dans le tableau ci-dessous.

#### Impacts environnementaux :

- Réchauffement climatique
- Appauvrissement de la couche d'ozone
- Acidification des sols et de l'eau
- Eutrophisation
- Formation d'ozone photochimique
- Epuisement des ressources abiotiques – éléments
- Epuisement des ressources abiotiques – combustibles fossiles
- Pollution de l'air
- Pollution de l'eau

#### Consommations des ressources

- Utilisation de l'énergie primaire renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelable
- Utilisation des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées en tant que matières premières.
- Utilisation de l'énergie primaire non renouvelable, à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelable
- Utilisation des ressources d'énergie primaire non renouvelables utilisées en tant que matières premières.
- Utilisation de matières secondaires
- Utilisation de combustibles secondaires renouvelables
- Utilisation de combustibles secondaires non renouvelables
- Utilisation nette d'eau douce

#### Déchets :

- Déchets dangereux éliminés
- Déchets non dangereux éliminés

### 1.1.2. INDICATEUR IC CONSTRUCTION

Dans le cadre de notre projet, bien que nous ne soyons pas soumis à la RE2020, nous anticipons son application. À ce jour, la RE2020 ne s'applique pas encore aux centres hospitaliers. Par conséquent, deux zones fonctionnelles ont été distinguées : une partie "nuit", correspondant aux chambres et aux salles de bains, et une partie "jour", regroupant les locaux communs et les bureaux.

Sur cette base, un indicateur IC Construction fictif a été calculé. Ce dernier ne constitue pas une valeur réglementaire mais un outil d'analyse permettant d'évaluer la performance environnementale du projet en se référant à des typologies existantes reconnues par la RE2020 :

- la partie "jour" est assimilée à du bureaux
- la partie "nuit" est assimilée à du logement collectif.

Cet indicateur traduit l'impact du changement climatique, à l'horizon 50 ans, des émissions de gaz à effet de serre relatives aux produits de construction et équipements sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Le seuil à respecter varie en fonction de la date de dépôt de PC et du type de construction. La valeur Ic construction max est ensuite modulée selon :

- La localisation géographique ;
- La présence de combles ;
- La surface moyenne des logements en collectif ;
- La surface de référence du bâtiment ;
- La catégorie de contraintes extérieures du bâtiment ;
- L'impact des fondations et des espaces en sous-sol du bâtiment ;
- L'impact de la voirie et des réseaux divers du bâtiment ;
- L'impact des données environnementales par défaut et valeurs forfaitaires dans l'évaluation du bâtiment.

L'impact environnemental est décomposé en **3 contributeurs réglementaires** :

- le **contributeur « produits de construction et équipements »** ce sont l'ensemble des composants du bâtiment, y compris les réseaux et espaces de parking du bâtiment. Il a fallu produire, transporter, mettre en œuvre, utiliser et il faudra démolir tous ces composants : ce contributeur couvre les étapes 1 à 4 ;
- le **contributeur « consommations d'énergie »** les consommations d'énergie importées et consommées par le bâtiment. Ces consommations d'énergie sont liées à l'utilisation du bâtiment en phase exploitation et correspondent aux consommations calculées pour tous les usages réglementaires : cette contribution correspond à l'énergie consommée lors de l'étape 3 ;
- le **contributeur « chantier »** couvre les consommations d'énergie du chantier de construction (étape 2), les consommations et rejets d'eau du chantier, l'évacuation et le traitement des déchets du terrassement non pris en compte dans la contribution "*composants*".

Les matériaux dans l'ACV sont répartis en 13 lots :

- Lot 1 : VRD (Voirie et Réseaux Divers)
- Lot 2 : Fondations et infrastructure
- Lot 3 : Superstructure – Maçonnerie
- Lot 4 : Couverture - Etanchéité - Charpente – Zinguerie
- Lot 5 : Cloisonnement - Doublage - Plafonds suspendus - Menuiseries intérieures
- Lot 6 : Façades et menuiseries extérieures
- Lot 7 : Revêtements des sols, murs et plafonds - Chape -Peintures - Produits de décoration
- Lot 8 : CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement - eau chaude sanitaire) [Lot 8.1 forfaitaire]
- Lot 9 : Installations sanitaires
- Lot 10 : Réseaux d'énergie (courant fort) [Lot forfaitaire]
- Lot 11 : Réseaux de communication (courant faible) [Lot forfaitaire]
- Lot 12 : Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
- Lot 13 : Equipement de production locale d'électricité

### 1.1.3. LES DONNEES SOURCES

Les données environnementales utilisées pour réaliser le bilan carbone sont définies par des FDES pour les matériaux et des PEP pour les produits. Elles précisent le bilan environnemental et sanitaire d'un produit de construction, défini par une unité fonctionnelle et une durée de vie. Il existe 3 types de fiches :

- MDEGD (fiches génériques)  
*Données environnementales par défaut, très défavorables (Coefficient de sécurité appliqué atteignant jusqu'à 30%)*
- FDES / PEP collectives  
*Données environnementales représentatives pour un ensemble de produits*
- FDES / PEP individuelles  
*Données environnementales valides pour un seul produit*

Il s'agit de limiter le recours aux MDEGD, très pénalisantes pour le projet. Cela est d'autant plus vrai dans les lots ayant le plus d'impact.

#### 1.1.4. SURFACES DE REFERENCE

Les surfaces de référence pour cette opération sont les suivantes :

Surface	Projet
Surface utile de la partie jour (m²)	1617 m²
SHAB de la partie nuit (m²)	591 m²

#### 1.1.5. DONNEES D'ENTREE

Les données d'entrée considérées pour la réalisation de cette étude sont les suivantes :

Sources des données	Date
Estimatif APD de Vanguard	21/10/2025
Estimatif APD lot charpente	01/10/2025
Métrés lot GO de Novam	14/11/2025
CCTP de la phase APD	03/11/2025

#### 1.1.6. CARACTERISTIQUES DU BATIMENT

Les données générales de l'ouvrage étudié sont les suivantes :

Lots	Projet
Mode constructif	Semelles en béton armé CEMIII
	Façade en béton armé CEMII
	Plancher en béton armé CEMII ou CEMIII selon emplacement
	FOB en R+3 avec laine de bois
Couverture Etanchéité Charpente	Charpente bois
	Couverture zinc
	Toitures terrasses végétalisées et/ou gravillonnées
Cloisonnement, Doublage Plafonds, menuiseries intérieures	Isolation thermique du plancher bas en PSE
	Isolation verticale en PSE
	Isolation soufflée en comble en ouate de cellulose
Façades et menuiseries extérieures	Bardage bois et alu
	Menuiseries aluminium
	Stores et volets roulants

	Portes extérieures en aluminium
Revêtements des sols, murs et plafonds	PVC, carrelage
	Chape
	Faux plafond bois
	Peintures aqueuses
Ascenseurs	2 Monte-malade 1600kg

### 1.1.1. DONNEES IC CHANTIER

Les données d'entrée permettant d'évaluer l'impact environnemental de l'opération sur le contributeur chantier sont les suivantes :

Critères	Opération
Durées de chantier en été (avril-sept)	6
Durées de chantier en hiver (oct-mars)	6
Quantités de terres excavées (m3)	1 000
Quantités de terres évacuées (m3)	1 000
Distance entre le chantier et le lieu d'évacuation des terres (km)	30

### 1.1.2. HYPOTHESES SPECIFIQUES

Les lots 8 et 9 ont été intégrés de manière forfaitaire dans le périmètre d'analyse en raison de l'absence de quantitatifs suffisamment précis. Les contributions de ces lots ont été calibrées sur les valeurs forfaitaires issues du référentiel E+C- et s'élèvent ainsi à :

- Lot 8 : 76 kg éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>
- Lot 9 : 32 kg éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Ces estimations sont utilisées en attendant l'obtention de métrés détaillés permettant une modélisation spécifique et une révision éventuelle des impacts associés.

Dans le cadre de la présente étude, un certain nombre d'hypothèses ont été faites.

- Dans le cas où aucune FDES n'était disponible les impacts liés à ces métrés n'ont pas été rentrés sous Pléiades.
- La distance entre le site d'évacuation des terres et le chantier est de 30km.
- Il a été considéré 12 mois de chantier.

Tout ajustement architectural, ainsi que toute modification des quantités ou des types de matériaux, aura un impact direct sur les résultats annoncés.



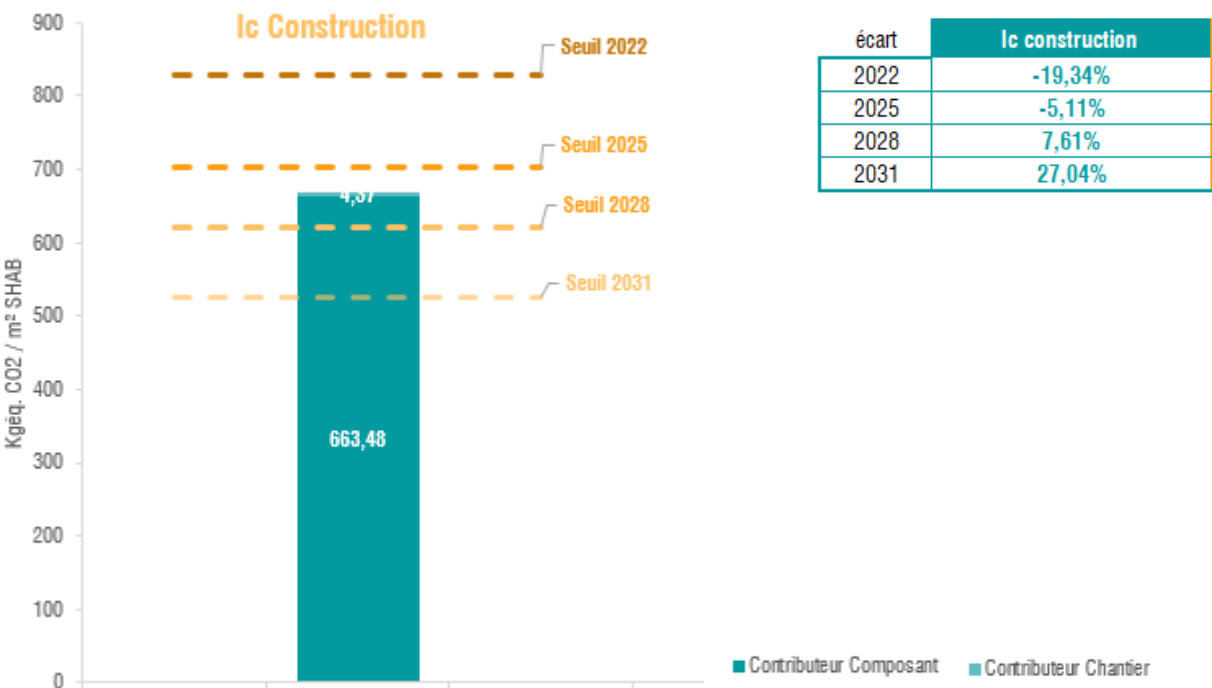
## 1.02. RESULTATS ACV

### 1.2.1. RESULTATS GENERAUX

Les éléments ci-dessous présentent les résultats du projet en l'état selon le référentiel de la RE2020.

	Ic Construction Zone Jour	Ic Construction Zone Jour
Ic Construction (kgeqCO2/m²SHAB)	636.8 / 724.9	550.9 / 646.0

	Ic Construction Global			
Ic Construction (kgeqCO2/m²SHAB)	667,9			
Ic Composant (kgeqCO2/m²SHAB)	663,5			
Ic Chantier (kgeqCO2/m²SHAB)	4,37			
Année	2022	2025	2028	2031
Seuil Ic Construction (kgeqCO2/m²SHAB)	828,0	703,8	620,6	525,7

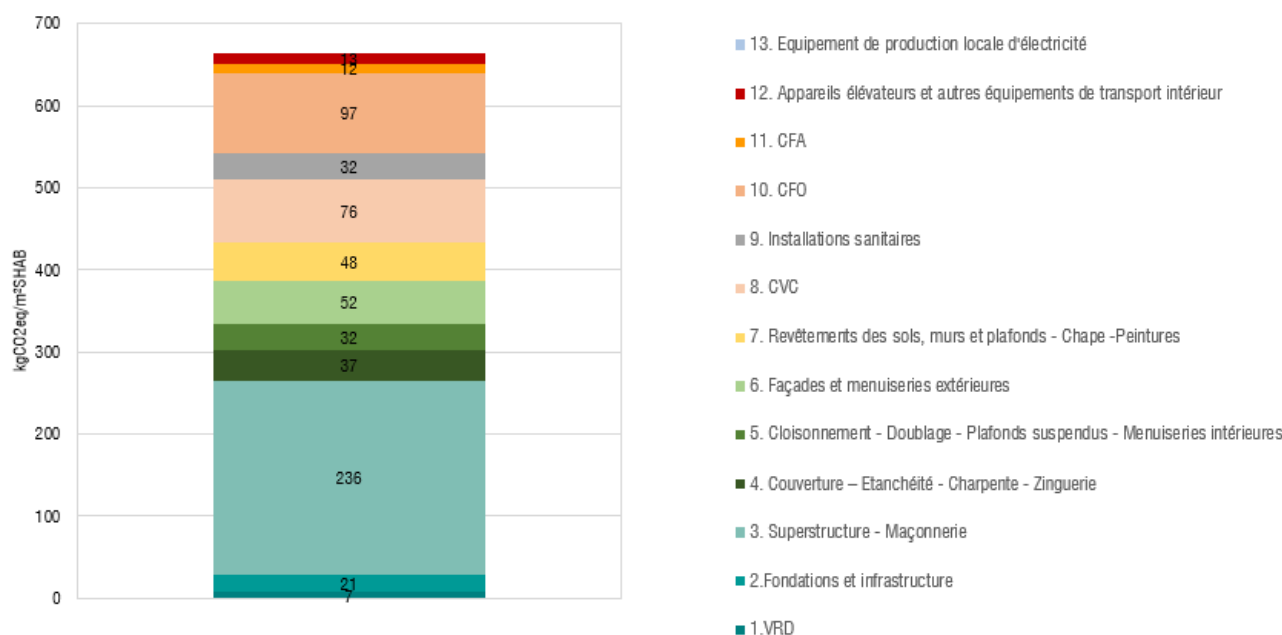


En considérant l'ensemble des hypothèses explicitées, le projet répond aux attendus avec un Ic construction inférieur à notre seuil fictif retenu. D'après les informations disponibles au stade PRO de l'opération, l'IC Construction atteint le seuil avec une marge de 5.1%

Conformément aux recommandations de la convention SYNTEC, nous préconisons une marge d'incertitude de 5% en phase PRO. Une marge plus faible augmenterait le risque de dépasser le seuil fictif d'IC construction lors des phases ultérieures, les ajustements de matériaux et quantitatifs pouvant générer des écarts non absorbés par une tolérance réduite.

## 1.2.2. INTERPRETATION DES RESULTATS, RESULTATS PAR LOT

Répartition des émissions de CO<sub>2</sub>eq par lot - Ic Composant



Le lot 3 Superstructure et maçonnerie constitue le principal poste d'impact, et les lots forfaitaires contribuent également de manière notable à l'ACV. Les bétons des parois verticales ont été optimisés par l'emploi de formulations bas carbone, en intégrant des ciments de type CEM III pour les murs, permettant de réduire significativement les émissions associées. La proximité avec le seuil s'explique toutefois par le volume important de béton mis en œuvre, qui demeure le facteur déterminant de l'impact global malgré l'optimisation des formulations.

À ce stade de l'étude, l'opération présente plusieurs points positifs notables concernant les émissions de gaz à effet de serre :

- Le système constructif R+3 en FOB (Façade Ossature Bois) contribue favorablement à la réduction de l'empreinte carbone du bâtiment avec une isolation en laine de bois.
- La charpente bois représente également un atout en termes de stockage de carbone biogénique et de réduction des impacts associés aux produits de construction.
- Isolation en comble par ouate de cellulose.
- Béton bas carbone (avec ciment de type CEM III ou liant san clinker) pour les ouvrages préfabriqués (type escalier), les planchers dalle préfabriqués PH R+3 et les fondations : semelles isolées et filantes.

## 1.2.3. LIMITES DE L'EVALUATION

A ce stade le tableau en page suivante détaille les métrés considérés et les fiches FDES associées aux produits de construction et équipements du projet. Toute modification des quantités ou substitution de fiches entraînera un impact direct et mesurable sur les résultats de l'ACV.

Le fonctionnement du logiciel d'ACV repose sur l'exploitation d'une bibliothèque de fiches prédéfinies. Il s'agit dans un premier temps de sélectionner les fiches correspondant aux matériaux mis en œuvre sur l'opération. On renseigne ensuite les métrés pour obtenir les quantités totales et dresser un bilan des différents impacts environnementaux. Les limites suivantes dans l'application de ce processus avec le logiciel Pléiades sont à noter :

- La bibliothèque comporte un nombre de FDES limitées, le choix d'une fiche implique une approximation.
- Chaque FDES fonctionne avec son unité conventionnelle prédéfinie. Lorsque celle-ci ne correspond pas à l'unité reçue en entrée, des hypothèses de dimension pour les conversions ont dûes être prises.
- Les FDES par défaut fournies sont significativement plus pénalisantes que les FDES collectives ou individuelles



- Certains lots techniques sont obtenus de manière forfaitaire, ce qui laisse supposer un impact environnemental évalué de manière prudente en défaveur du bilan global.
- Le renseignement des consommations de chantier est réalisé en prenant en compte les consommations d'énergie du chantier (base vie, grues et engins de chantier), les consommations et rejets d'eau et l'évacuation et le traitement des déchets de terrassement.

<i>Nom</i>	<i>Lot</i>	<i>Quantité</i>	<i>Unité fiche</i>	<i>Num. fiche</i>	<i>Type de fiche</i>
Regard collecteur	1.1	5,00	unité	26 924	FDES collective
Regard	1.1	12,00	unité	31 763	MDEGD
Géotextile	1.3	230,00	m²	31 398	MDEGD
Revêtement parking	1.3	580,00	m²	34 847	FDES collective
Monte Malade 1	12.	2	étage	28654	MDEGD
Monte Malade 2	12.	3	étage	28654	MDEGD
capteur solaire thermique	13.	25,00	m²	31 515	MDEGD
Longrines béton armé 20x50ht	2.1	0,6039	m3		Fiche configurée
Longrines béton armé 20x150ht	2.1	1,461	m3		Fiche configurée
Longrines béton armé 30x50ht	2.1	12,97785	m3		Fiche configurée
Longrines béton armé 30x60ht	2.1	2,41398	m3		Fiche configurée
Longrines béton armé 35x50ht	2.1	0,6846	m3		Fiche configurée
Semelles filante 45x20	2.1	35,80	m		Fiche configurée
Semelles filante 50x25	2.1	7	m		Fiche configurée
Semelles filante 65x25	2.1	9,50	m		Fiche configurée
Semelles filante 70x25	2.1	4,70	m		Fiche configurée
Semelles filante 80x25	2.1	46,40	m		Fiche configurée
Semelles filante 80x30	2.1	86,30	m		Fiche configurée
Semelles filante 90x25	2.1	12,50	m		Fiche configurée
Semelles filante 95x25	2.1	11,20	m		Fiche configurée
Semelles filante 100x30	2.1	13,90	m		Fiche configurée
Semelles filante 110x30	2.1	24,60	m		Fiche configurée
Semelles filante 120x40	2.1	45,40	m		Fiche configurée
Semelles filante 150x50	2.1	20,80	m		Fiche configurée
Semelles isolées béton armé	2.1	66,35	m³	39952	Fiche configurée
Drainage pied fondation	2.1	150,00	m	43 316	MDEGD
Platelage métallique Passerelle	3.1	135,00	m²	31 850	MDEGD
Dalles sur plots	3.1	14	m²	30 129	MDEGD
Bac acier Auvent	3.1	50,00	m²	39 074	FDES collective
Bac acier Auvent	3.1	849,26	m²	39 074	FDES collective
Radier	3.1	17,31	m³	34 871	MDEGD
Dalle béton plein armé 200 mm	3.1	955,28	m²		Fiche configurée
Dalle béton plein armé 220 mm	3.1	194,52	m²		Fiche configurée
Dalle béton plein armé 240 mm	3.1	1 362,29	m²		Fiche configurée
Dalle béton plein armé 250 mm	3.1	814,02	m²		Fiche configurée
Dalle béton plein armé 300 mm	3.1	625,13	m²		Fiche configurée
Dalle béton plein armé 450 mm	3.1	108,29	m²		Fiche configurée
BN 20x25ht	3.2	12,18	m		Fiche configurée
BN 20x20ht	3.2	37,135	m		Fiche configurée
UPN 450	3.2	13 067,00	kg	46 687	FDES collective

Corbeau BA 20x20ht	3.2	21,404	m		Fiche configurée
Ptre BA 30x30ht	3.2	2,36	m		Fiche configurée
Ptre BA 30x40ht	3.2	3,48	m		Fiche configurée
Ptre BA 30x55ht	3.2	11,95	m		Fiche configurée
Ptre BA 30x60ht	3.2	74,68	m		Fiche configurée
Ptre BA 40x80ht	3.2	120,10	m		Fiche configurée
Ptre BA 20x125ht	3.2	13,68	m		Fiche configurée
Ptre BA 20x50ht	3.2	21,61	m		Fiche configurée
Ptre BA 25x50ht	3.2	17,02	m		Fiche configurée
Ptre BA 30x50ht	3.2	65,12	m		Fiche configurée
Ptre BA 30x65ht	3.2	13,68	m		Fiche configurée
Poutre reprise toiture	3.2	1 164,00	kg	40 351	FDES collective
Poutres principales HEA	3.2	1 475,00	kg	40 351	FDES collective
Plaques coupe-feu SF 1H :	3.3	762,00	m²	27 468	FDES individuelle
Murs Béton plein 20cm	3.3	2 636,37	m²		Fiche configurée
Diagonales CAE Passerelle	3.3	533,00	kg	38 867	FDES collective
FOB	3.3	762,00	m²	41 792	FDES collective
Rives UPN Passerelle	3.3	1 225,00	kg	38 867	FDES collective
Solive IPN Passerelle	3.3	4 706,00	kg	38 867	FDES collective
STR_Poteau rect 25x25	3.5	228,52	m		Fiche configurée
SER_Poteau Ø20	3.5	23,88	m		Fiche configurée
STR_Poteau rect 20x65	3.5	1,86	m		Fiche configurée
SER_Poteau Ø30	3.5	33,00	m		Fiche configurée
STR_Poteau rect 20x20	3.5	9,42	m		Fiche configurée
SER_Poteau Ø40	3.5	136,29	m		Fiche configurée
Poteaux métalliques ossature auvent (tubés et assemblage H en tête)	3.5	849,00	kg	46688	FDES collective
Fibrastyrène	3.7	1 236,50	m²	35 882	FDES individuelle
EFIGREEN DUO 160 mm	4.1	504,30	m²	41 923	FDES individuelle
Etanchéité bi-couche	4.1	504,3	m²	31 501	MDEGD
- Couche filtrante	4.1	97	m²	31 818	MDEGD
- Protection 30 cm de terre	4.1	61	m²	46 809	MDEGD
- Protection végétalisée	4.1	340,3	m²	46 809	MDEGD
- Protection gravillons	4.1	2,12	m3	31 935	MDEGD
Enduit d'imprégnation à froid	4.1	451,30	m²	29 395	MDEGD
Relevé d'étanchéité	4.1	109,26	m²	45 986	FDES individuelle
Pare-vapeur Terrasses	4.1	451,30	m²	41 454	FDES collective
Charpente bois	4.2	1 057,00	m³	31 196	FDES collective
Revêtement Alu	4.2	1 344,00	m²	39 098	FDES individuelle
- Drain	4.3	97	m²	31 818	MDEGD
Couvertine	4.3	110	ml	29 377	MDEGD
Châssis d'accès en toiture	4.3	4	m²	28 195	MDEGD
Châssis de désenfumage	4.3	3	m2	46 769	MDEGD
Etanchéité châssis accès toiture	4.3	3	m²	32 358	MDEGD
Porte bois intérieure coulissante	5.1	55,08	m²	29 200	MDEGD
Porte bois intérieure	5.1	275,40	m²	46 692	FDES collective
Laine de roche TH41	5.1	3 137,05	m²	31 636	MDEGD
Cloisons des vestiaires et sanitaires	5.1	202	m²	41694	FDES individuelle
Contre-cloisons pour gaines techniques de 10 cm	5.1	195	m²	34163	FDES individuelle
Pare-vapeur Murs	5.2	102,47	m²	33 921	MDEGD

PSE Knauf XTherm Sol Th31	5.2	538,87	m²	33 699	FDES individuelle
Ouate de cellulose - Combles	5.2	1 023,00	m²	28 857	MDEGD
Doublage sur les parois en béton	5.2	835	m²	38 212	FDES individuelle
- PV wab	5.2	414,5	m²	38 212	FDES individuelle
- PV haute dureté	5.2	6064,1	m²	41 433	FDES individuelle
Doublage sur les parois en bois avec 1 BA18S	5.2	1026,3	m²	38 212	FDES individuelle
Doublage acoustique collé de 10 cm sur les gaines d'ascenseur	5.2	115	m²	28 801	MDEGD
Doublage acoustique collé de 10 cm sur les gaines d'ascenseur - isolant fibreux	5.2	115	m²	39 691	FDES individuelle
BA25 acoustique KA25Phonik+	5.2	901,30	m²	41 432	FDES individuelle
- PV hydro	5.2	701,5	m²	38 215	FDES individuelle
98/62 avec des plaques type KHD18	5.2	1321	m²	34784	FDES individuelle
Soffite de 8 cm	5.3	8	m²	38 215	FDES individuelle
FP1 - Faux plafond dalles 600x600mm acoustique	5.3	830,69	m²	41298	FDES individuelle
FP2 - Faux plafond dalles 600x600mm hydrofuge	5.3	90,26	m²	38215	FDES individuelle
FP4 - Faux plafond type BA13	5.3	362,73	m²	38 212	FDES individuelle
FP5 - Faux plafond type BA13 hydrofuge	5.3	380,08	m²	38 215	FDES individuelle
FP6 - Faux plafond type Bois	5.3	418,72	m²	29 187	MDEGD
Châssis fixes vitrés EI 60 Poste de soin	5.5	3,4	m²	34 195	MDEGD
Knauf Therm ITEx Th38 SE - 140	6.1	102,47	m²	33694	FDES individuelle
Mortier de sous-couche sous enduit ext	6.1	709,00	m²	41 782	FDES collective
Enduit extérieur	6.1	709,00	m²	41 781	FDES collective
Knauf Therm ITEx Th38 SE - 200	6.1	661,47	m²	33694	FDES individuelle
Bois bardage - FOB	6.1	637,00	m²	28 029	MDEGD
Porte extérieure métallique	6.2	2,71	m²	29830	FDES collective
Menuiseries alu	6.2	245,16	m²	41 239	FDES collective
Volet roulant PVC motorisé	6.2	132,64	m²	27 014	FDES collective
Store enroulable extérieur	6.2	145,47	m²	27 012	FDES collective
Store enroulable intérieur	6.2	33,48	m²	27 010	FDES collective
Puits de lumière Lamilux rooflight F100, F150	6.2	5	m²	28 195	MDEGD
Étanchéité puits de lumière	6.2	5	m²	32 358	MDEGD
Murs rideaux en aluminium	6.3	62	m²	35 596	MDEGD
Murs rideaux en acier	6.3	8,6	m²		MDEGD
Carrelage	7.1	582,3	m²	29172	MDEGD
revêtement de sol PVC	7.1	2 042,00	m²	46 359	FDES collective
Ragréage pour carrelage	7.1	582,30	m²	31 479	MDEGD
Système d'étanchéité liquide SEL	7.1	582,30	m²	31 523	MDEGD
Ragréage pour linoléum	7.1	418,72	m²	41 782	FDES collective
Peinture finition A	7.2	6 115,00	m²	37 280	FDES collective
Primaire d'impression sur finition A	7.2	6 115,00	m²	37282	FDES collective
Peinture finition C	7.2	1 078,80	m²	37284	FDES collective
Primaire d'impression sur finition B	7.2	1 078,80	m²	37282	FDES collective
Primaire d'impression sur FP	7.2	1 663,76	m²	37282	FDES collective
Peinture ext	7.2	178,00	m²	31 729	MDEGD
Encadrement des baies	7.3	702,00	ml	40858	FDES individuelle
Thermolaquage UPN 450 - primaire	7.3	100,00	m²	30 288	FDES individuelle
Thermolaquage UPN 450 - revêtement	7.3	50,00	kg	42 347	FDES individuelle

## 2 MATERIAUX BIOSOURCES

Au stade PRO/DCE, l'isolant en ouate de cellulose pour les combles a été réintroduit afin de respecter les objectifs de performance environnementale. Les quantités ont été recalculées sur la base des métrés transmis par Vanguard, permettant d'affiner précisément le bilan.

L'objectif initial de 18 kg/m² SP de matériaux biosourcés est atteint. Nous atteignons 18.1 kg/m² SP. Il a été considéré les matériaux et quantités suivantes :

FONCTION	PRODUIT	DESCRIPTION		CARACTÉRISTIQUE DIMENSIONNELLE		RATIO PAR DEFAULT	Quantité projet		Masse biosourcée
Structure, maçonnerie, gros œuvre, charpente	Charpente industrielle	Charpentes en fermettes ou poutres en i, y compris entretoises, écharpes, ossatures de noues, croupes et autres accidents de toiture. En cas d'entrants porteurs (combles habitables), la surface des planchers est à compter en sus au titre des planchers bois	Charpente bois	Exprimée en surface projetée au sol, y compris débords, quelle que soit la pente	m²	15 kg/m²	1057	m²	15 855 kg
Revêtement de sols et murs, peintures, produits de décoration	Lambris bois et reconstitués	Lambris intérieurs de murs et plafonds en bois massif, bois lamellé-collé ou bois massif reconstitué ou dérivés du bois de toutes épaisseurs, y compris contre-lattage	Plafond R+3	Exprimée en surface nette après déduction des baies et des trémies	m²	7,5 kg/m²	418,72	m²	3 140 kg
Menuiseries intérieures et extérieures, fermetures	Portes intérieures en bois	Portes intérieures en bois, pleines ou menuisées, éventuellement vitrées. Les huisseries sont comptées ailleurs	Bloc-portes battants bois	Forfaitisée par vantail, quelles que soient les dimensions	unité	12,5 kg/unité	131	u	1 638 kg
Façades	Bardage en lames de bois	Bardages extérieurs en lames de bois massif, bois massif reconstitué, et bois lamellé-collé ou de dérivés du bois horizontales, verticales ou obliques. Toutes épaisseurs, y compris contre-lattage	Bardage Bois R+3	Exprimée en surface nette après déduction des baies	m²	12,5 kg/m²	637,0	m2	7 963 kg
Isolation	isolation extérieure	isolation	Fibrastyrène	Exprimée en surface nette	m²	0,25 kg/m²	529	m²	132 kg
Isolation	Isolants à base de fibres végétales (chanvre, lin, coton, ouate de cellulose, fibre de bois)	Panneaux souples, rouleaux ou vrac pour isolation ou complément d'isolation des sols, cloisons, toitures ou plafonds	Laine de bois de la FOB R+3	Exprimée en volume net d'isolant	m³	25 kg/m³	156,2	m³	3 905 kg
Isolation	Isolants à base de fibres végétales (chanvre, lin, coton, ouate de cellulose, fibre de bois)	Panneaux souples, rouleaux ou vrac pour isolation ou complément d'isolation des sols, cloisons, toitures ou plafonds	Ouate de cellulose	Exprimée en volume net d'isolant	m³	25 kg/m³	380,5	m³	9 513 kg
Cloisonnement, plafonds suspendus	Ossature bois non porteuse	Ossature bois pour cloisons, contre-cloisons ou isolation par l'extérieur incluant semelles, montants, traverses et lisses	FOB R+3	Exprimée en surface nette après déduction des baies	m²	7,5 kg/m²	762	m²	5 715 kg

TOTAL PROJET	47 861 kg
Type d'usage	Centre Hospitalier
Surface plancher projet	2 646 m²SP
Ratio kg/m²SP	18,1 kg/m²SP

Ce tableau est extrait de l'Arrêté du 19 décembre 2012 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label "bâtiment biosourcé". Il reprend l'annexe IV sur les ratios par défaut pour estimer la masse de matière biosourcée mis en œuvre dans un bâtiment.

### 3 REEMPLOI

Pour rappel l'objectif est **5% (en masse) de matériaux issus de filière de réemploi**, dont 2 types de matériaux différents.

Sur la base du diagnostic PEMD transmis par le CH Esquirol, il a été décidé de réemployer 13 vasques existantes issues du site. Cette approche vise à prolonger la durée de vie de l'équipement et à limiter la production de déchets. Le réemploi permet également d'éviter la fabrication et le transport d'un équipement neuf, réduisant ainsi les émissions associées à la production de céramique et au conditionnement logistique.

Le réemploi de ces 13 vasques représente un volume total de 367,9 kg de matériaux préservés de la filière de déchets et autant de ressources évitées à la production neuve. Cette économie de matière se traduit par une réduction notable des impacts environnementaux liés à la fabrication de céramiques sanitaires (extraction de matières premières, cuisson à haute température, transport et emballage).

À cet effet, la mise à disposition d'une zone de stockage adaptée est indispensable afin d'assurer la conservation des éléments entre leur dépose et leur réintégration dans l'ouvrage. **La dépose et le stockage sera effectué par la MOA.**

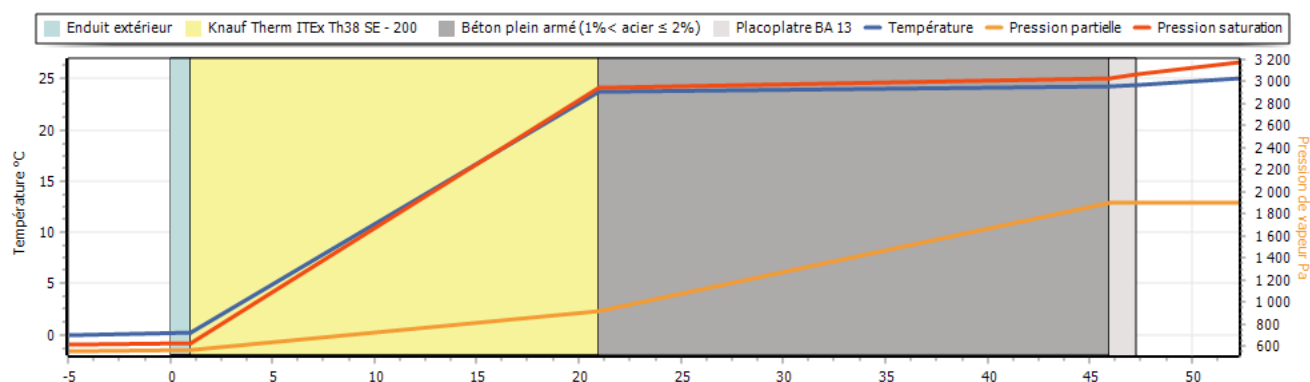
De plus, des granulats recyclés (label CE2+ Cranudem) sont prévus, à hauteur de 15% des granulats, totalisant une masse de 200 tonnes, supérieures à 5% du poids total du bâtiment (3825 tonnes).

Matériaux réemployés	Quantité
13 vasques	367.9 kg
Granulats recyclés	200 000 kg
<b>Total</b>	<b>200 367.9 kg</b>
<b>Objectif</b>	<b>191 250 kg</b>

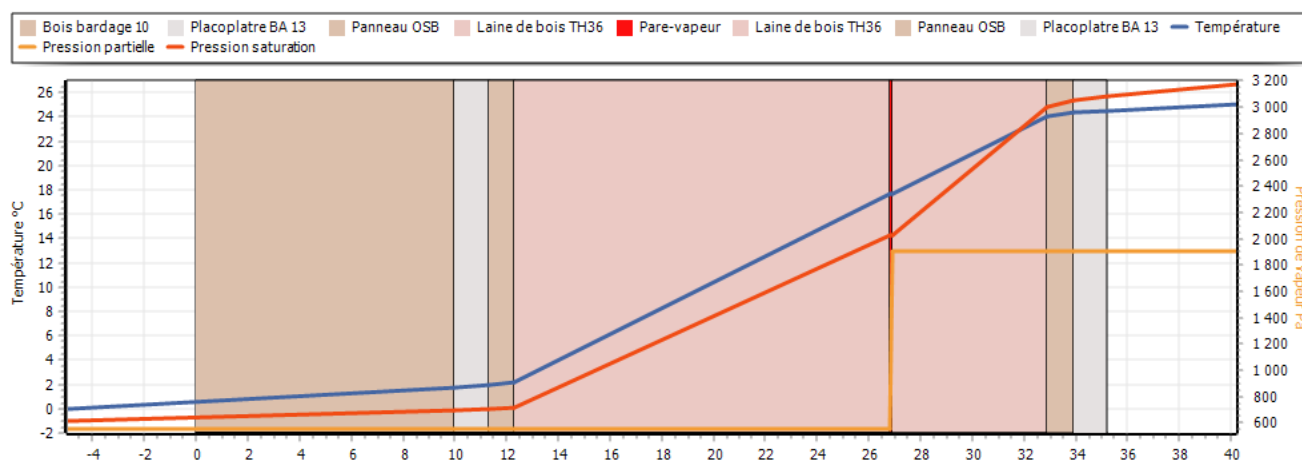
## 4 EVALUATION DU RISQUE DE CONDENSATION DANS LES PAROIS

L'évaluation du risque de condensation dans les parois s'appuie sur la comparaison entre la pression partielle de vapeur d'eau (ppv) évoluant au sein du complexe et la pression de vapeur saturante (pvs) déterminée par la distribution de température. Lorsque la ppv excède la pvs, un point de rosée interne apparaît et une condensation peut se produire. Les diagrammes de Glaser fournis permettent d'examiner ce phénomène dans deux configurations différentes :

- Les parois de type ITE des étages inférieurs ;
- Les parois FOB du dernier étage.



Pour les parois béton en ITE, la ppv reste largement inférieure à la pvs sur l'ensemble de la paroi, y compris dans les zones de transition thermique au droit du béton. L'ITE présente un comportement hygrothermique très favorable : l'isolant extérieur maintient la structure porteuse en zone tempérée, loin de toute condition de saturation. **Le risque de condensation interstitielle est donc quasi nul**, même en présence d'un fort gradient hygrométrique. Cette configuration est naturellement robuste aux transferts de vapeur, car elle laisse le mur porteur en conditions chaudes et minimise les points froids internes.



Pour la façade ossature bois, la courbe de pression partielle reste globalement inférieure à la pression saturante, ce qui est caractéristique d'un fonctionnement hygrothermique sain avec pare-vapeur efficace. On observe toutefois une proximité marquée entre ppv et pvs au voisinage du pare-vapeur, là où la température chute plus rapidement. Cette zone représente un point critique : un léger défaut de mise en œuvre du pare-vapeur (discontinuité, perforation, absence d'adhérence aux raccords) pourrait entraîner un dépassement local de la pvs, donc l'apparition d'eau liquide dans l'isolant ou sur la paroi froide.

Le diagramme indique une conception maîtrisée, cohérente avec les règles de l'art pour les parois ossature bois. Le pare-vapeur placé côté intérieur limite efficacement le flux de vapeur d'eau migrante. L'absence de croisement entre ppv et pvs montre que **la paroi ne génère pas de condensation dynamique dans les conditions climatiques étudiées, mais que sa robustesse dépend fortement de la qualité d'exécution du frein-vapeur.**