

I. Introduction

Lors de ces deux séances, nous allons devoir comparer plusieurs solutions constructives pour la structure porteuse d'une maison individuelle. Pour cela, nous étudierons plusieurs compositions de parois soit un mur en ossature bois avec une isolation biosourcée en fibres de bois ainsi qu'un mur en brique Monomur avec une isolation intérieure à base de laine minérale. Ces études seront effectuées à l'aide de la base de données de référence INIES. L'objectif de ces deux séances est de choisir la solution constructive la plus adaptée pour la structure porteuse d'une maison individuelle au regard de critères environnementaux.

II. Etude environnementale de la solution constructive « mur en ossature bois et isolation intérieure biosourcée en fibres de bois ».

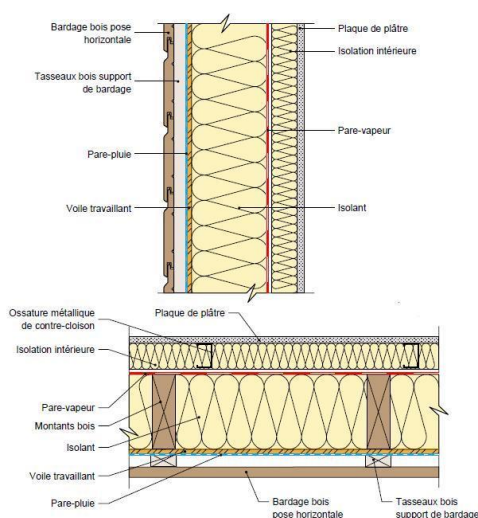
Question 1 :

Après avoir réalisé des recherches sur internet, nous avons pu déterminer la composition de la paroi. La paroi est donc composée :

- D'une plaque de plâtre
- D'un isolant intérieur
- D'un pare vapeur
- D'un isolant
- D'une voie travaillante
- D'un pare pluie
- De tasseaux en bois
- D'un bardage bois

Question 2 :

Voici ci-dessous le schéma légendé de la paroi isolée en partie courante.



Coupe verticale d'une paroi isolée en partie courante

Coupe horizontale d'une paroi isolée en partie courante

Question 4 :

Lors de la question précédente, nous sommes allées chercher dans la base de données INIES, les Fiches Déclarative Environnementale et Sanitaire des différents composants de la paroi. Les fiches FDES que nous avons récupéré sont :

- la plaque de plâtre/ placoPremium BA13 (hors ossature),
- le FLEX 55 145 mm (isolant intérieure)
- le FLEX 40 40 mm (isolant)
- le panneau de contreplaqué en pin maritime et résine phénolique fabriqué en France pour le contreventement,
- l'élément d'ossature en bois de France en Douglas naturel, toutes configurations
- le bardage en lames de bois de France en Douglas traité autoclave, toutes configuration

Afin de calculer la résistance thermique de la paroi, nous avons besoin des résistances thermiques des différents composants de cette paroi qui sont données sur les Fiches Déclarative Environnementale et Sanitaire. Nous négligerons la résistance thermique du panneau de contreplaqué, l'élément d'ossature en bois ainsi que le bardage en lames de bois puisque leur résistance n'exerce aucune influence sur la résistance thermique de la paroi. Pour déterminer la valeur de celle-ci, il faut additionner les résistances thermiques de chaque composant sans oublier R_{si} et R_{se} . R_{si} et R_{se} sont des résistances thermiques superficielle d'échange qui permettent de freiner les échanges de chaleur à travers une paroi que ce soit à l'intérieur comme à l'extérieure. Ce sont des valeurs données par la loi de transfert thermique surfacique. Etant donné que nous sommes dans une paroi verticale et que c'est un flux horizontal, $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ et $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Le FLEX 40 / Isolant en fibres de bois 40 mm à une résistance thermique de **1.05 K.m²/W**.

$$R_{\text{flex 40 40 mm}} = 1.05 \text{ K.m}^2/\text{W}.$$

Le FLEX 55 / Isolant en fibres de bois 145 mm à une résistance thermique de **4 K.m²/W**.

$$R_{\text{flex 55 145 mm}} = 4 \text{ K.m}^2/\text{W}$$

Le PlacoPremium® BA 13 (hors ossatures) /Plaque de plâtre à une résistance de **0,04 m²·K/W**.

$$R_{\text{plaque de plâtre}} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

$$\begin{aligned} \text{Donc } R_{\text{tot}} &= R_{si} + R_{\text{flex 40 40 mm}} + R_{\text{flex 55 145 mm}} + R_{\text{plaque de plâtre}} + R_{se} \\ &= 0,13 + 1.05 + 4 + 0,04 + 0,04 \\ &= \mathbf{5,26 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}}. \end{aligned}$$

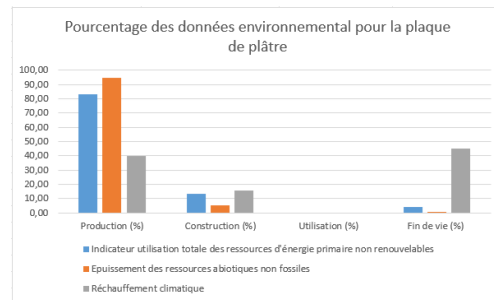
La résistance thermique de la paroi en partie courante est donc de **5,26 m²·K/W**.

Question 5

Question 5 Plaque de plâtre :

Impact/flux	Etape de production	Etape de construction	Etape d'utilisation	Etape de fin de vie	TOTAL
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ/UF)	36,8	5,81	0,00	1,85	44,40
Epuisement des ressources abiotiques non fossiles (kg Sb equiv/UF)	3,45E-04	1,87E-05	0	4,19E-07	3,64E-04
Réchauffement climatique (kg CO2 equiv/UF)	1,27	4,95E-01	0	1,44	3,2

Pourcentage	Production (%)	Construction (%)	Utilisation (%)	Fin de vie (%)
	82,88	13,09	0,00	4,17
	94,78	5,14	0,00	0,12
	39,69	15,47	0,00	45,00

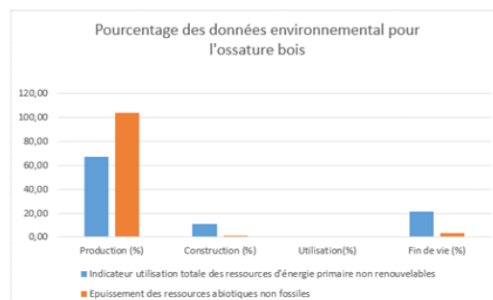


Les données du premier tableau sont issues des Fiches Déclaratives Environnemental et Sanitaire de la plaque de plâtre. Elles correspondent aux impacts environnementaux de la, plaque de plâtre sur l'ensemble de son cycle de vie. En effet, nous les avons convertie en pourcentage afin de tracer un histogramme. Nous observons que l'étape de la production est celle qui épuise le plus les ressources abiotiques non fossiles. Pour la construction et la fin de vie du bois ossature, le réchauffement climatique est plus élevé que l'épuisement des ressources abiotiques non fossiles et de l'indicateur d'utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables.

Question 5 Bois ossature :

Impact/flux	Etape de production	Etape de construction	Etape d'utilisation	Etape de fin de vie	TOTAL
Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ/UF)	1,33E+02	2,17E+01	0,00	42,10	197,00
Epuisement des ressources abiotiques non fossiles (kg Sb equiv/UF)	1,26E-04	1,24E-06	0	3,75E-06	1,21E-04
Réchauffement climatique (kg CO2 equiv/UF)	-0,18	1,47	0	24,50	7,71

Pourcentage	Production (%)	Construction (%)	Utilisation (%)	Fin de vie (%)
	67,51	11,02	0,00	21,37
	104,13	1,02	0,00	3,10



Les données du premier tableau sont issues des Fiches Déclaratives Environnemental et Sanitaire de bois ossature. Elles correspondent aux impacts environnementaux du bois ossature sur l'ensemble de son cycle de vie. En effet, nous les avons convertie en pourcentage afin de tracer un histogramme. Nous observons que l'étape de la production est celle qui épuise le plus les ressources abiotiques non fossiles. Pour la construction et la fin de vie du bois ossature, l'utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelable est plus élevée que l'épuisement des ressources abiotiques non fossiles.

L'étape du cycle de vie d'un matériau ayant le plus grand impact environnemental est la production de ce dernier, hormis pour le bois d'ossature. En effet, les valeurs de production liées au réchauffement climatique de ce matériau sont négatives, certainement grâce à la vie antérieure du bois et à ses avantages en fin de vie. Les arbres, avant d'être abattus pour cette utilisation, ont permis l'absorption de quantités importantes de CO₂, permettant un effet de rentabilité lorsqu'elles sont prises en compte.

Question 6 :

Composant	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO ₂)	Pollution de l'air (m ³)	Pollution de l'eau (m ³)
Plaque de plâtre	m ²	50 ans	4,44E+01	3,64E-04	2,56E-02	4,87E-03	8,26E+00	3,20E+00	4,81E+02	1,36E+00
Isolant entre montant	m ²	50 ans	2,03E+02	2,39E-05	9,35E-02	2,86E-04	9,44E+00	1,49E+00	1,83E+03	4,71E+00
Isolant	m ²	50 ans	4,75E+01	5,53E-06	2,16E-02	6,86E-05	2,14E+00	4,48E-01	4,18E+02	1,11E+00
Panneau de	m ²	100 ans	9,23E+01	2,16E-06	1,31E-02	7,10E-02	1,86E+00	1,50E+00	6,53E+02	1,72E+00
Bois d'ossature	m ³	100 ans	4,45E+03	6,98E-03	1,29E+00	1,72E+01	2,07E+02	1,13E+02	4,22E+04	9,80E+01
Bardage traité	m ²	50 ans	8,17E+01	8,97E-06	3,35E-02	2,04E-01	3,42E+00	7,07E-01	5,13E+02	2,74E+00

Les colonnes « Unité fonctionnelle (UF) » et « Durée de vie de référence (DVR) » ont été complétées à partir des informations figurant sur les fiches FDES des matériaux.

Question 7 :

Les DVR de chaque matériau sont plus ou moins semblables, ce qui crée une cohérence des matériaux du mur. En effet, seuls les panneaux de contreplaqués et le bois d'ossature ont une DVR de 100 ans, pendant que les autres matériaux tournent autour de 50 ans.

Pour ce qui est des UF, l'ensemble des matériaux sont exprimés en m² à part le bois d'ossature qui est en m³.

De plus, les données environnementales sont plutôt proches les unes des autres, hormis pour les isolants qui diffèrent sur les valeurs de déchets dangereux éliminés et d'utilisation nette d'eau douce, tout en restant cohérentes entre elles.

L'ensemble de ces informations permet de conclure sur une cohérence de l'ensemble du mur par les points communs de ses matériaux.

Question 8 :

Composant	Quantité	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO ₂)	Pollution de l'air (m ³)	Pollution de l'eau (m ³)
Plaque de plâtre	96,4	100 ans	8560,32	7,02E-02	4,94	0,94	1592,53	616,96	92736,80	262,21
Isolant entre montant	96,4	100 ans	39138,40	4,61E-03	18,03	0,06	1820,03	287,27	353016,80	908,09
Isolant	96,4	100 ans	9158,00	1,07E-03	4,16	0,01	412,59	86,37	80590,40	214,01
Panneau de	185,5	100 ans	17121,65	4,01E-04	2,43	13,17	345,03	278,25	121131,50	319,06
Bois d'ossature	4,8	100 ans	21360,00	3,35E-02	6,19	82,56	993,60	542,40	202560,00	470,40
Bardage traité	185,5	100 ans	30310,70	3,33E-03	12,43	75,68	1268,82	262,30	190323,00	1016,54
Total			125649,07	0,11	48,18	172,42	6432,60	2073,55	1040358,50	3190,30

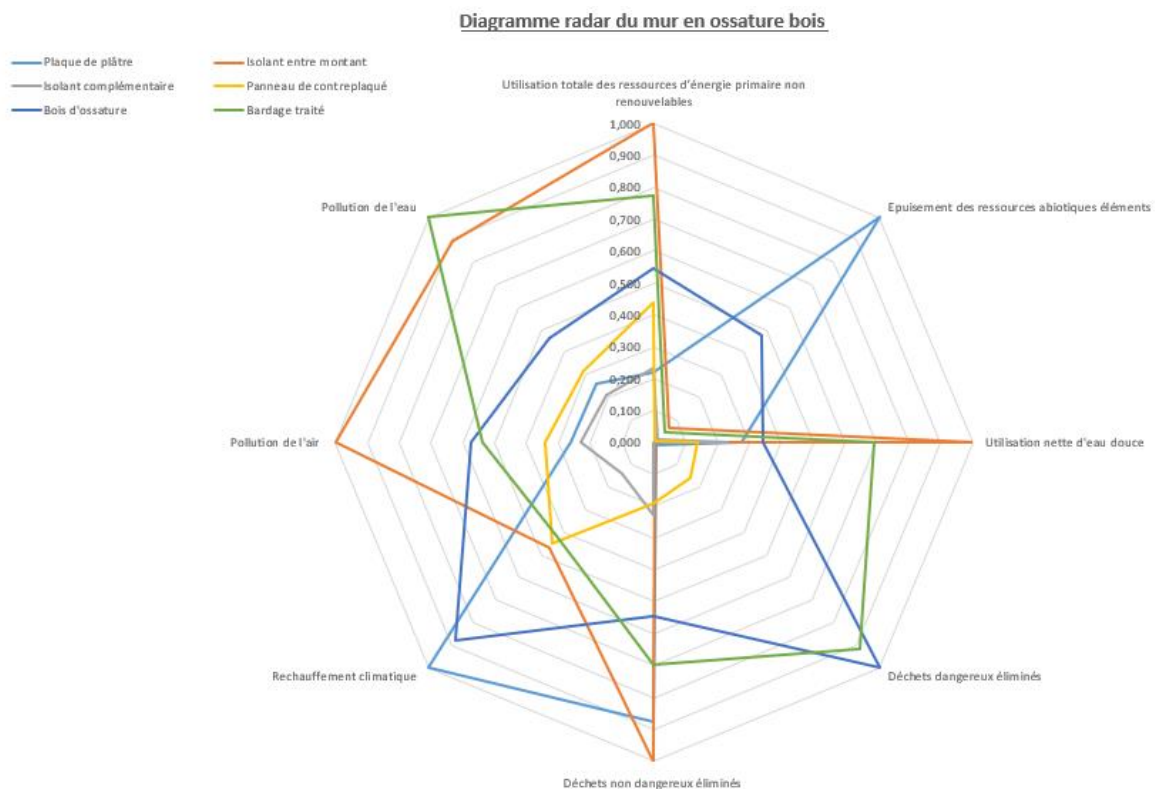
Afin de prendre en compte l'impact réel de chaque matériau composant la paroi, nous avons multiplié chaque impact par la quantité pour chaque composant de la paroi sur une durée de référence de 100 ans. Par exemple, pour savoir l'utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelable de la plaque de plâtre, nous avons : $(44,4 \times 2) \times 96,4 = \mathbf{8560,32 \text{ MJ}}$.

Question 9 :

Composant	Quantité	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	96,4	100 ans	8560,32	7,02E-02	4,94	0,94	1592,53	616,96	92736,80	262,21
Isolant entre montant	96,4	100 ans	39138,40	4,61E-03	18,03	0,06	1820,03	287,27	353016,80	908,09
Isolant	96,4	100 ans	9158,00	1,07E-03	4,16	0,01	412,59	86,37	80590,40	214,01
Panneau de	185,5	100 ans	17121,65	4,01E-04	2,43	13,17	345,03	278,25	121131,50	319,06
Bois d'ossature	4,8	100 ans	21360,00	3,35E-02	6,19	82,56	993,60	542,40	202560,00	470,40
Bardage traité	185,5	100 ans	30310,70	3,33E-03	12,43	75,68	1268,82	262,30	190323,00	1016,54
Total			125649,07	0,11	48,18	172,42	6432,60	2073,55	1040358,50	3190,30

Composant	Quantité	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables	Epuisement des ressources abiotiques éléments	Utilisation nette d'eau douce	Déchets dangereux éliminés	Déchets non dangereux éliminés	Rechauffement climatique	Pollution de l'air	Pollution de l'eau
Plaque de plâtre	96,4	100 ans	0,219	1,000	0,274	0,011	0,875	1,000	0,263	0,258
Isolant entre montant	96,4	100 ans	1,000	0,066	1,000	0,001	1,000	0,466	1,000	0,893
Isolant	96,4	100 ans	0,234	0,015	0,231	0,000	0,227	0,140	0,228	0,211
Panneau de	185,5	100 ans	0,437	0,006	0,135	0,160	0,190	0,451	0,343	0,314
Bois d'ossature	4,8	100 ans	0,546	0,477	0,343	1,000	0,546	0,879	0,574	0,463
Bardage traité	185,5	100 ans	0,774	0,047	0,689	0,917	0,697	0,425	0,539	1,000

Après avoir appliqué un classement des valeurs par nuance de couleurs sur Excel, la valeur la plus élevée apparaît en rouge. Nous avons divisé chacune des valeurs par la valeur la plus élevée pour chaque indicateur. Ces données nous permettront de réaliser le diagramme radar regroupant tous les composants de la paroi. Celui-ci mettra plus en avant le composant qui possède le plus d'impact sur l'environnement.



L'isolant entre montant est celui qui a l'impact le plus fort dans 4 catégories différentes : ressources d'énergies primaire, utilisation nette d'eau douce, déchets non dangereux éliminés, et pollution de l'air. Ceci peut être due au nombre d'éléments différents composant l'isolant, et à leur création : en effet, la production d'un tel isolant implique des étapes de cuisson, de séchage, ou encore de récolte des matériaux.

La plaque de plâtre quant à elle, est majoritaire dans les catégories, épuisement des ressources abiotiques et réchauffement climatique. Ceci est sûrement due à la production du gypse qui le compose, nécessitant la création de mines pour son extraction, et donc la pollution.

Enfin, le bois d'ossature est supérieur en termes de déchets dangereux rejetés sûrement à cause de l'utilisation d'huiles spécifiques pour le nettoyage des machines, ou au traitement du bois pendant et en fin de vie (utilisation de produits chimiques), ou encore le traitement de cendres.

Question supplémentaire : Comparaison d'un bardage traité et d'un bardage non traité pour la paroi du mur en ossature bois

Pour terminer cette première partie, nous avons voulu comparer les différents impacts environnementaux de cette solution. Nous réaliserons donc un diagramme radar avec les deux totaux des différents indicateurs pour le bardage en bois traité et le bardage en bois non traité.

Composant	Quantité	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	96,4	100 ans	8560,32	7,02E-02	4,94	0,94	1592,53	616,96	92736,80	262,21
Isolant entre montant	96,4	100 ans	39138,40	4,81E-03	18,03	0,06	1820,03	287,27	353016,80	908,09
Isolant	96,4	100 ans	9158,00	1,07E-03	4,16	0,01	412,59	86,37	80590,40	214,01
Panneau de contreplaqué	185,5	100 ans	17121,65	4,01E-04	2,43	13,17	345,03	278,25	121131,50	319,06
Bois d'ossature	4,8	100 ans	21360,00	3,35E-02	6,19	82,56	993,60	542,40	202560,00	470,40
Bardage traité	185,5	100 ans	30310,70	3,33E-03	12,43	75,68	1268,82	262,30	190323,00	1016,54
Total			125649,07	0,11	48,18	172,42	6432,60	2073,55	1040358,50	3190,30

Ci-dessus, s'affiche le total de chaque indicateur pour la paroi 1 avec le bardage traité.

Composant	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	m²	50 ans	4,44E+01	3,64E-04	2,56E-02	4,87E-03	8,26E+00	3,20E+00	4,81E+02	1,36E+00
Isolant entre montant	m²	50 ans	2,03E+02	2,39E-05	9,35E-02	2,86E-04	9,44E+00	1,49E+00	1,83E+03	4,71E+00
Isolant complémentaire	m²	50 ans	4,75E+01	5,53E-06	2,16E-02	6,86E-05	2,14E+00	4,48E-01	4,18E+02	1,11E+00
Panneau de contreplaqué	m²	100 ans	9,23E+01	2,16E-06	1,31E-02	7,10E-02	1,86E+00	1,50E+00	6,53E+02	1,72E+00
Bois d'ossature	m³	100 ans	4,45E+03	6,98E-03	1,29E+00	1,72E+01	2,07E+02	1,13E+02	4,22E+04	9,80E+01
Bardage traité	m²	50 ans	7,68E+01	7,35E-06	1,00E-02	1,81E-01	3,30E+00	3,91E-01	4,58E+02	1,74E+00

Tout d'abord, nous sommes allés chercher la fiche FDES du bardage en bois non traité sur la base de données INIES, afin de récupérer les valeurs de de chaque indicateur, l'unité fonctionnelle et la durée de vie de référence du bardage bois non traité. Les données relevées apparaissent en rouge ci-dessus.

Composant	Quantité	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	96,4	m²	100 ans	8,56E+03	7,02E-02	4,94E+00	9,39E-01	1,59E+03	6,17E+02	9,27E+04	2,62E+02
Isolant entre montant	96,4	m²	100 ans	3,91E+04	4,81E-03	1,80E+01	5,51E-02	1,82E+03	2,87E+02	3,53E+05	9,08E+02
Isolant complémentaire	96,4	m²	100 ans	9,16E+03	1,07E-03	4,16E+00	1,32E-02	4,13E+02	8,64E+01	8,06E+04	2,14E+02
Panneau de contreplaqué	185,5	m²	100 ans	1,71E+04	4,01E-04	2,43E+00	1,32E+01	3,45E+02	2,78E+02	1,21E+05	3,19E+02
Bois d'ossature	4,8	m³	100 ans	2,14E+04	3,35E-02	6,19E+00	8,26E+01	9,94E+02	5,42E+02	2,03E+05	4,70E+02
Bardage non traité	185,5	m²	100 ans	2,85E+04	2,73E-03	3,71E+00	6,72E+01	1,22E+03	1,45E+02	1,70E+05	6,48E+02
Total				123831,17	0,11	39,46	165,89	6388,08	1956,32	1019953,30	2819,30

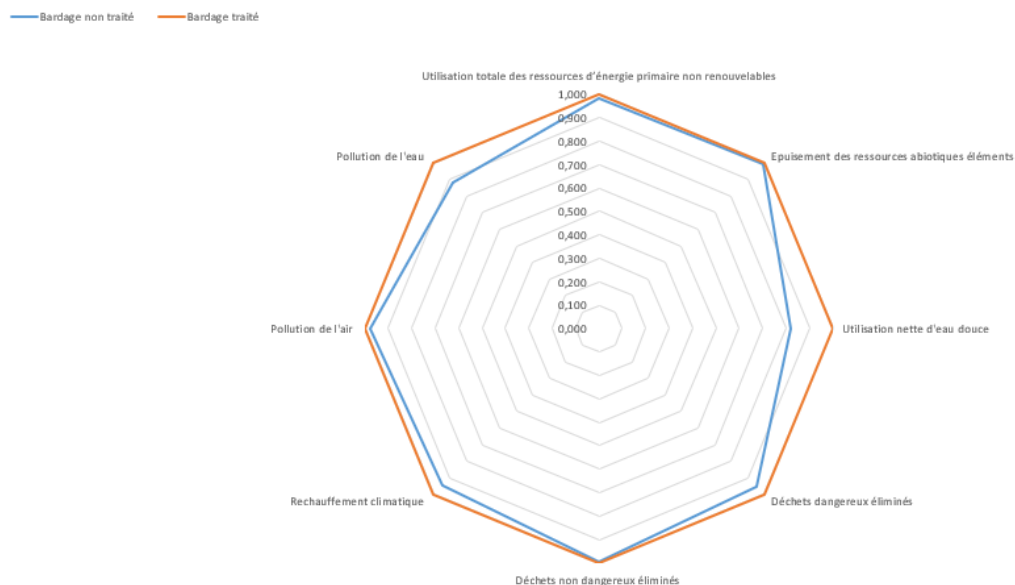
Ainsi, nous avons pu déterminer les données exactes pour chaque composant en fonction de leur quantité. Le total de chaque indicateur a donc été réalisé. Par exemple, pour l'utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables, nous avons fait : $185,5 \times (7,68E+01) \times 2 = 2,85E+04 \text{ MJ}$.

	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables	Epuisement des ressources abiotiques éléments	Utilisation nette d'eau douce	Déchets dangereux éliminés	Déchets non dangereux éliminés	Rechauffement climatique	Pollution de l'air	Pollution de l'eau
Total bardage non traité	123831,170	0,112	39,459	163,889	6388,082	1956,317	1019953,500	2819,304
Total bardage traité	125649,070	0,113	48,178	172,422	6432,602	2073,553	1040358,500	3190,304

	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables	Epuisement des ressources abiotiques éléments	Utilisation nette d'eau douce	Déchets dangereux éliminés	Déchets non dangereux éliminés	Rechauffement climatique	Pollution de l'air	Pollution de l'eau
Bardage non traité	0,986	0,995	0,819	0,951	0,993	0,943	0,980	0,884
Bardage traité	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Ensuite, nous avons donc regrouper dans le même tableau le total de chaque indicateur pour le bardage bois traité et le bardage bois non traité. Ces valeurs ont été mises en pourcentage afin de pouvoir réaliser le diagramme radar.

Diagramme radar comparant le bardage traité et le bardage non traité



Le diagramme radar que nous avons obtenu ne semble pas juste. Normalement, il devrait y avoir des différences plus importantes entre le bardage bois traité et le bardage non traité. Le bardage traité subit de nombreux changements, comme l'ajout de produit chimique pour qu'il résiste à l'humidité, ce qui va augmenter son impact sur l'environnement.

III. Etude environnementale de la solution constructive « mur en brique Monomur et isolation intérieure à base de laine minérale » et comparaison des solutions ossature bois et brique Monomur.

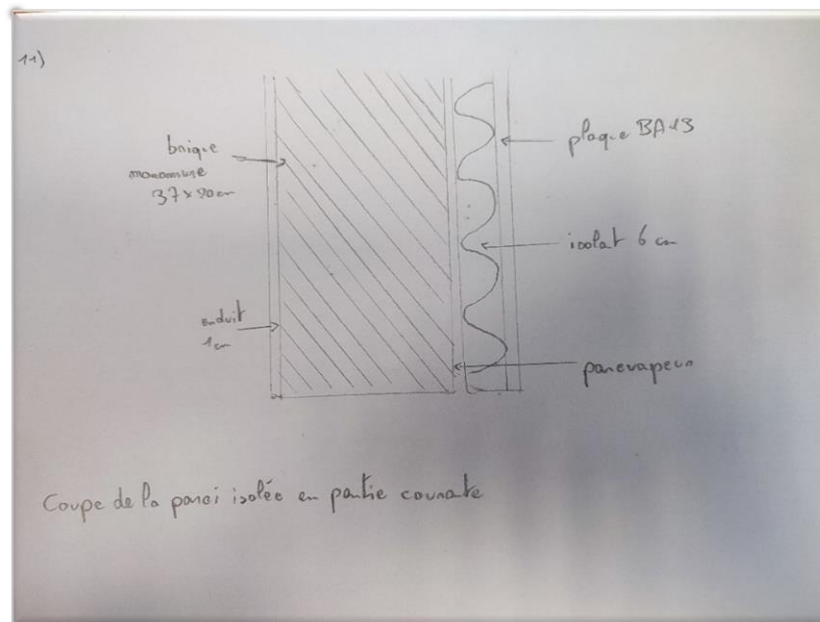
Question 10 :

Comme le demandé la question, nous sommes allés récupérer les fiches FDES des matériaux composants la paroi de la solution 2. Voici, ci-dessous les différents composants de la paroi :

- la plaque de plâtre/ placoPremium BA13 (hors ossature) ;
- l'isolant KNAUF Insulation Laine de verre TP 138 60 mm ;
- la poutre en béton de dimension 0,30 x 0,20m, C25/30 XF1 CEM II/A ;
- le mortier d'enduit minérale ;

Question 11 :

En effectuant des recherches sur internet sur la composition d'un mur en brique Monomur, nous avons pu réaliser la coupe de la paroi isolée en partie courante représenté par la suite.



Cette paroi est donc composée :

- D'une plaque de plâtre
- D'un isolant intérieur
- D'un pare vapeur
- De brique Monomur
- D'un enduit minéral

Question 12:

Composant	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	m²	50 ans	44,4	3,64E-04	25,6	0,00487	8,26	3,2	481	1,36
Isolant laine de verre	m²	50 ans	48,5	1,13E-04	15,1	0,000000223	2	1,9	243	6,11
Brique Monomur	m²	100 ans	421	2,50E-05	156	0,159	28,3	37	4750	4,69
Poutre en béton	ml	100 ans	183,47	1,88E-06	126,6	0,030192	42,083	18,175	1319,4	112,19
Mortier d'enduit minéral	m²	50 ans	67,9	1,20E-05	47,5	0,0554	26,3	5,65	413	232

Les colonnes « Unité fonctionnelle (UF) » et « Durée de vie de référence (DVR) » ont été complétées à partir des informations figurant sur les FDES des matériaux.

Composant	Quantité	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	96,4	m²	100 ans	8560,32	0,07	4935,68	0,94	1592,53	616,96	92736,80	262,21
Isolant laine de verre	96,4	m²	100 ans	9350,80	0,02	2911,28	0,00	385,60	366,32	46850,40	1178,01
Brique Monomur	185,5	m²	100 ans	78095,50	0,00	28938,00	29,49	5249,65	6863,50	881125,00	870,00
Poutre en béton	185,6	ml	100 ans	34052,03	0,00	23496,96	5,60	7810,60	3373,28	244880,64	20822,46
Mortier d'enduit minéral	185,5	m²	100 ans	12595,45	0,00	17622,50	20,55	9757,30	2096,15	153223,00	86072,00
Total				142654,10	0,10	77904,42	56,59	24795,68	13316,21	1418815,84	109204,68

Afin de prendre en compte l'impact réel de chaque matériau composant la paroi, nous avons multiplié chaque impact par la quantité pour chaque composant de la paroi sur une durée de référence de 100 ans. Par exemple, pour savoir l'utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelable de la brique Monomur, nous avons : $185,5 \times 421 = 78095,50 \text{ MJ}$.

La brique Monomur est le composant avec l'impact le plus important. Il a les résultats les plus élevés pour 5 catégories sur 8. Ceci peut être dû à sa production : en effet, la création et la cuisson de cette solution de mur implique l'utilisation d'eau douce et d'énergies primaires non renouvelables, et ainsi, crée une pollution de l'air et contribue au réchauffement climatique. Enfin, les déchets dangereux qui lui sont liés peuvent apparaître autant lors de la production (utilisation d'huile et d'emballages) que lors de la fin de vie du matériau.

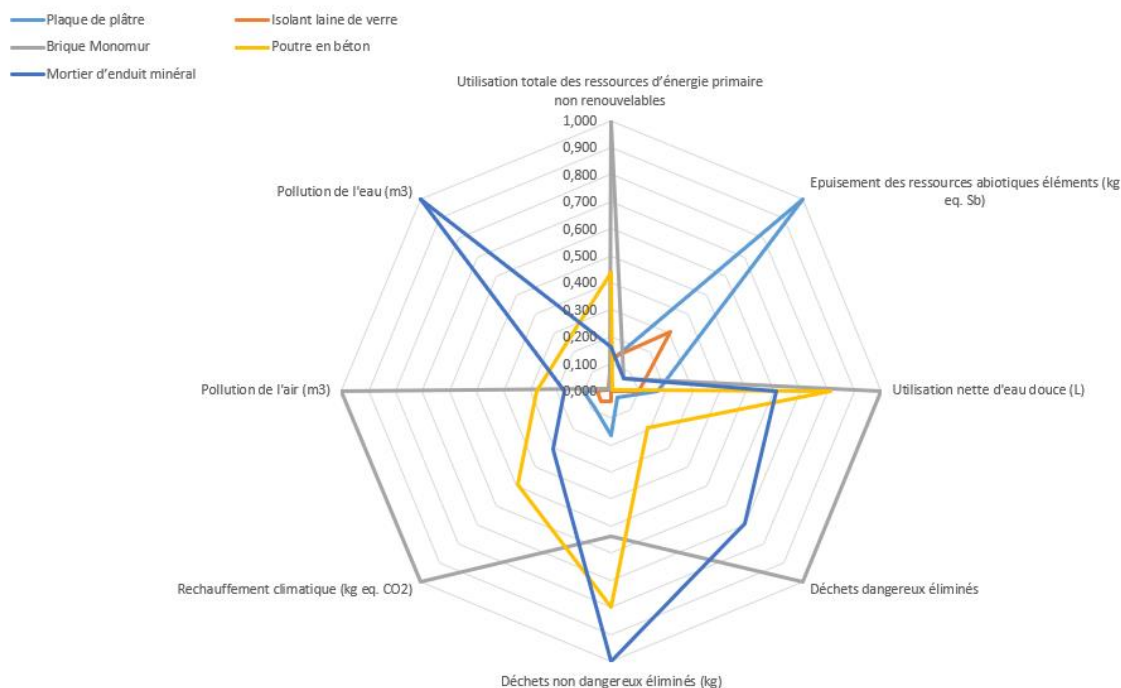
Question 13 :

Composant	Quantité	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables (MJ)	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés (kg)	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
Plaque de plâtre	96,4	m²	100 ans	8560,32	0,07	4935,68	0,94	1592,53	616,96	92736,80	262,21
Isolant laine de verre	96,4	m²	100 ans	9350,80	0,02	2911,28	0,00	385,60	366,32	46850,40	1178,01
Brique Monomur	185,5	m²	100 ans	78095,50	0,00	28938,00	29,49	5249,65	6863,50	881125,00	870,00
Poutre en béton	185,6	ml	100 ans	34052,03	0,00	23496,96	5,60	7810,60	3373,28	244880,64	20822,46
Mortier d'enduit minéral	185,5	m³	100 ans	12595,45	0,00	17622,50	20,55	9757,30	2096,15	153223,00	86072,00
Total				142654,10	0,10	77904,42	56,59	24795,68	13316,21	1418815,84	109204,68

Composant	Quantité	UF (Unité fonctionnelle)	DVR (Durée de Vie de Référence)	Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables	Epuisement des ressources abiotiques éléments	Utilisation nette d'eau douce	Déchets dangereux éliminés	Déchets non dangereux éliminés	Rechauffement climatique	Pollution de l'air	Pollution de l'eau
Plaque de plâtre	96,4	m²	100 ans	0,110	1,000	0,171	0,032	0,163	0,090	0,105	0,003
Isolant laine de verre	96,4	m²	100 ans	0,120	0,310	0,101	0,000	0,040	0,053	0,053	0,014
Brique Monomur	185,5	m²	100 ans	1,000	0,066	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	0,010
Poutre en béton	185,6	ml	100 ans	0,436	0,005	0,812	0,190	0,800	0,491	0,278	0,242
Mortier d'enduit minéral	185,5	m³	100 ans	0,161	0,063	0,609	0,697	1,000	0,305	0,174	1,000

Après avoir appliqué un classement des valeurs par nuance de couleurs sur Excel, la valeur la plus élevée apparaît en rouge. Nous avons divisé chacune des valeurs par la valeur la plus élevée pour chaque indicateur. Ces données nous permettront de réaliser le diagramme radar regroupant tous les composants de la paroi. Celui-ci mettra plus en avant le composant qui possède le plus d'impact sur l'environnement.

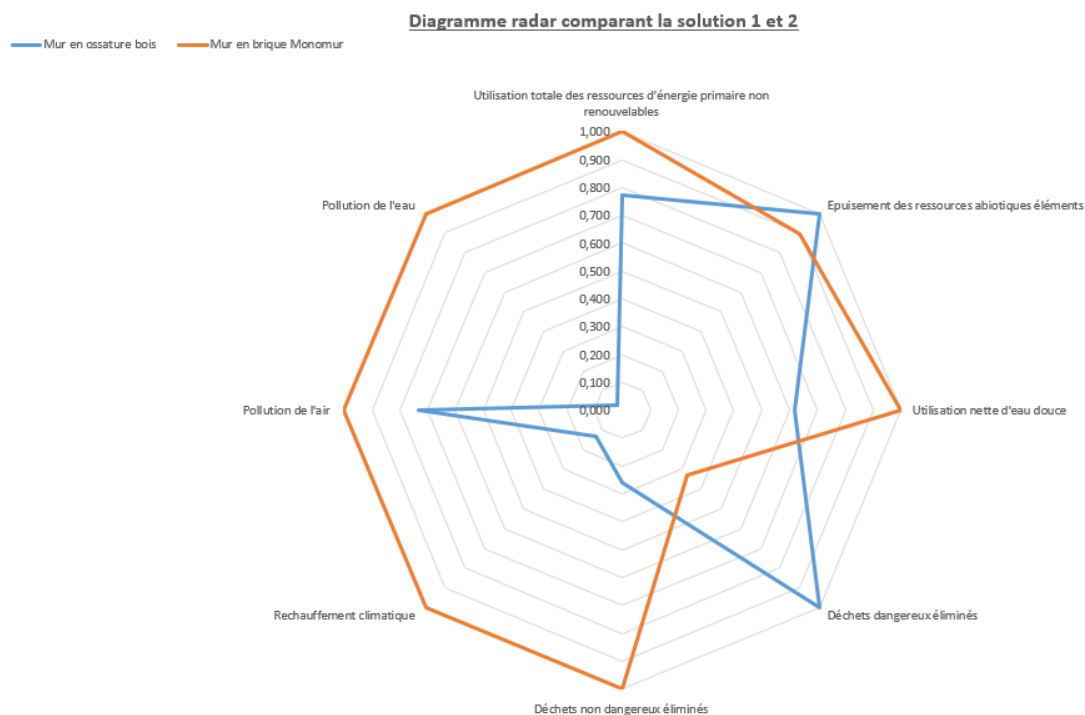
Diagramme radar de la solution du mur en brique Monomur



Afin de comparer les données environnementales de la paroi en mur ossature en bois et le mur en brique Monomur, nous avons effectués un diagramme radar regroupant 8 indicateurs : utilisation totale des ressources d'énergie, l'épuisement des ressources abiotiques éléments, l'utilisation nette d'eau douce, les déchets dangereux éliminés, les déchets dangereux non éliminés, le réchauffement climatique, la pollution de l'air ainsi que la pollution de l'eau. Nous avons donc calculé le total de chaque indicateur pour les deux parois différentes pour obtenir le diagramme radar ci-contre.

		Utilisation totale des ressources d'énergie	Epuisement des ressources abiotiques éléments (kg eq. Sb)	Utilisation nette d'eau douce (L)	Déchets dangereux éliminés	Déchets non dangereux éliminés (kg)	Rechauffement climatique (kg eq. CO2)	Pollution de l'air (m3)	Pollution de l'eau (m3)
TOTAL	Mur en ossature bois	110493,720	0,113	48177,510	172,422	6432,602	1796,803	1040358,500	3190,304
	Mur en brique Monomur	142654,102	0,101	77904,420	56,591	24795,683	13316,210	1418815,840	109204,675

		Utilisation totale des ressources d'énergie primaire non renouvelables	Epuisement des ressources abiotiques éléments	Utilisation nette d'eau douce	Déchets dangereux éliminés	Déchets non dangereux éliminés	Rechauffement climatique	Pollution de l'air	Pollution de l'eau
TOTAL	Mur en ossature bois	0,775	1,000	0,618	1,000	0,259	0,135	0,733	0,029
	Mur en brique Monomur	1,000	0,897	1,000	0,328	1,000	1,000	1,000	1,000



Question 14 :

Le mur en ossature bois semble être le meilleur compromis environnemental comparé au mur en brique Monomur. En effet, le diagramme radar comparant les 2 solutions témoigne de grands avantages en faveur de la solution bois : 6 catégories sur 8 sont avantageuses pour ce dernier. Le seul point négatif relevable est lié au rejet de déchets dangereux. Ces derniers sont dus à l'utilisation d'huiles spécifiques pour le nettoyage des machines, ou au traitement du bois pendant et en fin de vie (utilisation de produits chimiques), ou encore le traitement de cendres.

Enfin, les résultats sont sensiblement proches dans l'épuisement des ressources abiotiques pour les 2 solutions.

Ainsi, la solution semble donc être la plus avantageuse environnementalement parlant.

IV. Conclusion

Lors de ces TD, nous avons pu comparer des solutions techniques de construction de mur. Nous avons mis en avant la solution "mur en ossature bois", et la solution "brique Monomur".

Ces 2 solutions sont différentes à plusieurs égards écologiquement parlant, mais la solution d'ossature bois reste la plus adaptée dans ce domaine. En effet, après comparaison des 2 solutions constructives, le point négatif du bois est uniquement lié au rejet de déchets dangereux (huiles pour les machines, produits chimiques, ...) lors de la production.

Ainsi, à titre comparatif de ces 2 techniques, l'ossature bois reste plus écologique et respectueuse de l'environnement d'après notre étude.

Ces TD nous aurons donc permis en tant qu'étudiants de comparer 2 solutions constructives distincts sous différents aspects environnementaux, afin de mieux comprendre leur intérêt respectif.