

Confédération Construction Bruxelles-Capitale

« Eco-bilans des châssis »

Jeudi 28 avril 2011

1 – Introduction

○ Etude comparative d'un châssis type (= unité fonctionnelle) dont on fait varier le matériau

➤ Objectifs:

• **Etat des lieux** des châssis dans la construction :

- ⇒ Brève description des fonctions de base d'un châssis
- ⇒ Remise en contexte de la démarche environnementale

• **Bilan écologique :**

- ⇒ **Pas d'énumération** de châssis '**bons**' ou '**pas bons**' – MAIS mise en évidence d'une **démarche** / des **principes** / des avantages & inconvénients / des **limites**...
- ⇒ Evaluation **écobilan d'une fenêtre type** d'usage courant **pour illustration**
- ⇒ **Mise en évidence des impacts environnementaux** (sur base chiffrée & sur base réflexion globale)
- ⇒ **Mise en évidence autres critères de choix** dans une démarche 'environnementale' – autres points à considérer lors des évaluations

1 - INTRODUCTION

2 - CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3 - BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4 - CONCLUSIONS

5 - SOURCES & REFERENCES

2 – Châssis – Etat des lieux



○ FONCTION DE BASE

Réflexion globale sur les fonctions que l'on attend des fenêtres : exigences contradictoires

➤ Confort visuel : → maximiser la taille des fenêtres

⇒ éclairage naturel des locaux :

- par exemple : le RRU impose une proportion de 20% minimum de fenêtres par rapport à la surface plancher des pièces de vie dans le logement
- Impact sur les consommations d'éclairage artificiel dans les bureaux : optimisation ≠ maximisation !

⇒ Contact visuel entre l'intérieur et l'extérieur : qualité de vie, de travail,...

⇒ Mais risques d'éblouissements (→ protections solaires intérieures/extérieures)

➤ Confort thermique : → limiter ou maximiser la taille des fenêtres

⇒ Performance thermique (performances ≠ des châssis et des vitrages)

⇒ Source de ponts thermiques et d'inétanchéité à l'air : création de points faibles dans la façade

⇒ Source de gains solaires en hiver >> Sensation de paroi froide

⇒ Source de surchauffes en été (→ protections solaires extérieures)

➤ Confort respiratoire : → maximiser la taille des fenêtres

⇒ Participe à la qualité de l'air : ventilation naturelle (maximiser les ouvrants)

➤ Confort acoustique

➤ Étanchéité à l'eau, à l'air, résistance structurelle au vent...

2

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

2 – Châssis – Etat des lieux



○ APPROCHE GLOBALE

➤ Contextualisation

- Choix du matériau des châssis est influencé par d'autres paramètres :

⇒ Les contraintes du projet : urbanistiques (réglementations), les contraintes techniques, sécuritaires (banques,...),...

⇒ La typologie du projet : la localisation (centre urbain ou non), la programmation (logements, bureaux,...), l'influence du parti architectural (esthétique, mur rideau, bardages métalliques, bois,...),...

⇒ La pérennité : durée de vie et maintien de la qualité de l'ensemble 'fenêtre'

⇒ Les coûts : investissement de base, entretien (impact sur la santé si produits chimiques)

- L'impact des châssis sur l'écobilan global de la construction est à relativiser par rapport au choix de l'ensemble des matériaux :

⇒ Importance du choix de l'isolant et du type de support (maçonneries ou ossature bois).

⇒ Importance relative de la proportion de châssis en fonction de l'optimisation des façades :

- pour une façade EST/OUEST l'optimum de baie se situe entre 15% et 25% de la façade (rapport favorable entre les gains solaires et les déperditions – source Architecture & Climat) → avec une proportion de 30% de châssis : les châssis représentent **5 à 8% de la façade** !

- pour une façade SUD cette proportion peut aller de **6% à 30% maximum de la façade**.

⇒ Equilibre à trouver dans les choix réalisés pour une même enveloppe budgétaire : surface d'occupation (confort) >> choix de certaines finitions (esthétique-luxe) >> choix de matériaux écologiques (environnement, santé, social)

3

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

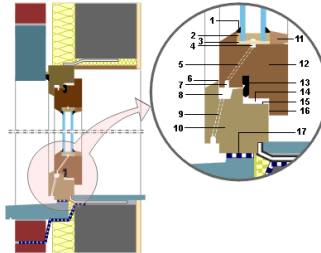
2 – Châssis – Etat des lieux

MATRIciel

○ TECHNIQUES ASSOCIEES

➤ Les composants (à titre indicatif : source Energie+)

1. Joint d'étanchéité au mastic
2. Préformé de bourrage-écarteur Drainage
3. Cale de double vitrage
4. Drainage : feuillure du vitrage
5. Conduit de drainage
6. Etanchéité principale à l'eau
7. Casse goutte
8. Chambre de décompression drainée
9. Conduit de drainage



10. Dormant
11. Parcelle de fixation du vitrage
12. Ouvrant
13. Etanchéité principale à l'air
14. Chambre pour la quincaillerie
15. Rainure éventuelle pour la fixation de la quincaillerie
16. Amélioration acoustique
17. Joint d'étanchéité

→ Regarder l'ensemble des composants et pas uniquement le matériau principal

- ⇒ Eléments divers : Joints caoutchouc (étanchéité à l'air, à l'eau, acoustique...) / Intercalaires et cales en aluminium / Etanchéité buthyle pour le double vitrage / Joints d'étanchéité au mastic (pourtour vitrage)...
- ⇒ Châssis bois peints (→ entretien à prendre en compte) et impact sur la valorisation en fin de vie
- ⇒ Châssis aluminium partiellement injectés de mousse d'isolation (PU) → séparation difficile en fin de vie
- ⇒ Châssis PVC avec des renforts zingués → traitement en fin de vie compliqué (séparation/tri)

4

1-INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

MATRIciel

○ PRODUITS & METHODE

➤ Définir l'unité fonctionnelle

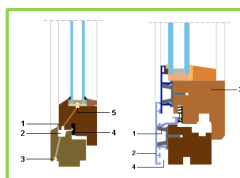
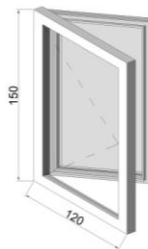
→ choix d'une fenêtre type comme cas d'étude :

⇒ Fenêtre de 1,8m²

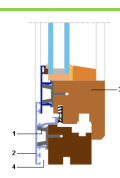
⇒ 'U' fenêtres similaires : +/- 1,3W/m².K (châssis)

- La valeur U considérée est une valeur moyenne pour les châssis 'ouvrant + dormant'. Le vitrage, la quincaillerie, les joints, écarteurs... sont considérés identiques dans les 4 cas d'études...

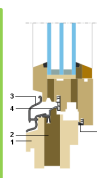
⇒ 4 variantes de matériaux



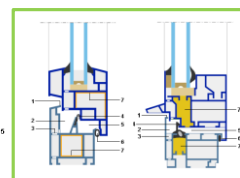
Châssis bois



Châssis bois/aluminium

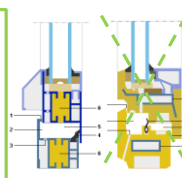


Châssis bois/liège

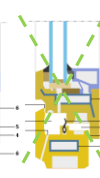


Châssis PVC

Châssis aluminium
(ici sans mousse isolante)



Châssis acier



Châssis polyuréthane

5

1-INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUANTitative

➤ Critères d'analyse chiffrés (base de données EPFL – LESO)

- **NRE** : (Non Renewable Energy) Fraction d'énergie non renouvelable (MJ/Unité Fct)
- **GWP** : (Global Warming Potential) Production de gaz à effet de serre (kg CO₂ équiv./Unité Fct)
- **AP** : (Acidification Potential) Production de gaz acidifiant (kg SO₂ équiv./Unité Fct)
- **MASSE** : Quantité de matière mise en œuvre (kg/Unité Fct)

➤ Limites d'évaluation : Etude spécifique propre à l'unité fonctionnelle choisie (à ne pas généraliser → tendance)

- ⇒ par exemple : les résultats pourront être fort variables si on l'injecte des mousses isolantes dans les châssis (aluminium), si l'on améliore les performances des châssis bois avec du liège (bois/liège/bois)...
- ⇒ pas de données fabricants sur la proportion d'aluminium recyclé présent dans les châssis (on parle de 30% à 40% en Europe mais données peu précises et peu vérifiables), encore moins sur la proportion de PVC réellement recyclé pour un même usage
- ⇒ pas de prise en compte du traitement de surface des châssis en aluminium : finition thermolaquée? Anodisée? → privilégier la finition la plus 'brute' possible,...
- ⇒ pas de prise en compte des châssis en polyuréthane (très mauvais écobilan du matériau : à proscrire) et des châssis en acier.

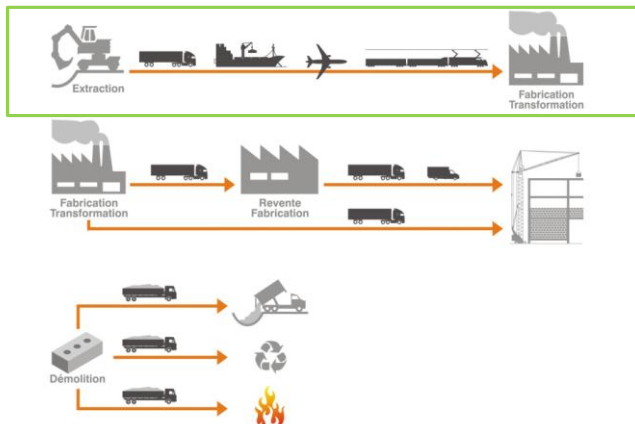
6

| |
|------------------------------------|
| 1- INTRODUCTION |
| 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX |
| → Fonction de base |
| - Confort visuel |
| - Confort thermique |
| - Confort respiratoire |
| - Confort acoustique |
| → Approche globale |
| - Contextualisation |
| → Techniques associées |
| - Les composants |
| 3- BILAN ECOLOGIQUE |
| → Produits & Méthode |
| → Analyse QUANTitative |
| - Critères d'analyse chiffrés |
| - Limites d'évaluation |
| → Analyse QUALitative |
| - Critères d'analyse |
| - Référentiel d'appui |
| → Critères complémentaires |
| - Piste recherche & réflexion |
| 4- CONCLUSIONS |
| 5- SOURCES & REFERENCES |

3 – Bilan Ecologique

➤ Limites d'évaluation : spécificités de la base de données (EPFL – LESO)

- ⇒ Pas de prise en compte de l'ensemble de la filière du cycle de vie du matériau (*cradle to cradle*) : ici filière **depuis la production jusqu'à la livraison du produit fini** prêt pour exploitation
- ⇒ Pas de **prise en compte du transport** ni des filières entre le lieu de production et le chantier (fonction de la localisation du projet et des filières locales d'approvisionnement), ni de la **disposition des déchets en fin de vie** (recyclage, valorisation énergétique ou mise en décharge).
- ⇒ Valeurs de référence : tiennent compte des émissions air-eau-sol / déchets (production)



7

| |
|------------------------------------|
| 1- INTRODUCTION |
| 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX |
| → Fonction de base |
| - Confort visuel |
| - Confort thermique |
| - Confort respiratoire |
| - Confort acoustique |
| → Approche globale |
| - Contextualisation |
| → Techniques associées |
| - Les composants |
| 3- BILAN ECOLOGIQUE |
| → Produits & Méthode |
| → Analyse QUANTitative |
| - Critères d'analyse chiffrés |
| - Limites d'évaluation |
| → Analyse QUALitative |
| - Critères d'analyse |
| - Référentiel d'appui |
| → Critères complémentaires |
| - Piste recherche & réflexion |
| 4- CONCLUSIONS |
| 5- SOURCES & REFERENCES |

3 – Bilan Ecologique

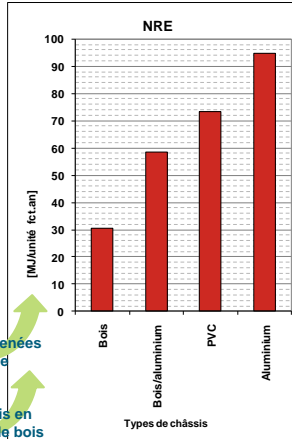


○ ANALYSE QUANTI-tative

➤ Energie Non Renouvelable (NRE)

• **Données** (par unité fonctionnelle sur toute la durée de vie)

| NRE : Energie Non Renouvelable [MJ/unité fct] | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Durée de vie | Bois | Bois/aluminium | PVC | Aluminium |
| | 35 ans | 45 ans | 35 ans | 45 ans |
| Verre | 371,05 | 371,05 | 371,05 | 371,05 |
| Aluminium | 199,33 | 1763,78 | 199,33 | 3623,78 |
| Butyle | 19,90 | 19,90 | 19,90 | 19,90 |
| Bois | 206,67 | 196,67 | 0,00 | 0,00 |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 1316,00 | 0,00 |
| Acier | 106,33 | 106,33 | 522,00 | 106,33 |
| Caoutchouc | 141,33 | 141,33 | 141,33 | 141,33 |
| Peinture | 25,30 | 6,60 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL | 1 069,92 | 2 625,66 | 2 569,62 | 4 262,40 |



| Entretien des fenêtres en bois (peinture tous les 10 ans) | | | |
|---|------|------|------|
| | NRE | GWP | AP |
| Par année | 2,02 | 0,11 | 0,00 |

Données ramenées par année
Entretien pris en compte pour le bois

• **Limites d'interprétation :** Quid si on analyse 2 cycles de vie en prenant en compte la fraction recyclée ? → l'aluminium devient un peu plus intéressant ... le PVC devient plus défavorable... le bois reste très intéressant...

8

- 1- INTRODUCTION
- 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX
 - Fonction de base
 - Confort visuel
 - Confort thermique
 - Confort respiratoire
 - Confort acoustique
 - Approche globale
 - Contextualisation
 - Techniques associées
 - Les composants
- 3- BILAN ECOLOGIQUE
 - Produits & Méthode
 - Analyse QUANTI-tative
 - Critères d'analyse chiffrés
 - Limites d'évaluation
 - Analyse QUAL-itative
 - Critères d'analyse
 - Référentiel d'appui
 - Critères complémentaires
 - Piste recherche & réflexion
- 4- CONCLUSIONS
- 5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

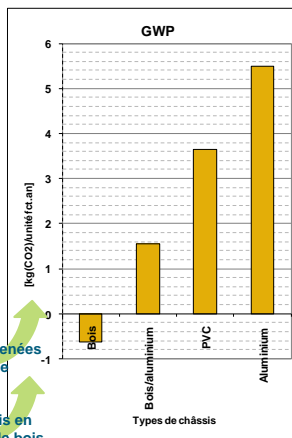


○ ANALYSE QUANTI-tative

➤ Potentiel d'effet de serre (GWP)

• **Données** (par unité fonctionnelle sur toute la durée de vie)

| GWP : Potentiel d'effet de serre [kg(CO2) équivalent/unité fct] | | | | |
|---|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Durée de vie | Bois | Bois/aluminium | PVC | Aluminium |
| | 35 ans | 45 ans | 35 ans | 45 ans |
| Verre | 27,11 | 27,11 | 27,11 | 27,11 |
| Aluminium | 11,27 | 100,82 | 11,27 | 204,82 |
| Butyle | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 |
| Bois | -76,98 | -73,26 | 0,00 | 0,00 |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 37,60 | 0,00 |
| Acier | 9,46 | 9,46 | 46,44 | 9,46 |
| Caoutchouc | 4,32 | 4,32 | 4,32 | 4,32 |
| Peinture | 1,37 | 0,36 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL | -22,24 | 70,02 | 127,95 | 246,92 |



| Entretien des fenêtres en bois (peinture tous les 10 ans) | | | |
|---|------|------|------|
| | NRE | GWP | AP |
| Par année | 2,02 | 0,11 | 0,00 |

Données ramenées par année
Entretien pris en compte pour le bois

• **Limites d'interprétation :**

- Pour les châssis bois : émissions CO₂ équiv. très basses car 'bois = puits de carbone' (ATTENTION pas de considération de la phase d'élimination)
- Quid si on analyse 2 cycles de vie en prenant en compte la fraction recyclée ? → l'aluminium devient un peu plus intéressant ... le PVC se rapprocherait de l'aluminium... le bois reste très intéressant...

9

- 1- INTRODUCTION
- 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX
 - Fonction de base
 - Confort visuel
 - Confort thermique
 - Confort respiratoire
 - Confort acoustique
 - Approche globale
 - Contextualisation
 - Techniques associées
 - Les composants
- 3- BILAN ECOLOGIQUE
 - Produits & Méthode
 - Analyse QUANTI-tative
 - Critères d'analyse chiffrés
 - Limites d'évaluation
 - Analyse QUAL-itative
 - Critères d'analyse
 - Référentiel d'appui
 - Critères complémentaires
 - Piste recherche & réflexion
- 4- CONCLUSIONS
- 5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

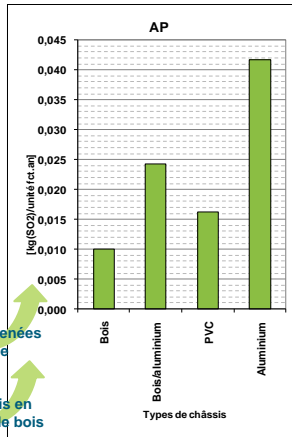


o **ANALYSE QUANTI-tative**

➤ **Potentiel d'acidification (AP)**

- **Données** (par unité fonctionnelle sur toute la durée de vie)

| AP : Potentiel d'acidification [kg(SO2) équivalent/unité fct] | | | | |
|---|-------------|----------------|-------------|-------------|
| | Bois | Bois/aluminium | PVC | Aluminium |
| Durée de vie | 35 ans | 45 ans | 35 ans | 45 ans |
| Verre | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Aluminium | 0,10 | 0,85 | 0,10 | 1,73 |
| Butyle | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Bois | 0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,00 |
| Acier | 0,04 | 0,04 | 0,21 | 0,04 |
| Caoutchouc | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Peinture | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL | 0,35 | 1,09 | 0,57 | 1,88 |



| Entretien des fenêtres en bois (peinture tous les 10 ans) | | | |
|---|------|------|------|
| | NRE | GWP | AP |
| Par année | 2,02 | 0,11 | 0,00 |

Données ramenées par année
Entretien pris en compte pour le bois

- **Limites d'interprétation** : Quid si on analyse 2 cycles de vie en prenant en compte la fraction recyclée ? → l'aluminium devient un peu plus intéressant mais reste le moins favorable... le bois reste intéressant...

10

- 1- INTRODUCTION
- 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX
 - Fonction de base
 - Confort visuel
 - Confort thermique
 - Confort respiratoire
 - Confort acoustique
 - Approche globale
 - Contextualisation
 - Techniques associées
 - Les composants
- 3- BILAN ECOLOGIQUE
 - Produits & Méthode
 - Analyse QUANTI-tative
 - Critères d'analyse chiffrés
 - Limites d'évaluation
 - Analyse QUAL-itative
 - Critères d'analyse
 - Référentiel d'appui
 - Critères complémentaires
 - Piste recherche & réflexion
- 4- CONCLUSIONS
- 5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

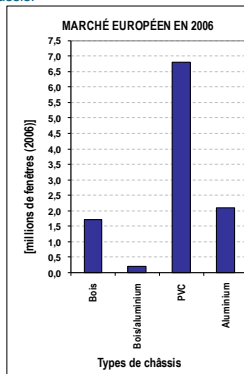
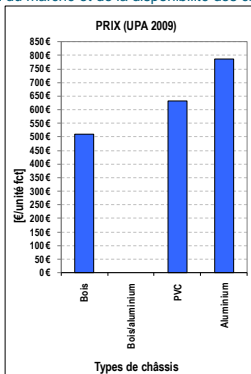
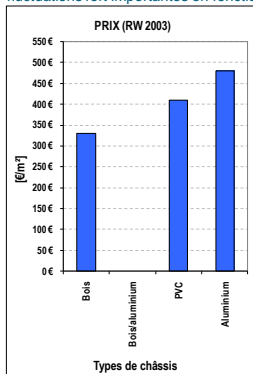


o **ANALYSE QUANTI-tative**

➤ **Quelques prix** (à titre indicatif)

| ETAT DU MARCHÉ | | | | |
|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------------|
| par an | Bois | Bois/aluminium | PVC | Aluminium |
| Prix RW 2003 | 330 €/m ² | | 410 €/m ² | 480 €/m ² |
| Prix UPA 2009 | 510,5 €/unité fct | | 633 €/unité fct | 785,4 €/unité fct |
| Ventes 2006 | 1,70 millions | 0,20 millions | 6,80 millions | 2,10 millions |

Rmq : Le prix des châssis bois sont disponibles uniquement pour des châssis Merbau (dépend des sources) → fluctuations fort importantes en fonction du marché et de la disponibilité des châssis.



www.ufme.fr / www.uf-pvc.fr

11

- 1- INTRODUCTION
- 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX
 - Fonction de base
 - Confort visuel
 - Confort thermique
 - Confort respiratoire
 - Confort acoustique
 - Approche globale
 - Contextualisation
 - Techniques associées
 - Les composants
- 3- BILAN ECOLOGIQUE
 - Produits & Méthode
 - Analyse QUANTI-tative
 - Critères d'analyse chiffrés
 - Limites d'évaluation
 - Analyse QUAL-itative
 - Critères d'analyse
 - Référentiel d'appui
 - Critères complémentaires
 - Piste recherche & réflexion
- 4- CONCLUSIONS
- 5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique



○ ANALYSE QUALI-tative

➤ Critères d'analyse :

- 4 principes : inspirés des principes pour le choix de matériaux de construction écologiques de Jutta SCHWARZ (voir référence en fin de présentation)
- Le référentiel NIBE

➤ Principes :

- Principe 1 : Appauvrissement des ressources

« Fabrication essentiellement à partir de **matières premières renouvelables et/ou indigènes** (européennes) disponibles en quantité suffisante »

→ matériaux locaux ou fabriqués localement limitant les distances de transport entre le lieu de production, de fabrication et le chantier

→ matières renouvelables OU rapidement auto-régénérables OU présentes en grandes quantités

- Principe 2 : Impacts sur la santé et sur l'environnement

« Le matériau ne doit **pas induire de risques (éco)toxicologiques** lors de la fabrication du produit, sa mise en œuvre, son utilisation (période d'occupation), sa déconstruction et son élimination »

→ pour la santé des occupants du bâtiment et pour la santé des travailleurs lors de la fabrication (émanations de polluants chimiques et/ou biologiques : COV, formaldéhyde, métaux lourds...) et pour l'environnement.

12

| |
|-------------------------------------|
| 1 - INTRODUCTION |
| 2 - CHASSIS - ETAT DES LIEUX |
| → Fonction de base |
| - Confort visuel |
| - Confort thermique |
| - Confort respiratoire |
| - Confort acoustique |
| → Approche globale |
| - Contextualisation |
| → Techniques associées |
| - Les composants |
| 3 - BILAN ECOLOGIQUE |
| → Produits & Méthode |
| → Analyse QUANTitative |
| - Critères d'analyse chiffrés |
| - Limites d'évaluation |
| → Analyse QUALitative |
| - Critères d'analyse |
| - Référentiel d'appui |
| → Critères complémentaires |
| - Piste recherche & réflexion |
| 4 - CONCLUSIONS |
| 5 - SOURCES & REFERENCES |

3 – Bilan Ecologique



○ ANALYSE QUALI-tative

➤ Critères d'analyse

- Principe 3 : Maintenance et pérennité du matériau

« Le matériau ne nécessite **pas de traitement et/ou de maintenance régulière lourde** »

→ Il existe des risques sanitaires pour l'occupant lors de l'entretien des châssis bois (choix du type de produits)

→ Si l'entretien est trop lourd, il n'est pas réalisé et donc il y a un risque de réduction de la durée de vie des châssis.

- Principe 4 : Fin de vie et potentiel de recyclage

« Le matériau dispose des **filières adéquates** pour assurer une possible déconstruction qui permette de limiter les déchets, et de faciliter la réutilisation éventuelle et/ou un recyclage en fin de vie »

→ Attention aux matériaux composites : difficulté de recyclage des matériaux collés entre eux

→ Attention aux traitements des matériaux (modification chimique en profondeur ou en surface) : difficulté de valorisation en fin de vie par rapport au matériau 'brut'

→ S'assurer des filières de recyclage : évolution du marché difficile à maîtriser

→ En dernier recours, le matériau doit pouvoir être stocké en décharge pour matériaux inertes ou éliminé sans danger.

➤ Référentiel d'appui (NIBE : *Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie*)

13

| |
|-------------------------------------|
| 1 - INTRODUCTION |
| 2 - CHASSIS - ETAT DES LIEUX |
| → Fonction de base |
| - Confort visuel |
| - Confort thermique |
| - Confort respiratoire |
| - Confort acoustique |
| → Approche globale |
| - Contextualisation |
| → Techniques associées |
| - Les composants |
| 3 - BILAN ECOLOGIQUE |
| → Produits & Méthode |
| → Analyse QUANTitative |
| - Critères d'analyse chiffrés |
| - Limites d'évaluation |
| → Analyse QUALitative |
| - Critères d'analyse |
| - Référentiel d'appui |
| → Critères complémentaires |
| - Piste recherche & réflexion |
| 4 - CONCLUSIONS |
| 5 - SOURCES & REFERENCES |

3 – Bilan Ecologique



o ANALYSE QUALI-tative

| MATERIAUX | AUTRES CRITERES | RESSOURCES | SANTE |
|---|---|--|--|
| PVC | s'adapte très facilement au bâti existant - délais de pose réduits - performances en terme d'étanchéité au vent et à l'eau - coût peu élevé - sans entretien - couleurs limitées - peu rigide | Matière première Non Renouvelable liée à la chimie du chlore. Sa fabrication nécessite une consommation élevée d'énergie. Des efforts sont réalisés pour limiter les produits utilisés lors de la production (additifs, plastifiants...) | Emission de gaz toxiques (chlore, étylène, dioxines...) lors de la fabrication. Dégagement de gaz toxiques et mortels en présence de chaleur ou en cas d'incendies (élimination ou accidents). Le PVC contient des additifs et stabilisateurs néfastes pour la santé, cancérigènes et biopersistants (plomb, cadmium, phthalates...). |
| Aluminium | rigide (murs rideaux) - très résistant - sans entretien - pas de poussières - recyclable indéfiniment (pas de perte de qualité) - conducteur (couples thermiques indispensables) | Matière première naturelle Non Renouvelable mais présente en quantité suffisante . Sa fabrication nécessite une grande quantité d'énergie - la demande croissante rend la disponibilité. La plupart des châssis aluminium intègrent dans leur fabrication 30 à 40% de matière première issue du recyclage (en Europe, selon les sources). 92 à 98% des profils sont effectivement collectés. | Emission de gaz toxiques (microparticules, chlore, dioxines, furanes...) lors de la fabrication . Pas d'effets néfastes directs connus - besoin d'énergie conséquent pour la fabrication liée à une émission de CO2 importante - effets indirects sur la santé par le dégagement de gaz à effet de serre - matériau inerte en fin cycle de vie en fonction du type de finition. |
| Bois tropicaux - atzélla doussié - méranti - jatoba - eucalyptus (avec capotage aluminium) - ... | rigidité (si lamellé-collé) - excellentes performances thermiques et acoustiques - restauration possible sans remplacement de la fenêtre recyclable - entretien (peintures et protection du bois) - traitements hydrofuges, fongicides et insecticides. | Matière première Renouvelable Naturelle issue de l'exploitation des forêts - bois issus de forêts tropicales humides - risque d'impact sur la biodiversité - exiger la labellisation (FSC) avec origine certifiée - difficulté de vérification de la bonne application des certifications | Pas d'effets néfastes connus . Le bois en lui-même ne présente aucuns dangers, une attention particulière devra cependant être portée aux produits de traitement de surface. (éviter les produits issus de la pétrochimie : phénols, crésols, pyroles...). Néanmoins la classe de résistance et la durabilité des bois tropicaux permet de ne pas avoir recours à un traitement de préservation |
| Bois européens - douglas - châne d'Europe - robinier pseudoacacia - mélèze - ... | | Matière première Renouvelable naturelle issue de l'exploitation des forêts - choix de bois européen labellisé (FSC ou PEFC) avec origine certifiée. | Pas d'effets néfastes connus . Le bois en lui-même ne présente aucuns dangers, une attention particulière devra cependant être portée aux produits de traitement de surface. (éviter les produits issus de la pétrochimie : phénols, crésols, pyroles...) |

Part d'Energie Renouvelable < 5%
Part d'Energie Renouvelable 13%
Part d'Energie Renouvelable > 50%

LEGENDE
■ EXCELLENT
■ BON
■ SATISFAISANT
■ PEU RECOMMANDABLE
■ A PROSCRIRE

La classification NIBE a été faite sur base du logiciel NIBE - version 2007/2008
 Le bilan santé a été réalisé sur base du Guide pratique à la construction de petits bâtiments, IBGE, 2007 et du livre "Guide de l'habitat sain", Docteurs Déoux, Medeco, 2004

- 1- INTRODUCTION
- 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX
 - Fonction de base
 - Confort visuel
 - Confort thermique
 - Confort respiratoire
 - Confort acoustique
 - Approche globale
 - Contextualisation
 - Techniques associées
 - Les composants
- 3- BILAN ECOLOGIQUE
 - Produits & Méthode
 - Analyse QUANTitative
 - Critères d'analyse chiffrés
 - Limites d'évaluation
 - Analyse QUALitative
 - Critères d'analyse
 - Référentiel d'appui
 - Critères complémentaires
 - Piste recherche & réflexion
- 4- CONCLUSIONS
- 5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique



o ANALYSE QUALI-tative

| MATERIAUX | MAINTENANCE ET PERENNITE | DECHETS | Classe NIBE |
|---|---|---|--|
| PVC | Longue durée de vie mais instable à la chaleur et à la lumière . Possède un risque de dégradation entraînant une libération de chlore (HCl) s'il est soumis à un rayonnement ultraviolet. Cet effet est compensé par des additifs et stabilisants toxiques pour la santé et l'environnement. | Déchets techniquement recyclable mais Difficilement Recyclable en pratique : lié aux composants et aux additifs mis en oeuvre. Le matériau est généralement mis en décharge ou incinéré (économiquement plus rentables par rapport au recyclage mécanique). Seuls 3 à 5% du PVC utilisés au sein de l'Union Européenne sont réellement recyclés. | 3/4 3b (choix admissible) |
| Aluminium | Longue durée de vie . Ne demande pas d'entretien spécifique. Ces menuiseries sont adaptées en cas de sollicitations importantes et si elles doivent répondre à des exigences de résistance élevées liées à l'usage ou à la localisation. | Déchets recyclable à plus de 90% pour un bassin d'énergie en phase de recyclage plus de 10 fois moindre que lors des phases d'extraction/production initiales. Néanmoins afin d'améliorer les propriétés thermiques des châssis aluminium, la mise en oeuvre de coupures thermiques (cales en nylon, joints isolant type polyuréthane) et le type de finition peuvent rendre le recyclage plus difficile et nuisent à la possibilité de désolidariser les matériaux. | 5 5b (choix à éviter) |
| Bois tropicaux - atzélla doussié - méranti - jatoba - eucalyptus (avec capotage aluminium) - ... | Durée de vie moyenne à longue . Les bois tropicaux nécessitent un entretien moins régulier. | Déchets recyclable à grande échelle mais variable selon la qualité du bois et les produits de traitement de surface. Valorisation dans les filières de production de produits dérivés (panneaux de construction ; laine de bois...) ou valorisation thermique. | 1/6 1b - 6c (de meilleur choix si label FSC à mauvais choix) |
| Bois européens - douglas - châne d'Europe - robinier pseudoacacia - mélèze - ... | Durée de vie moyenne à longue . Les bois nécessitent un entretien plus ou moins régulier des parties exposées aux intempéries. La fréquence dépendra du type de produits. Des lasureurs plus respectueux de l'environnement nécessiteront un suivi plus régulier. Ces entretiens peuvent être réduits par l'usage d'un capotage aluminium extérieur. | Déchets recyclable à grande échelle mais variable selon la qualité du bois et les produits de traitement de surface. Pour les essences locales, des techniques permettent de limiter l'usage de produits de traitement et de préservation. Valorisation dans les filières de production de produits dérivés (panneaux de construction ; laine de bois...) ou valorisation thermique. | 1/2 1a - 2a (de meilleur choix à bon choix) |

LEGENDE
■ EXCELLENT
■ BON
■ SATISFAISANT
■ PEU RECOMMANDABLE
■ A PROSCRIRE

La classification NIBE a été faite sur base du logiciel NIBE - version 2007/2008
 Le bilan santé a été réalisé sur base du Guide pratique à la construction de petits bâtiments, IBGE, 2007 et du livre "Guide de l'habitat sain", Docteurs Déoux, Medeco, 2004

- 1- INTRODUCTION
- 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX
 - Fonction de base
 - Confort visuel
 - Confort thermique
 - Confort respiratoire
 - Confort acoustique
 - Approche globale
 - Contextualisation
 - Techniques associées
 - Les composants
- 3- BILAN ECOLOGIQUE
 - Produits & Méthode
 - Analyse QUANTitative
 - Critères d'analyse chiffrés
 - Limites d'évaluation
 - Analyse QUALitative
 - Critères d'analyse
 - Référentiel d'appui
 - Critères complémentaires
 - Piste recherche & réflexion
- 4- CONCLUSIONS
- 5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique



o ANALYSE QUALI-tative

➤ Pistes de recherche & réflexion

➤ Pour les châssis PVC (source : livre vert de la Commission européenne) :

- Principe 1 : Le PVC limite-t-il l'appauvrissement des ressources ?

⇒ Le PVC est issu de matières premières non renouvelables : polymère synthétique (résine) issu de la chimie du chlore. Pour le stabiliser, des additifs sont inclus lors de la fabrication : métaux lourds (plomb, cadmium...) ainsi que des plastifiants (phtalates).

⇒ **Le PVC ne répond pas au principe 1.**

- Principe 2 : Impact sur la santé et l'environnement du PVC ?

⇒ Problèmes d'émissions de polluants lors de la fabrication : dioxines, HCl (couche d'ozone), phtalates et lors de la lors de l'élimination (incinération et mise en décharge) : métaux lourds, HCl, phtalates, PCB...

⇒ Présence de **composés** reconnus comme **dangereux** (plomb, cadmium) → **toxiques** (cancérogène, influence la reproduction : bioaccumulation) et **écotoxiques** (nocifs et dangereux pour l'environnement, dispersion dans l'environnement : sédiments et boues d'épuration, persistants).

⇒ Les substituts aux additifs et plastifiants ne sont pas beaucoup plus sûrs : calcium-zinc (maîtrise des rejets de zinc dans l'environnement?) ou dioctyl étain (toxique pour le système immunitaire)

⇒ Risques pour les travailleurs et pour l'environnement. Les risques en phase d'utilisation sont limités : accidents (incendies) ou contact prolongé (jouets en contact avec la bouche).

⇒ **Le PVC ne répond pas au principe 2.**

16

1 - INTRODUCTION

2 - CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3 - BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4 - CONCLUSIONS

5 - SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique



o ANALYSE QUALI-tative

➤ Pour les châssis PVC :

- Principe 3 : Le PVC ne nécessite pas de traitement et/ou de maintenance régulière

⇒ **Le PVC répond donc pleinement au principe 3.**

- Principe 4 : Disposition du PVC en fin de vie et potentiel de recyclage?

⇒ Le PVC est **difficilement recyclable** :

- 2 types de recyclage (mécanique et chimique).

Dans l'UE, 5% de l'ensemble du PVC (post-consommation) est recyclé → l'UE estime le potentiel de recyclage mécanique à environ 9% du total des déchets entre 2010 et 2020.

- Le recyclage de haute qualité (entre autre des profilés des fenêtres) n'est pas rentable mais pourrait représenter environ 40% maximum entre 2010 et 2020 (fort variable en fonction des différents marchés à l'échelle européenne).

⇒ Les principales filières en fin de vie :

→ **Incinération** : problèmes des émissions atmosphériques (dioxines, HCl, phtalates...)

→ **mise en décharge** : risque de dispersion des métaux lourds : plomb cadmium, du PCB et des phtalates...

⇒ Augmentation importante des déchets prévue à l'horizon 2010 : part importante du marché du PVC dans les années '60

→ attention aux **impacts du marché actuel** dans 30-40ans !!!

⇒ **Le PVC ne répond pas au principe 4.**

17

1 - INTRODUCTION

2 - CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3 - BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4 - CONCLUSIONS

5 - SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUALI-tative

➤ Pistes de recherche & réflexion

➤ Pour les châssis Aluminium :

- **Principe 1 :** appauvrissement des ressources ?

⇒ L'aluminium est issu de matières premières naturelles non renouvelables mais présentes en quantités plus ou moins suffisantes : bauxite, charbon, gaz naturel et pétrole.

⇒ Des additifs sont présents pour améliorer ses propriétés : cuivre, fer, magnésium, manganèse, silicone, zinc....

⇒ La fabrication entraine une consommation très importante d'énergie.

⇒ Le recyclage de l'aluminium permet une économie énergétique et des matières premières non négligeable.

⇒ **L'aluminium ne répond pas complètement au principe 1.**

- **Principe 2 :** Impact sur la santé et l'environnement?

⇒ Problèmes d'**émissions de polluants** lors de la fabrication et lors du recyclage (en moindre quantité) : poussières, microparticules, CO₂ (gaz à effet de serre), HCl (couche d'ozone), HF, SO₂, COV, dioxines et furanes.

⇒ Peu ou pas d'effets directs connus en phase d'utilisation.

⇒ **L'aluminium répond partiellement au principe 2.**

18

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUALI-tative

➤ Pour les châssis Aluminium :

- **Principe 3 :** L'aluminium ne nécessite pas de traitement et/ou de maintenance régulière (longue durée de vie, très bonne résistance...)

⇒ **L'aluminium répond donc pleinement au principe 3.**

- **Principe 4 :** Disposition de l'aluminium en fin de vie et potentiel de recyclage?

⇒ L'aluminium est **recyclable théoriquement** à 100%.

Le taux de collecte des profilés en aluminium varie entre 92 et 98%. En Europe, **30 à 40% de l'aluminium provient du recyclage** (plus rentable que les autres filières).

Cette part peut être plus importante en fonction des différents marchés à l'échelle européenne.

⇒ La séparation des composés aluminium est aisée par rapport aux pièces non métalliques.

⇒ Pas de différence de qualité entre le produit recyclé et le produit issu de matières premières : **recyclage et pas downcycling**



⇒ **L'aluminium répond au principe 4.**

19

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique



o ANALYSE QUALI-tative

➤ Pour les châssis bois :

- **Principe 1: Bois d'origine locale et/ou labellisé ?**

⇒ Privilégier des **bois indigènes** : éviter l'utilisation de bois d'origine exotique, provenant des dernières forêts humides anciennes et dont la coupe fragilise la biodiversité locale et peut mener à une déforestation plus ou moins irréversible à moyen terme :

→ par exemple : présence de variétés d'arbres comme le merbau et le méranti sur la liste de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) : impact sur la biodiversité lié à la perte d'habitat

⇒ Pour s'assurer de la **bonne gestion des forêts** dont proviennent les essences mises en œuvre, les bois porteront une certification du type FSC (Forest Stewardship Council) ou PEFC (Pan European Forest Certification)

→ Afin de garantir l'origine du bois, le **cahier des charges** pourra porter la mention : "les bois seront issus de forêts gérées durablement et seront certifiés par un label reconnu. Un certificat d'origine et de traçabilité devra être fourni. Le choix d'essences locales sera privilégié."

⇒ **Le bois peut répondre au principe 1** : prescriptions dans CdCh, traçabilité sur chantier (exemple de contrôle de la chaîne des produits certifiés par un numéro : FSC-COC-13245(AB) → à vérifier sur le site internet des labels),...

- **Principe 2 : Impact sur la santé et sur l'environnement**

Le bois a **peu d'impacts négatifs** sur la santé et sur l'environnement :

⇒ Il participe à la **réduction de l'effet de serre** en jouant le rôle de **puits de carbone** tout au long du développement de l'arbre, au cours de sa durée de vie en tant que matériau de construction, de son recyclage et/ou de sa réutilisation jusqu'à son incinération (ou compostage en fin de vie?).

⇒ **I aux produits de préservation et aux produits utilisés pour son entretien** :

→ mise en œuvre adéquate du bois (orientation, ambiance, ventilation, évacuation adéquate de l'eau de ruissellement, remontées capillaires...)

→ choix de produits alternatifs (avec labels, peu/pas de polluants...) → choix de techniques alternatives permettant de conférer une résistance aux agressions (de type oléothermie)

20 ⇒ **Le bois peut répondre au principe 2.**

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique



o ANALYSE QUALI-tative

➤ Pour les châssis bois :

- **Principe 3 : traitement et/ou maintenance régulière**

⇒ Pour obtenir des caractéristiques de résistance permettant une **application en classe de risque 3** (menuiseries extérieures exposées aux intempéries : bardages, châssis...), une **classe de durabilité naturelle du bois I ou II** est exigée.

⇒ Toutes les essences de bois locales ne répondent pas à ce critère. Différentes pistes peuvent être envisagées :

→ Un **capotage aluminium** permettra de protéger le bois de l'ambiance extérieure (pluie battante, UV,...) tout en permettant l'usage de châssis avec un meilleur écobilan (douglas, mélèze, chêne...).

→ un **traitement oléo thermique** (bains d'huiles végétales) permet de **valoriser les essences locales** (hêtre, douglas, épicéa, mélèze...) en leur conférant une dureté, une stabilité dimensionnelle et une résistance aux agents biologiques de la dégradation (insectes, champignons,...). Cette technique permet l'usage de châssis ne nécessitant pas ou peu d'entretien.

→ Si une finition extérieure est nécessaire pour 'protéger' le bois : recourir à des **lasures ou peintures à dispersion aux résines naturelles, sans solvants**.

⇒ **Le bois peut répondre au principe 3.**

- **Principe 4 : Disposition du bois en fin de vie et potentiel de recyclage**

⇒ Le bois, s'il n'a **pas fait l'objet d'un traitement sous pression avec des produits de conservation contenant des métaux lourds** et/ou s'ils ne sont pas recouverts de composés organiques halogénés (PVC), est **potentiellement réutilisable** (vieux châssis), **recyclable** (isolation, panneaux fibre bois) ou **valorisable** (compost - pellets).

→ Les châssis en bois massifs non collés respectent tous ce principe.

⇒ **Le bois peut répondre au principe 4.**

21

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

o ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ **Avis sur quelques essences de bois** (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) :**



| | | |
|--|---|----|
| Bois issu de forêts belges et européennes (Grande-Bretagne, France, Espagne, Pays-Bas, Italie et Irlande) | répond pleinement au principe 1 demander certificat PEFC ou FSC | 😊😊 |
| Possibilité de certification | | |
| Classe de durabilité III , préservation en profondeur souhaitable en cas de présences d'un part importante d'aubier | Un traitement de préservation est nécessaire. Un traitement de préservation permet d'atteindre une durabilité II et des applications en classe de risque 3 → répond au principe 3 (si choix type de préservation) | 😊 |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 550kg/m ³ - moyenne | 😊 |
| Qualité du bois | Présence de nœuds moyenne | 😊 |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité moyen à élevé | 😞 |
| Prix | 25 à 45€/m ² | 😊 |
| Classement NIBE | 2a (bon choix) si bois FSC/PEFC avec traitement de préservation pas terrible (CC/CCA/CCB) et finition | 😊 |

Disponibilité en Belgique : Le douglas couvre une superficie de 23.429 ha (forêts soumises et non soumises). Cette superficie ne cesse d'augmenter, d'autant plus que la Région wallonne promeut un développement de la sylviculture du douglas. Quoi qu'il en soit, le **prélèvement annuel de cette espèce reste inférieur à l'accroissement annuel** et respecte donc pleinement les principes de gestion durable des forêts.

Le douglas est donc un bois d'origine locale (privilegier douglas local (Europe) / proscrire le douglas nord-américain : pin d'Oregon) qui peut répondre à la classe de durabilité nécessaire pour l'application en châssis moyennant un traitement et/ou une protection (capotage alu).

22

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

o ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Mélèze (*Larix decidua Mill.*):**



| | | |
|--|---|---|
| Bois issu de forêts européennes (France, Pologne, Tchéquie, Slovaquie...) | répond pleinement au principe 1 demander certificat PEFC ou FSC | 😊 |
| Possibilité de certification | | |
| Classe de durabilité III , préservation en profondeur souhaitable en cas de présences d'un part importante d'aubier | Un traitement de préservation est nécessaire. Un traitement de préservation permet d'atteindre une durabilité II et des applications en classe de risque 3 → répond au principe 3 (si choix type de préservation) | 😊 |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 600kg/m ³ - moyenne | 😊 |
| Qualité du bois | Présence de nœuds importante | 😞 |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité moyen | 😊 |
| Prix | +/-50€/m ² | 😊 |
| Classement NIBE | 3a - 3b (choix admissible) si bois FSC/PEFC avec traitement de préservation sans finition | 😊 |

Le mélèze est un bois d'origine locale qui peut répondre à la classe de durabilité nécessaire pour l'application en châssis moyennant un traitement de préservation ou une protection (capotage alu).

Le mélèze est un arbre à croissance rapide (intéressant en terme de renouvelabilité). Des châssis en mélèze sont présents sur le marché belge.

23

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

o ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Western Red Cedar (*Thuja pliccata* Donn) :**



| | | |
|---|--|---|
| Bois issu de forêts nord-américaines (Canada, Alaska, Colombie britannique...) | ne répond pas au principe 1 : forêts primaires si certificat FSC (exiger le certificat de traçabilité): répond partiellement au principe 1 | ☹ |
| Possibilité de certification | répond partiellement au principe 1 | ☹ |
| Classe de durabilité II , pas de préservation nécessaire mais risque de bleuissement | répond au principe 3 mais nécessite un traitement de préservation de type C2/C3 | ☺ |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 370kg/m ³ - faible | ☹ |
| Qualité du bois | Faible résistance au poinçonnement mais présence de nœuds réduite | ☺ |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité élevé | ☹ |
| Prix | 90-100€/m ² (double du prix du douglas) | ☹ |
| Classement NIBE | 1c (meilleur choix) si bois FSC/PEFC | ☺ |

Le Western Red Cedar est un bois d'une durabilité naturelle suffisante (classe II) pour l'application en châssis. Malgré sa durabilité, il est sensible au bleuissement et aux rayonnements UV, il nécessite donc un traitement de finition (C2/C3 et C1).

Ce n'est pas un bois d'origine locale (! impact sur biodiversité). Il ne répond donc pas pleinement au principe 1.

24

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

o ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Chêne d'Europe :**



| | | |
|--|---|---|
| Bois issu de forêts belges et européennes | répond pleinement au principe 1 | ☺ |
| Possibilité de certification | demande certificat PEFC ou FSC | ☺ |
| Classe de durabilité II/III , finition comprenant ou précédée d'un traitement de surface. | répond au principe 3 | ☺ |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 700kg/m ³ - moyenne à élevée | ☹ |
| Qualité du bois | Bonne résistance – très bonne qualité de bois | ☺ |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité moyen → quincailerie en acier inoxydable | ☹ |
| Prix | +/-85€/m ² | ☹ |
| Classement NIBE | 1a – 2a (meilleur choix à bon choix) Si bois FSC/PEFC ou non | ☺ |

Disponibilité en Belgique : le chêne européen couvre une superficie de 82.100 ha (forêts soumises et non soumises). Chaque année, environ 250.000 m³ sont exploités ce qui représente une mise à disposition sur le marché d'à peu près 125 000 m³ de bois sciés et placages. Ces quantités sont en parfaite concordance avec les principes de gestion durable des forêts wallonnes.

Le chêne est un bois d'une durabilité naturelle suffisante (classe II) pour l'application en châssis. Privilégier le chêne local (Europe) / proscrire le chêne d'Amérique du Nord, asiatique ou d'Amérique du sud). Son prix le rend moins abordable (mais proche du WRC).

25

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Robinier pseudoacacia :**



| | | |
|---|---|----|
| Bois issu de forêts européennes (Hongrie) | répond au principe 1 | 😊 |
| Possibilité de certification | exiger le certificat PEFC ou FSC | 😊 |
| Classe de durabilité III, sans traitement de préservation du bois | répond au principe 3 | 😊😊 |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 750kg/m ³ - moyenne à élevée | 😊 |
| Qualité du bois | Présence de nœud importante, fil sinueux | 😞 |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité moyen → quincaillerie en acier inoxydable | 😊 |
| Prix | Pas disponible : a priori élevé | 😞 |
| Classement NIBE | 1b (meilleur choix) Si bois FSC/PEFC | 😊 |

Disponibilité en Belgique : le robinier n'est pas présent en quantité suffisante pour permettre de couvrir une demande importante. Mais robinier hongrois = 18% de la production totale de bois (1Mio m³ chaque année).

Même si le robinier est un bois d'excellente qualité notamment pour l'application dans des conditions d'humidité et d'exposition extrêmes, sa disponibilité et la présence importante de nœuds le rendent difficilement applicable en menuiseries et peu abordable.

26

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

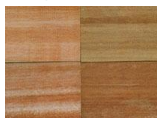
3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Meranti (shoera : variables) :**



| | | |
|--|--|----|
| Bois issu de forêts tropicales humides du sud-est asiatique (Malaisie, Indonésie...) | ne répond pas au principe 1 si certificat FSC (exiger le certificat de traçabilité); | 😞 |
| Possibilité de certification | répond partiellement au principe 1 | 😞 |
| Classe de durabilité II à IV, variable en fonction de la qualité | répond au principe 3 mais étant donné la variabilité de la qualité, ce bois ne garantit pas entièrement le principe 3. Un traitement par produit de finition/préservation est nécessaire | 😊 |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 550kg/m ³ - moyenne | 😊 |
| Qualité du bois | Structure du (dark) red meranti est généralement régulière. | 😊 |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité moyen → quincaillerie en acier inoxydable | 😊 |
| Prix | | 😊 |
| Classement NIBE | 2b - 7c (bon choix à choix inadmissible) Si bois FSC/PEFC | 😊😞 |

Le Meranti est un bois d'une durabilité naturelle bonne à moyenne (bois tropical : classe II à IV) pour l'application en menuiseries extérieures.

Ce n'est pas un bois d'origine locale et son exploitation porte atteinte à la biodiversité. Il ne répond donc pas pleinement au principe 1. La qualité du bois pouvant être variable, le Meranti n'est pas conseillé.

27

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUALI-tative

- Pour les châssis bois :

⇒ (plus d'informations: www.houtinfo Bois.be et www.woodforum.be)

- **Afzélia doussié :**



| | | |
|--|---|---|
| Bois issu de forêts tropicales humides (Cameroun, Nigeria, Gabon...) | ne répond pas au principe 1 si certificat FSC (exiger le certificat de traçabilité); répond partiellement au principe 1 | ☹ |
| Possibilité de certification | | |
| Classe de durabilité I, sans traitement de préservation du bois | répond au principe 3 | 😊 |
| Masse volumique et stabilité dimensionnelle | 800kg/m ³ - élevée | 😊 |
| Qualité du bois | Structure du (dark) red meranti est généralement régulière. | 😊 |
| Corrosion des métaux en contact avec le bois | Degré d'acidité moyen → quincaillerie en acier inoxydable | ☹ |
| Prix | Pas disponible : a priori élevé | ☹ |
| Classement NIBE | Non communiqué | - |

L'afzélia doussié est un bois d'une durabilité naturelle très bonne (bois tropical : classe I) pour l'application en menuiseries extérieures.

Ce n'est pas un bois d'origine locale (impact sur la biodiversité liée à l'exploitation de forêts humides primaires). Il ne répond donc pas au principe 1.

28

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés

- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

○ ANALYSE QUALI-tative

⇒ **Préservation du bois et durabilité**

- **Les techniques de préservation des bois :**

| COMPARATIF DES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DE PRÉSERVATION DU BOIS | | | |
|---|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Procédé de traitement du bois | Coût d'investissement | Coût de fonctionnement | Impact environnemental |
| Trempage (produits A3) | 😊😊 | 😊😊 | ☹ |
| Boucharde (produits A3) | 😊😊 | 😊😊 | ☹☹ |
| Autoclave (produits A3) | ☹ | 😊😊 | 😊😊 |
| Rétification | ☹☹ | ☹☹ | 😊😊 |
| Oléothermie | 😊😊 | ☹ | 😊😊 |

- **Les produits A3** (traitement en profondeur généralement en usine) sont destinés à protéger préventivement les bois sciés en leur conférant la résistance suffisante aux attaques d'insectes et de champignons pour convenir aux usages de classe d'emploi 3.

- **Les produits C1, C2 et C3** (traitements surfaciques) sont destinés à protéger les éléments en bois avant leur pose sur chantier (à renouveler régulièrement) : C1 (vieillessement et grisonnement), C2 (lasures transparentes ou pigmentées, légèrement filmogènes : biocides, fongicide, insecticide et anti-bleuissement), C3 (lasures non filmogènes pigmentées : contre bleuissement), et CTOP (lasure de finition filmogène ou semi-filmogène : contre bleuissement).

⇒ **Impact du type de produits utilisés (préservation/ finition)**

- Les bois traités avec des **sels de chrome, du cuivre ou de l'arsenic** (CCA ou CC), avec de la **créosote** ou traités au **PCP** (interdits depuis 1990) posent un problème en termes de relargage de métaux lourds et de produits toxiques par lessivage (pendant toute leur durée de vie) et limitent leur potentiel de recyclage/réutilisation en fin de vie (déchets dangereux).
→ Dépend de la concentration en substance active des bois [%] : soit valorisés (réutilisation, recyclage en panneaux, isolants,...) ou être considérés comme des déchets dangereux (mise en décharge, incinération → impacts sur l'environnement) : exemple de la créosote si > 0,1% → déchets dangereux sinon non dangereux !!!

- Envisagés des **produits moins nocifs** comme les triazoles (biocides organiques biodégradables), les sels de bore ou l'ammonium quaternaire.

29

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés

- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

3 – Bilan Ecologique

MATRIciel

○ ANALYSE QUALI-tative

⇒ Traitements alternatifs pour la préservation du bois :

- **Un traitement par réтификаction ou par pyrolyse est un traitement du bois à haute température (160 à 240°C) qui permet aussi la valorisation de bois locaux.**
Le traitement est **fort consommateur d'énergie** et doit faire l'objet d'un traitement contre le bleuissement. Le bois traité devient **plus cassant** mais résistant à la flexion et aux chocs (**peu intéressant pour les châssis**). En fonction de la qualité du bois sélectionné ces inconvénients seront atténués.
- **Un traitement oléo thermique (bains d'huiles végétales: lin, colza...) à moyenne température (100 à 120°C) permet de valoriser les essences locales (douglas, épicéa, mélèze...), moins durables naturellement, en leur conférant une dureté, une stabilité dimensionnelle et une résistance aux agents biologiques de la dégradation (pluie, UV, champignons, insectes...).**



La phase de chauffe vaporise l'eau du bois, crée à cœur un état de pression et relaxe les contraintes internes du matériau.



La phase de refroidissement condense la vapeur d'eau, ce qui génère une pénétration en profondeur de l'huile formulée.



La phase de séchage à l'air finalise l'imprégnation et permet d'obtenir rapidement un aspect sec.

La technique permet l'usage de châssis ne nécessitant pas ou peu d'entretien (bonne tenue dans le temps, au rayonnement UV et au lessivage par la pluie). Elle peut s'appliquer aux bois ronds (limite l'apparition de fentes en surface) ainsi qu'aux **produits sciés bruts ou rabotés, sur des produits pré collés ou pré assemblés**.

Les bois peuvent ainsi être mis en œuvre pour des applications de classe de risque 3. Le prix du traitement est de l'ordre de 150 à 200€/m³ → www.oleothermie.com www.oleothermie.fr

Exemples d'éprouvettes de bois (50 x 25 x 15mm) soumises à l'attaque de champignons (source <http://www.oleothermie.com>) :



* : il s'agit d'une éprouvette de pin exposée aux champignons en même temps que les éprouvettes à tester, de façon à vérifier que la virulence de la souche est suffisante pour valider l'essai.

30

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation
- Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

4 – Conclusions

MATRIciel

➤ MICRO: Bilan Ecologique – Etude

- D'un point de vue QUANTitatif.

⇒ il apparaît que **les châssis PVC et aluminium sont peu intéressants** en termes d'énergie grise et d'émissions de gaz à effet de serre. Les **châssis bois ont le meilleur écobilan**.

- D'un point de vue QUALitatif :

⇒ les châssis aluminium sont intéressants pour leurs caractéristiques physiques. Ils ne nécessitent pas d'entretien spécifique. Par contre, leur fabrication entraîne une consommation d'énergie importante. Ils ont un bon potentiel de recyclage. Ils ont le classement NIBE le plus défavorable.

⇒ Les châssis PVC sont très peu intéressants d'un point de vue environnemental. Le classement NIBE est mitigé. Le PVC présente un avantage non négligeable du point de vue budgétaire et de facilité d'entretien.

⇒ Les châssis bois sont très intéressants si l'on respecte quelques critères :

- des bois indigènes, provenant d'une forêt gérées durablement,
- qui ne subissent pas un traitement de préservation en profondeur tout en ne nécessitant pas un entretien lourd et fréquent (oléothermie et/ou capotage aluminium extérieur).
- Parmi les essences, le **robinier pseudo acacia** et le **chêne** sont intéressants. Mais leur coût et leur disponibilité pourrait reporter le choix vers le **mélèze** ou le **douglas** plus tendres mais plus abordables. Il peuvent être facilement protégés de l'ambiance extérieure par un capotage aluminium ou être traités par oléothermie mais ce marché est encore restreint : France et Hollande.

31

1- INTRODUCTION

2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX

→ Fonction de base

- Confort visuel
- Confort thermique
- Confort respiratoire
- Confort acoustique

→ Approche globale

- Contextualisation

→ Techniques associées

- Les composants

3- BILAN ECOLOGIQUE

→ Produits & Méthode

→ Analyse QUANTitative

- Critères d'analyse chiffrés
- Limites d'évaluation

→ Analyse QUALitative

- Critères d'analyse
- Référentiel d'appui

→ Critères complémentaires

- Piste recherche & réflexion

4- CONCLUSIONS

5- SOURCES & REFERENCES

4 – Conclusions



➤ MACRO : Approche générale

- ⇒ Le **marché actuel** est clairement en faveur du PVC (ventes, prix, coût d'élimination...) mais :
 - L'UE semble se diriger vers plus de restrictions sur la mise en décharge et l'incinération des produits PVC : impact environnement-santé non négligeable.
 - L'intégration de ces coûts (répercussions des coûts environnementaux) pourrait faire augmenter les prix des châssis PVC et favoriserait la filière de recyclage, qui ne représente actuellement que 3 à 5%.
- ⇒ L'aluminium possède un potentiel intéressant grâce aux performances techniques qu'il offre → **application spécifiques** (murs rideaux, grandes baies vitrées...).
- ⇒ Il y a un potentiel important dans la **formation des métiers liés au bois** afin de réduire les coûts des châssis bois pour leur permettre d'être plus concurrentiels (des châssis passifs bois peuvent représenter encore actuellement un surcoût conséquent par rapport à des châssis passifs PVC).
- ⇒ Mais il existe une **concurrence au sein de la filière bois** pour répondre à tous les besoins : production d'éléments de structure (ossature bois), d'isolants (laine de bois), de combustibles (pellets)... avec un risque que le marché ne puisse répondre à l'ensemble des besoins
- ⇒ Il faut prendre en compte la **durée de vie élevée des châssis** (30 à 50 ans) → les choix actuels auront un impact environnemental sur toute leur durée de vie.
- ⇒ Aller vers plus de **réutilisation des châssis existants** : facile pour le bois et l'aluminium, difficile pour le PVC...
- ⇒ Importance relative de l'écobilan des châssis en fonction de l'**optimisation de l'ensemble des façades et parois** → **approche globale** (écobilan de l'ensemble des matériaux d'un bâtiment)
- ⇒ **Quelles priorités ?**

32

| |
|------------------------------------|
| 1- INTRODUCTION |
| 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX |
| → Fonction de base |
| - Confort visuel |
| - Confort thermique |
| - Confort respiratoire |
| - Confort acoustique |
| → Approche globale |
| - Contextualisation |
| → Techniques associées |
| - Les composants |
| 3- BILAN ECOLOGIQUE |
| → Produits & Méthode |
| → Analyse QUANTitative |
| - Critères d'analyse chiffrés |
| - Limites d'évaluation |
| → Analyse QUALitative |
| - Critères d'analyse |
| - Référentiel d'appui |
| → Critères complémentaires |
| - Piste recherche & réflexion |
| 4- CONCLUSIONS |
| 5- SOURCES & REFERENCES |

5 – Sources & Références



- **Energie +** → <http://www-energie.arch.ucl.ac.be/script.htm> (façade / concevoir / choix fenêtre / châssis)
- **IBGE / Bruxelles Environnement** (2007), Guide pratique pour la construction et rénovation de petits bâtiments (<1000m²) – fiche ENE06 - Optimiser la conception des fenêtres → [http://www.bruxellesenvironnement.be/soussites/guide/\(S\(tbyrbhjn1ty255lxqgoqv\)\)/docs/ENE06_FR.pdf](http://www.bruxellesenvironnement.be/soussites/guide/(S(tbyrbhjn1ty255lxqgoqv))/docs/ENE06_FR.pdf)
- **CSTC** (1998), Les fenêtres.
- **Région Wallonne** (2003), réinventons l'énergie – types de châssis.
- **Olivier PONSANT** (2009), Guide des menuiseries extérieures pour architectes, économiste et ingénieurs.
- **Jutta SCHWARZ** (1998), L'écologie dans le bâtiment, guides comparatifs pour le choix des matériaux de construction, Verlag Paul Haupt, Berne
- **Analyses de cycle de vie** :
 - **EPFL** (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) – **LESO** (Solar Energy and Building Physics Laboratory), l'analyse en cycle de vie : l'écobilan, impacts des matériaux et comparaison d'éléments de construction standards selon SIA D0123, durée de vie des principaux éléments de construction selon SIA 480.
 - écobilans **KBOB** (www.bbl.admin.ch/kbob)
 - Publications d'écobilans : www.catalogueconstruction.ch, www.crte.lu
 - Outils : ECO-BAT (logiciel payant – www.ecobat.ch), ECO-SOFT (logiciel payant – www.ibo.at) et BAUBOOK (logiciel gratuit - www.ibo.at) base de données ECOINVENT
 - Référentiel : **NIBE** (Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie) (uitgave 2007-2008), NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten – deel 2 – gevels en daken → www.nibe.org
- **COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES** (2000), Livre vert – les problèmes environnementaux du PVC.
- **OEA** (Organisation of European Aluminium refiners and remelters), Aluminium Recycling in Europe.
- Centre de Ressources des Technologies pour l'Environnement (**CRTE**), « Guide de la construction et de la rénovation durables », version 2.0, 2008, Luxembourg : <http://www.crtib.lu/Leitfaden/index.jsp?section=FR>

33

| |
|------------------------------------|
| 1- INTRODUCTION |
| 2- CHASSIS - ETAT DES LIEUX |
| → Fonction de base |
| - Confort visuel |
| - Confort thermique |
| - Confort respiratoire |
| - Confort acoustique |
| → Approche globale |
| - Contextualisation |
| → Techniques associées |
| - Les composants |
| 3- BILAN ECOLOGIQUE |
| → Produits & Méthode |
| → Analyse QUANTitative |
| - Critères d'analyse chiffrés |
| - Limites d'évaluation |
| → Analyse QUALitative |
| - Critères d'analyse |
| - Référentiel d'appui |
| → Critères complémentaires |
| - Piste recherche & réflexion |
| 4- CONCLUSIONS |
| 5- SOURCES & REFERENCES |



MATRIciel sa

Place de l'Université, 25 Etg.2
1348 Louvain-la-Neuve

Tel: 010 / 24.15.70

Fax: 010 / 24.15.60

Web: www.matriciel.be

Contact: DINAER Laurent – dinaer@matriciel.be

MERCI...