

# ACV et matériaux biosourcés : Comment évaluer l'impact des bâtiments sur le réchauffement climatique ?

Thibaut Lecompte<sup>1</sup>, A. Hellouin de Menibus<sup>2</sup>

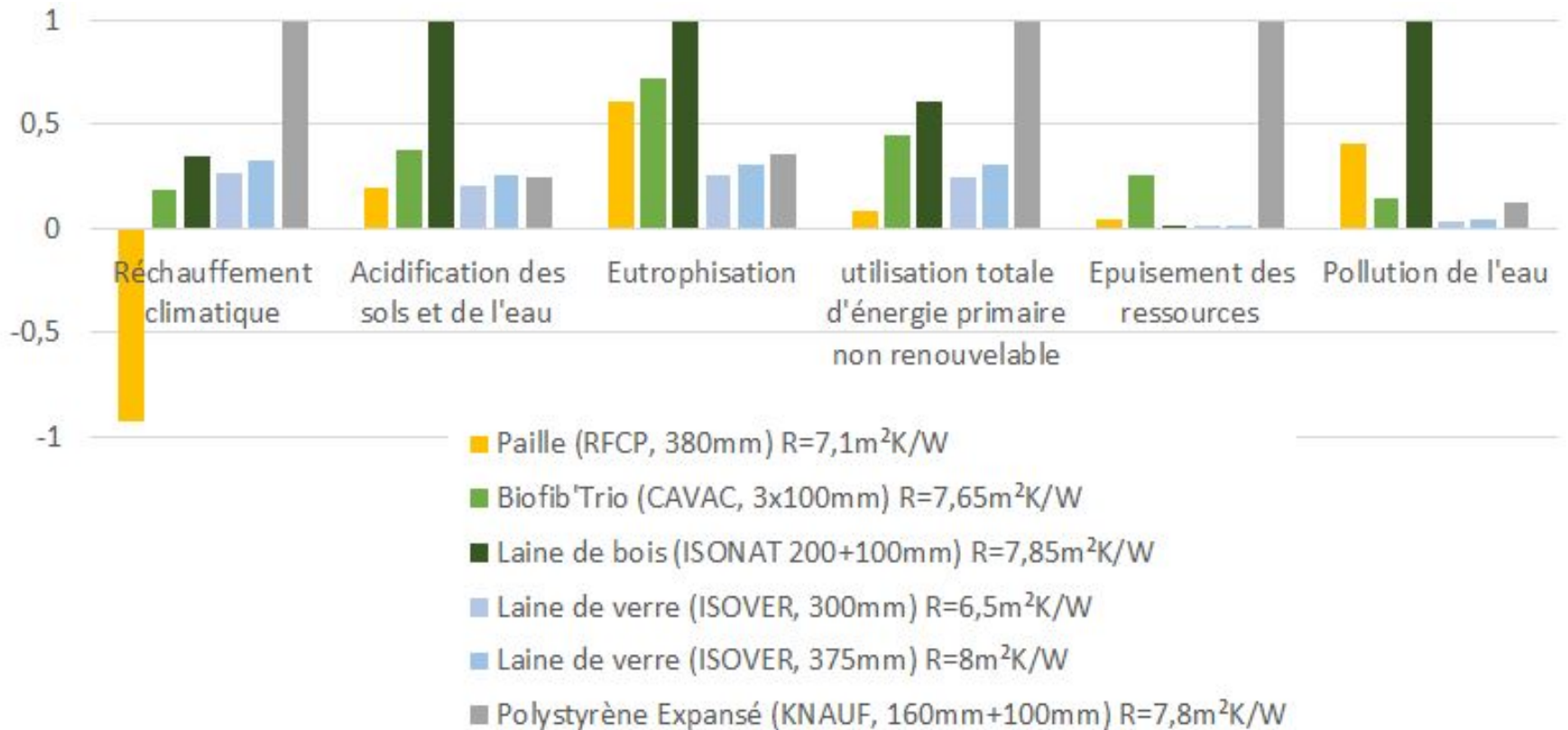
*1 : Maître de conférence HdR à l'Université Bretagne Sud, IRDL*

*2 : Responsable R&D à Eco-Pertica  
& Association des Chanvriers en Circuits Courts  
& CF2B : Collectif des Filières Biosourcées du Bâtiment*

**Webinar GDR MBS, 16 juin 2020**

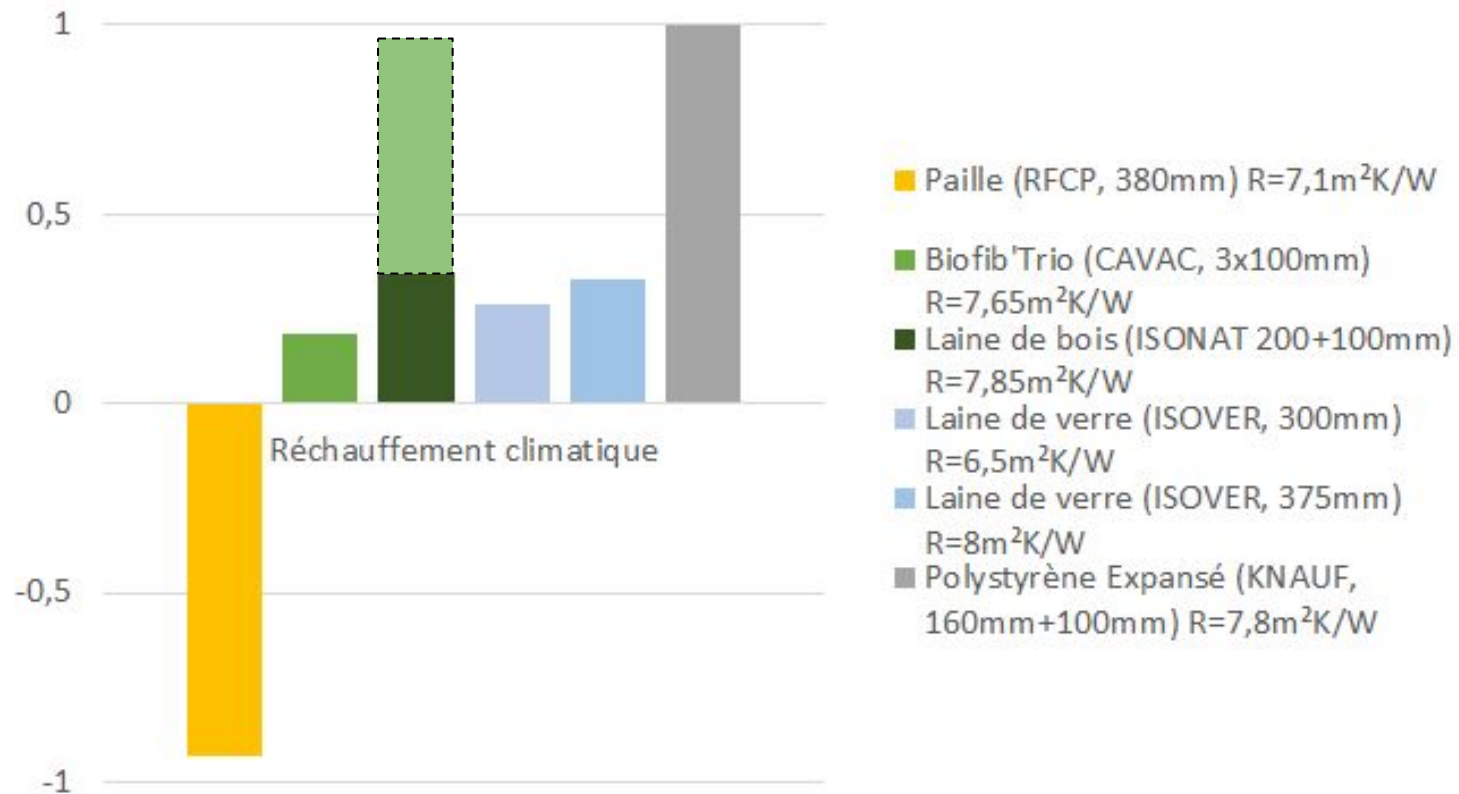


# ACV (FDES)



Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en mai 2020) <https://www.inies.fr/produits-de-construction/>

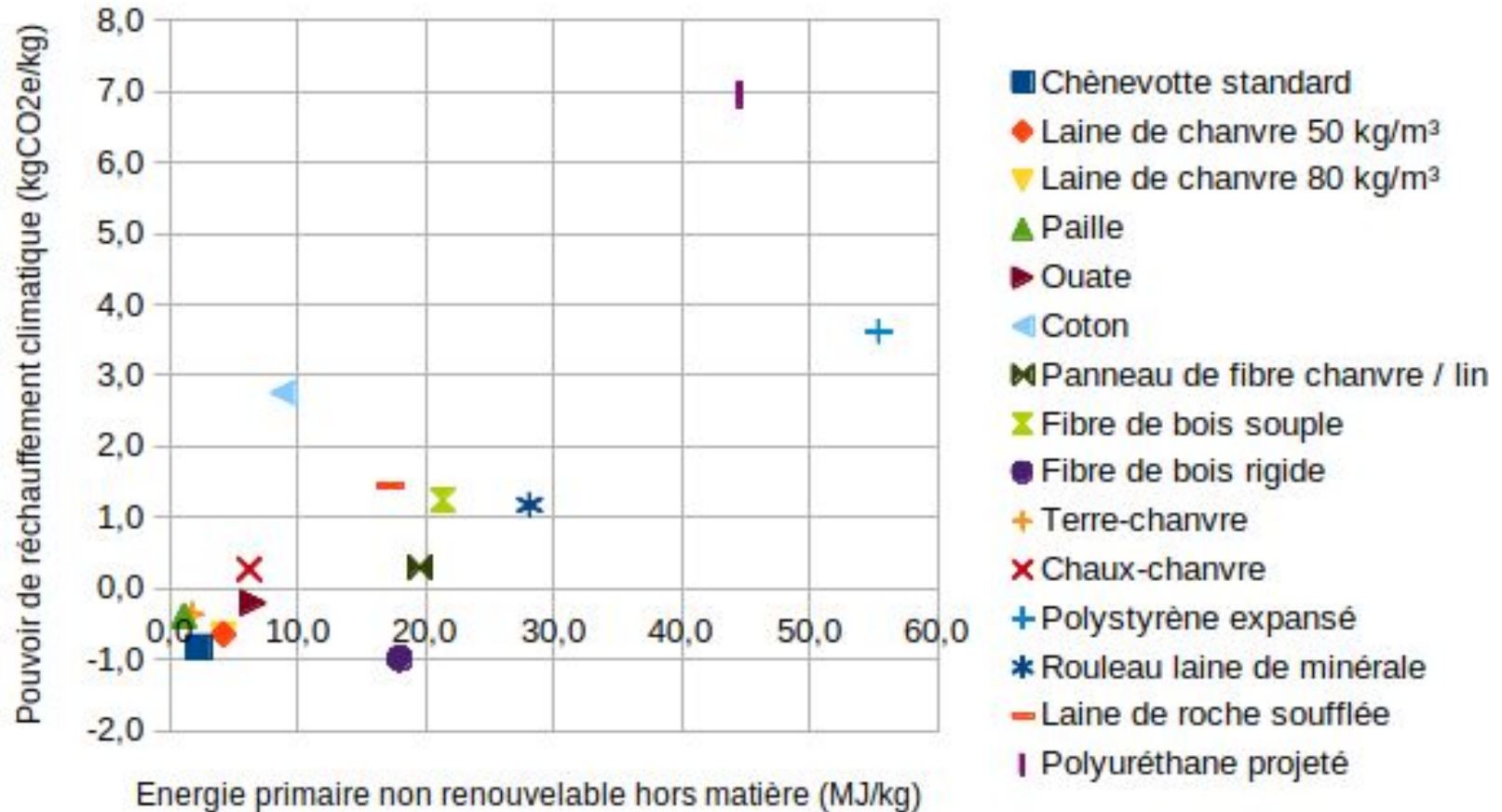
# ACV (FDES)



Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en mai 2020) <https://www.inies.fr/produits-de-construction/>

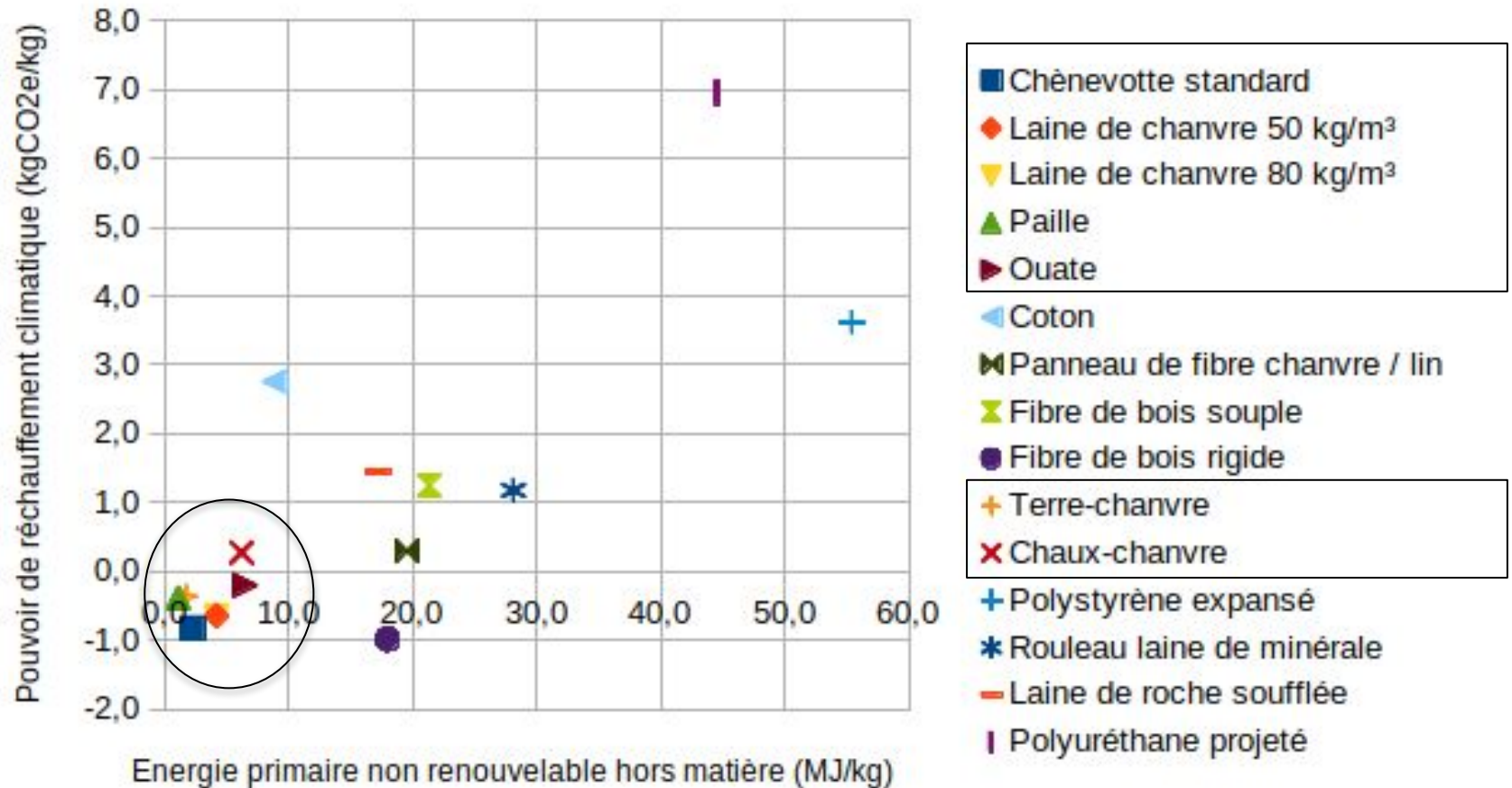
Sur 101 articles scientifiques sur les produits forestiers (1997-2013), 87% considèrent 0 ou -1/+1 pour le carbone biogénique

# ACV (FDES)



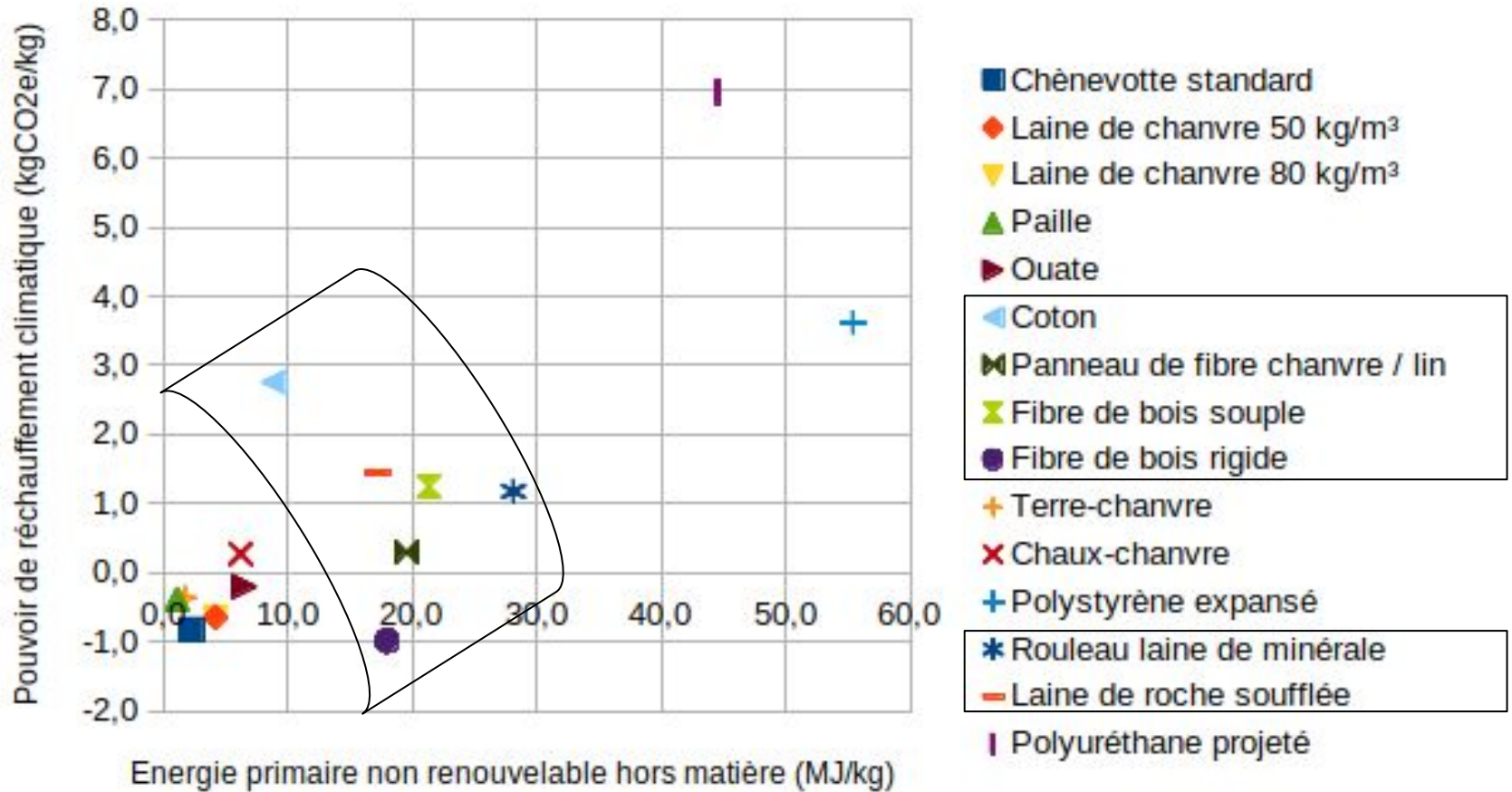
Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# ACV (FDES)



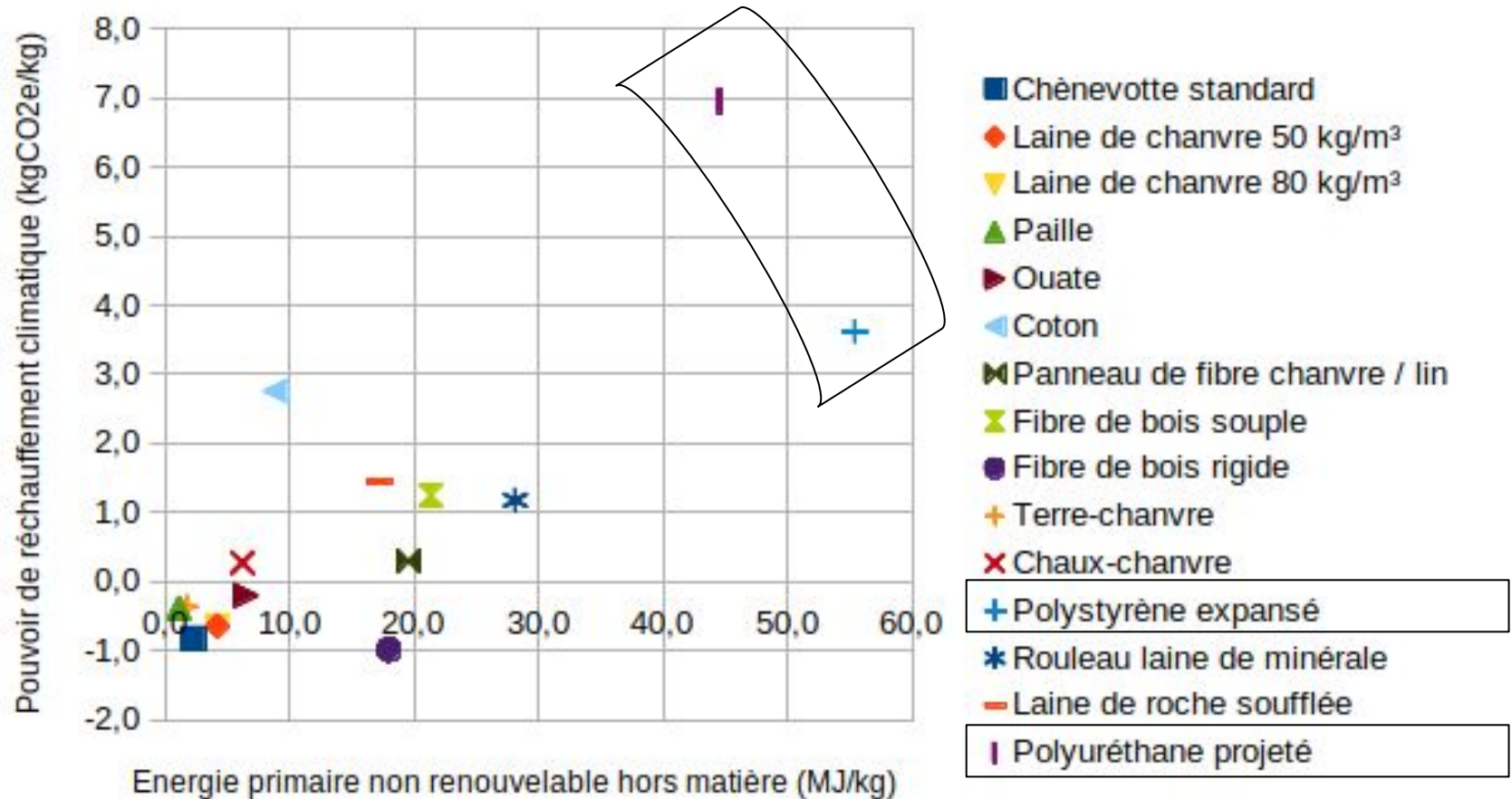
Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# ACV (FDES)



Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# ACV (FDES)



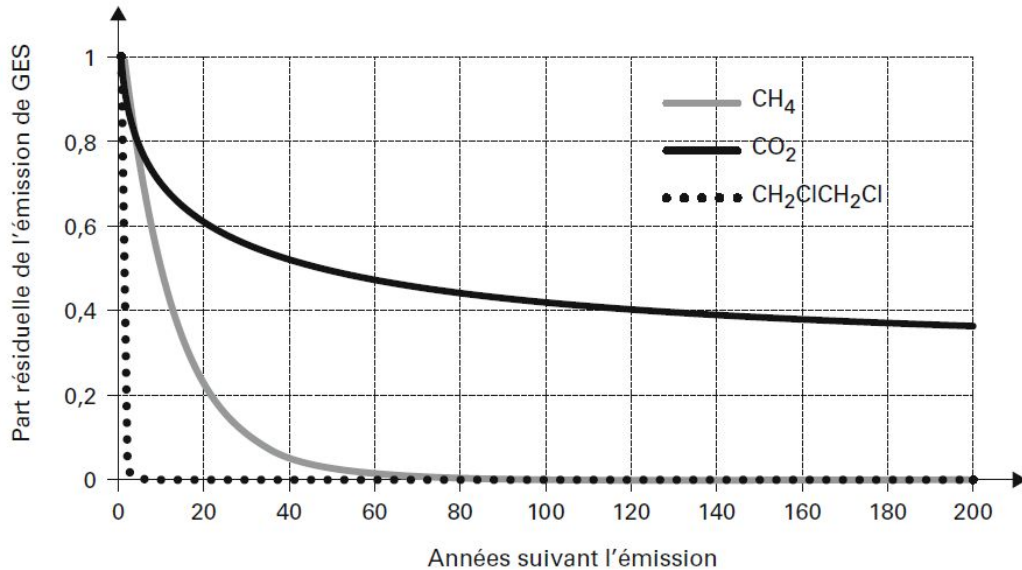
Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# Point d'étape

- o L'ACV n'est pas que le "bilan carbone"
- o La question de la prise en compte du CO2 biosourcé dans les systèmes constructifs est loin d'être tranchée et fait débat
- o Les matériaux les moins transformés sont les moins impactant par unité de masse



# Le CO<sub>2</sub> équivalent

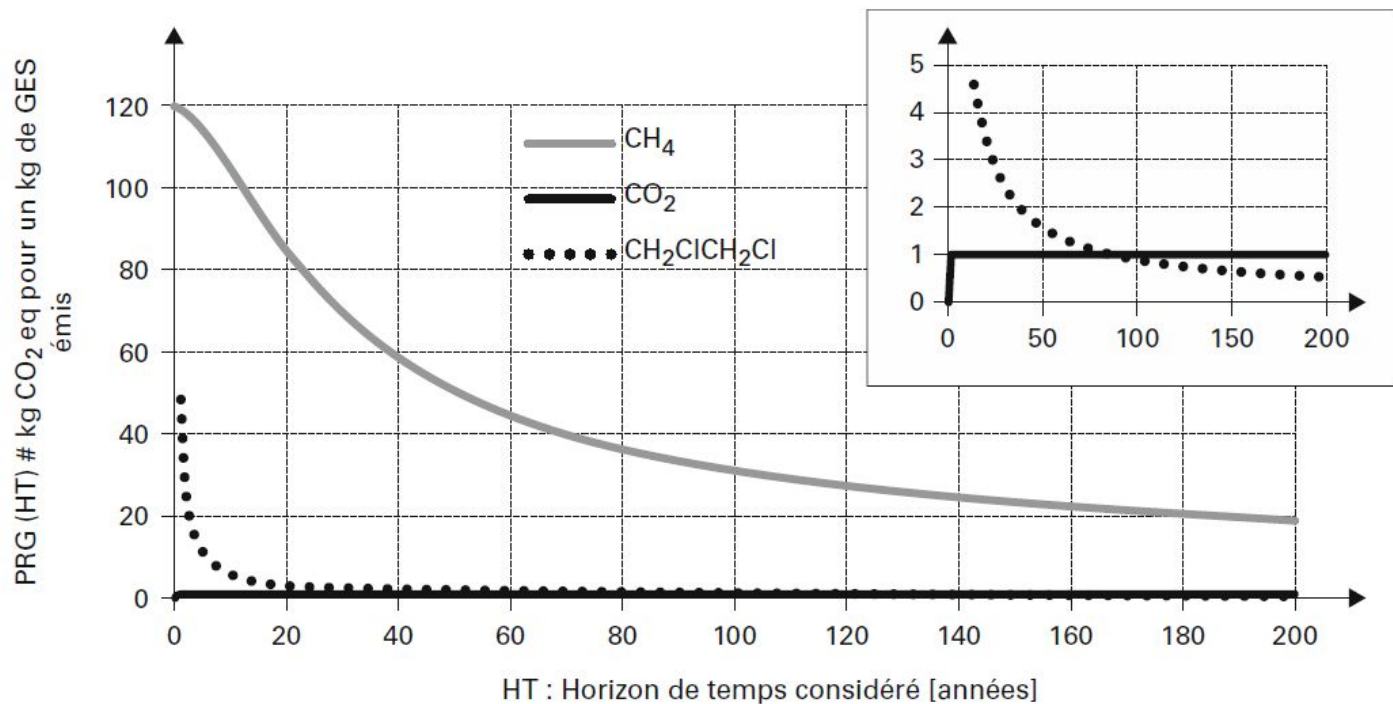


+ Efficacité radiative propre à chaque GES

=> Comparaison/ effet radiatif cumulé d'une impulsion d'un kg de CO<sub>2</sub> à un horizon de temps donné

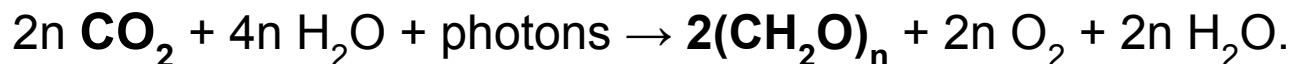
# Le CO<sub>2</sub> équivalent

$$PRG_{GES}^{HT} = \frac{PRG_{ABSOLU_{GES}}^{HT}}{PRG_{ABSOLU_{CO_2}}^{HT}} = \frac{a_{GES} \int_0^{HT} C_{GES}(t) dt}{a_{CO_2} \int_0^{HT} C_{CO_2}(t) dt}$$



# Le carbone biogénique

Photosynthèse oxygénique :

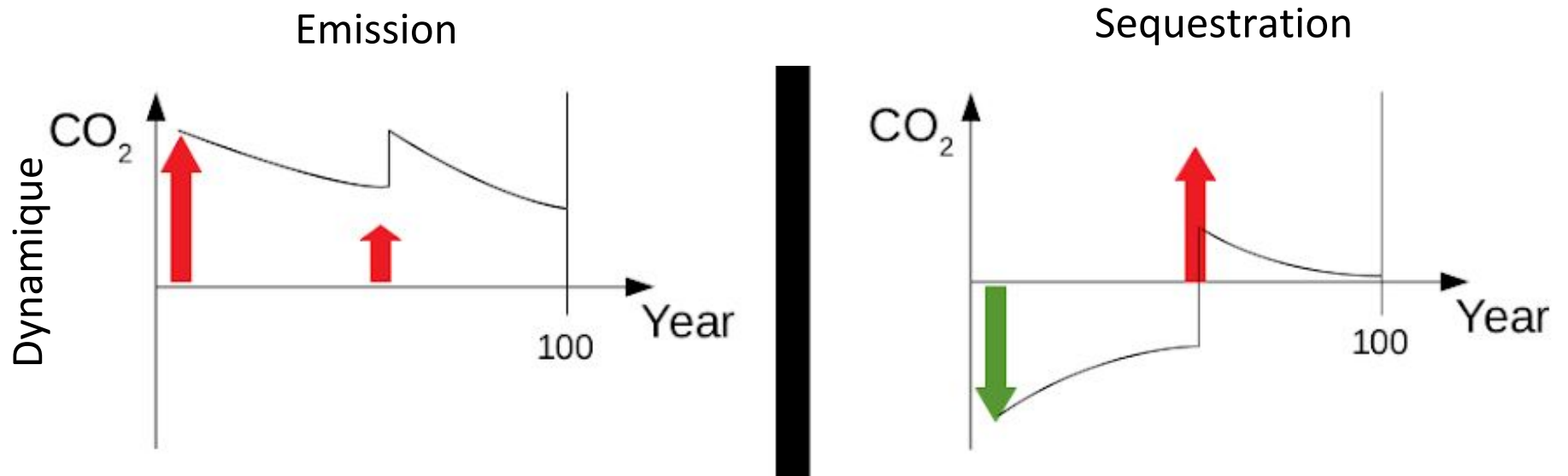


=> Cellulose, hémicellulose, lignine, extractibles

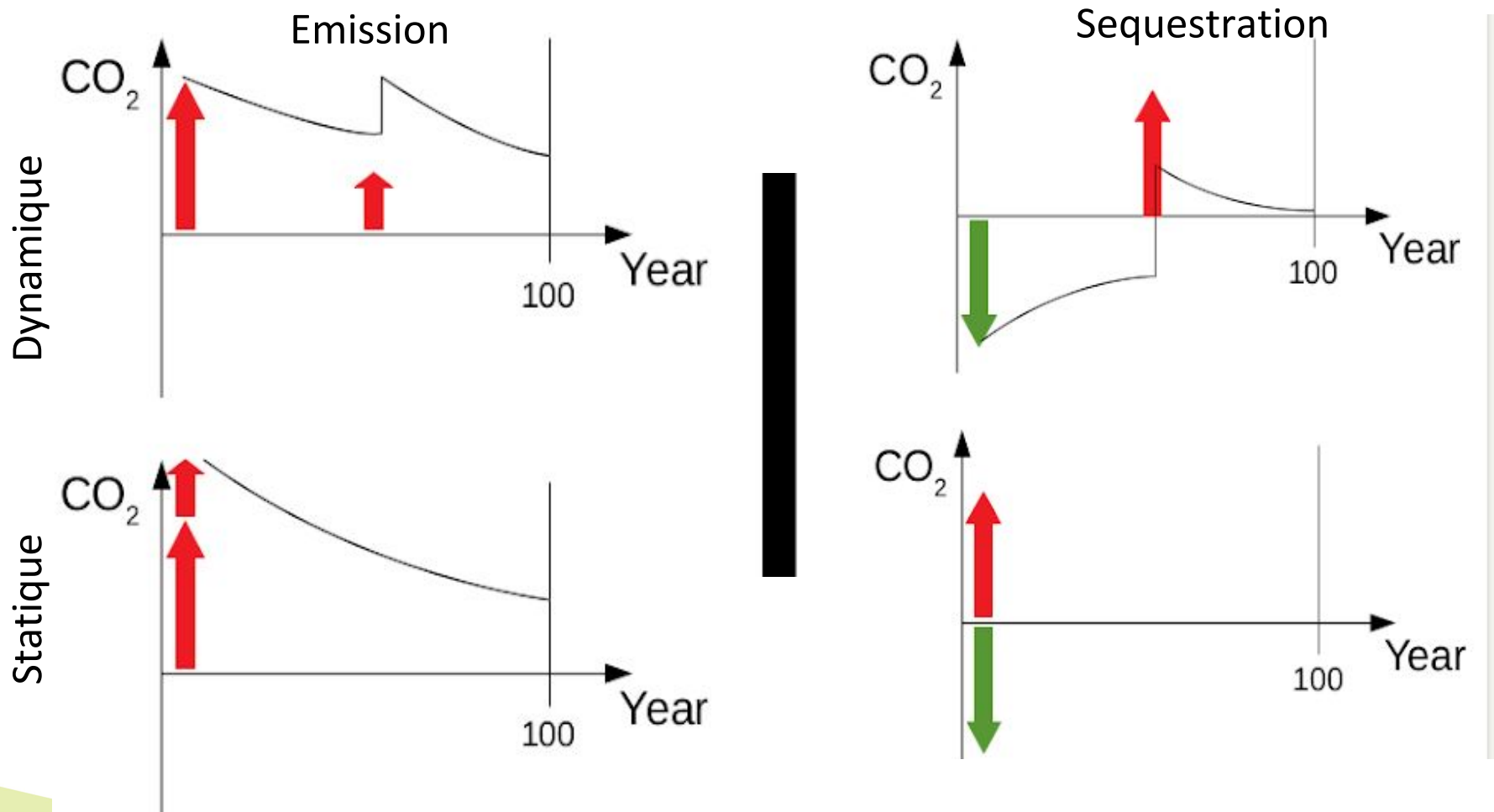
matériau	% massique de carbone	kg CO <sub>2</sub> prélevé dans l'atmosphère/ kg de bois (12% d'humidité)
Paille de blé	44%	1,44
Fibres de chanvre et de lin		
Chènevotte de chanvre	47%	1,54
Bois Feuillu	48%	1,57
Bois résineux	50%	1,63

Le carbone biogénique est le carbone issu de ressources permettant un équilibre entre le carbone stocké et émis.

# Analyse de cycle de vie statique vs dynamique

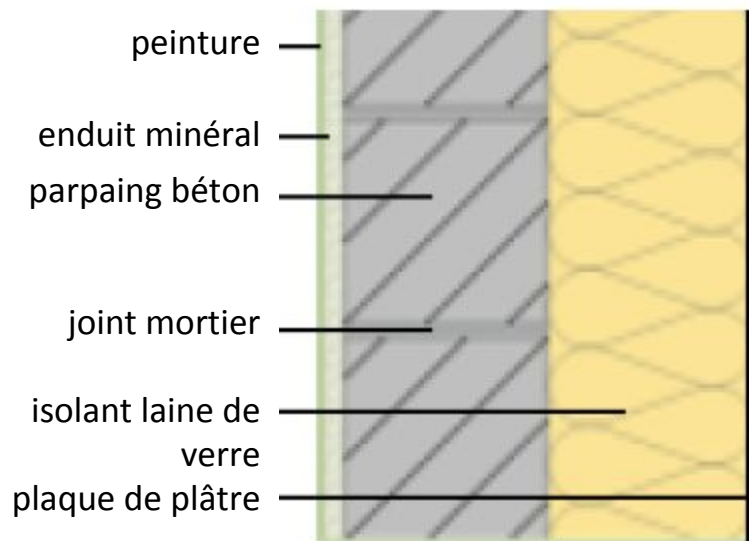


# Analyse de cycle de vie statique vs dynamique

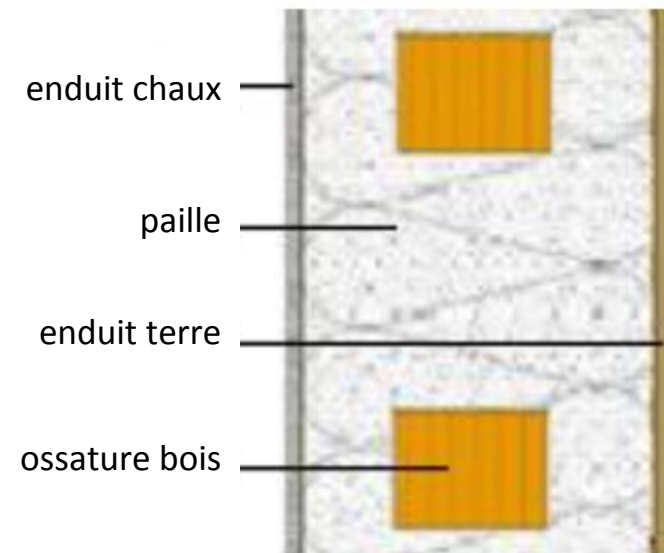


# Analyse de cycle de vie dynamique

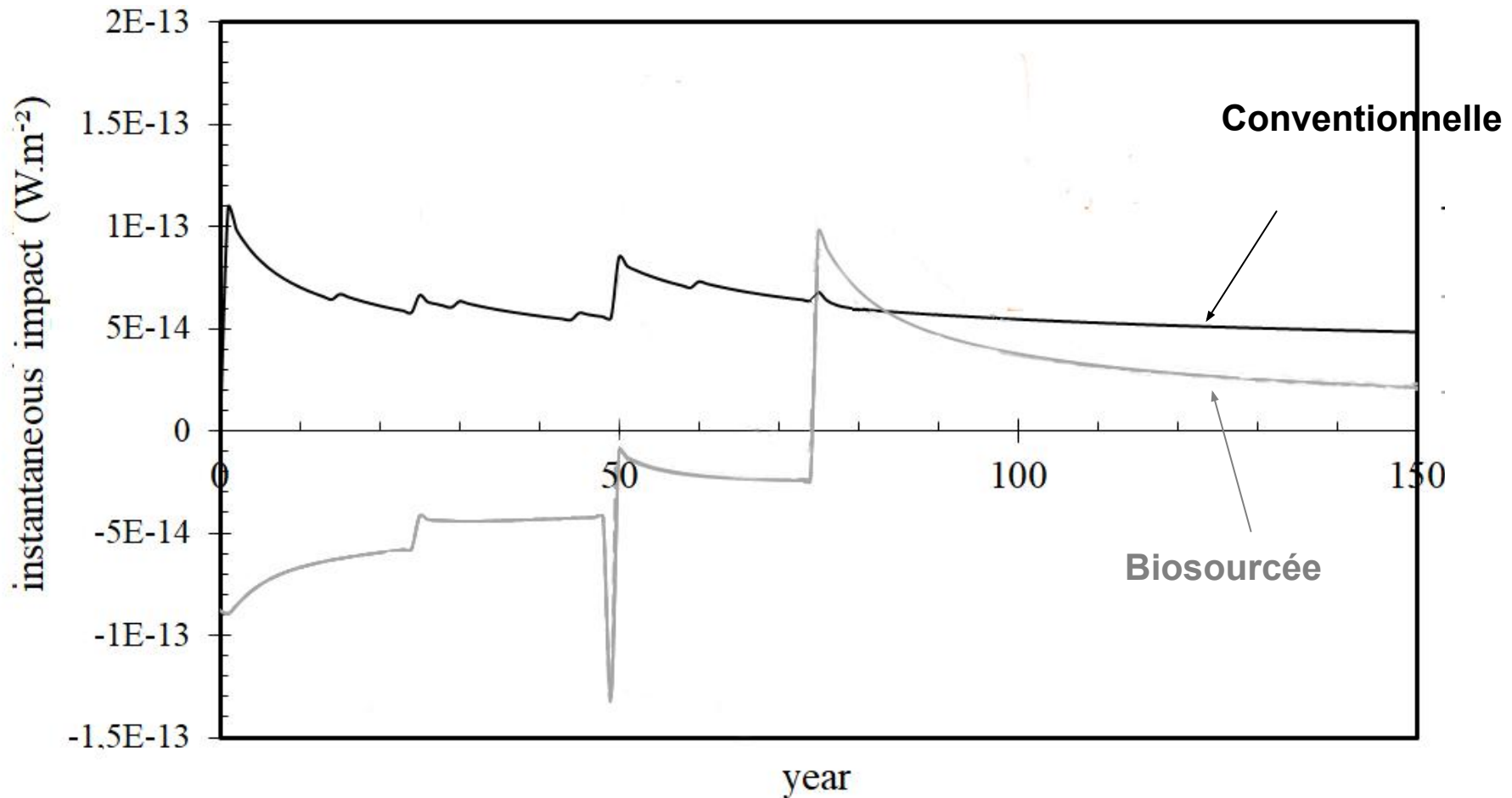
## Solution conventionnelle



## Solution biosourcée

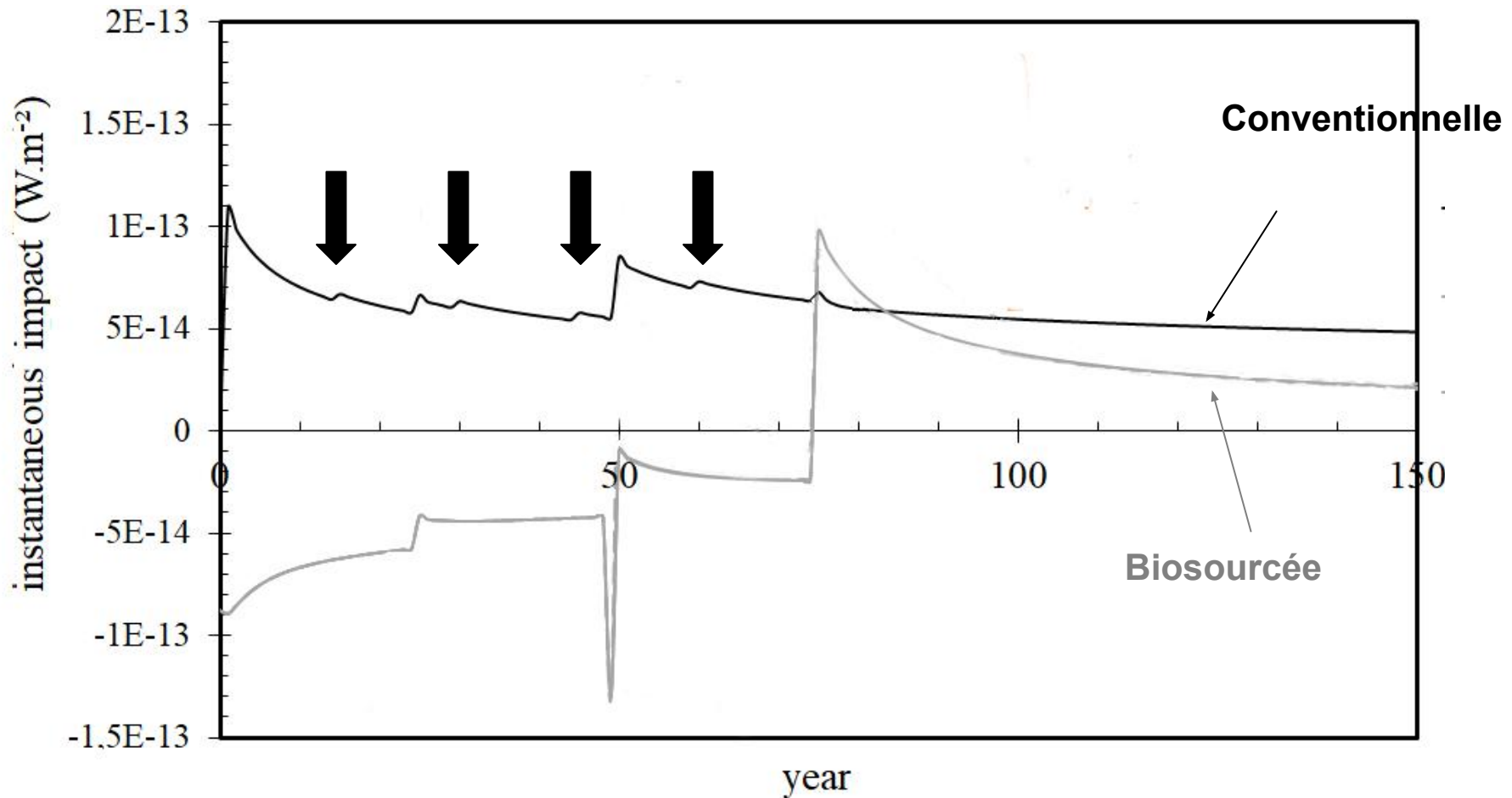


# Analyse de cycle de vie dynamique



- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

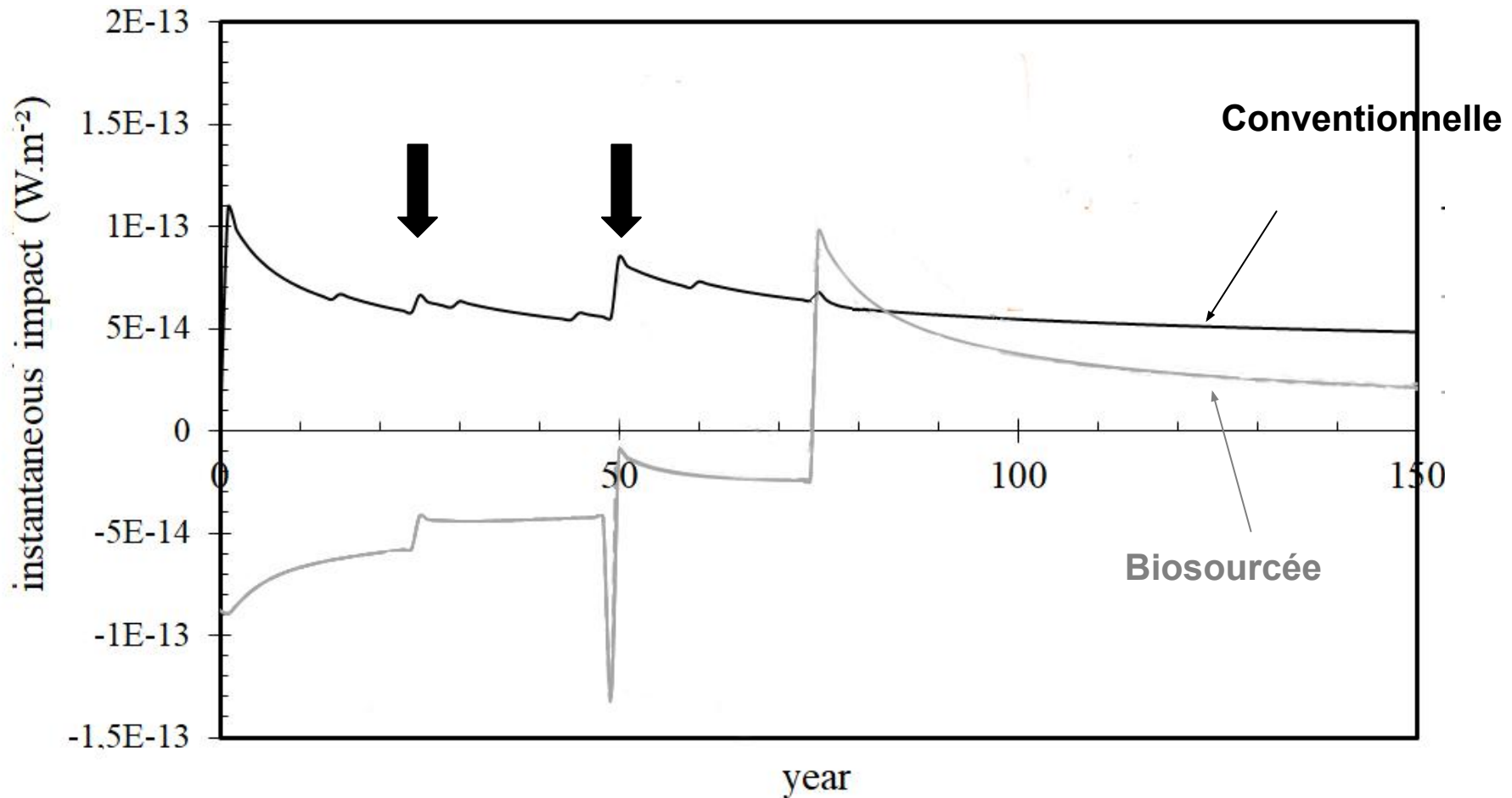
# Analyse de cycle de vie dynamique



- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

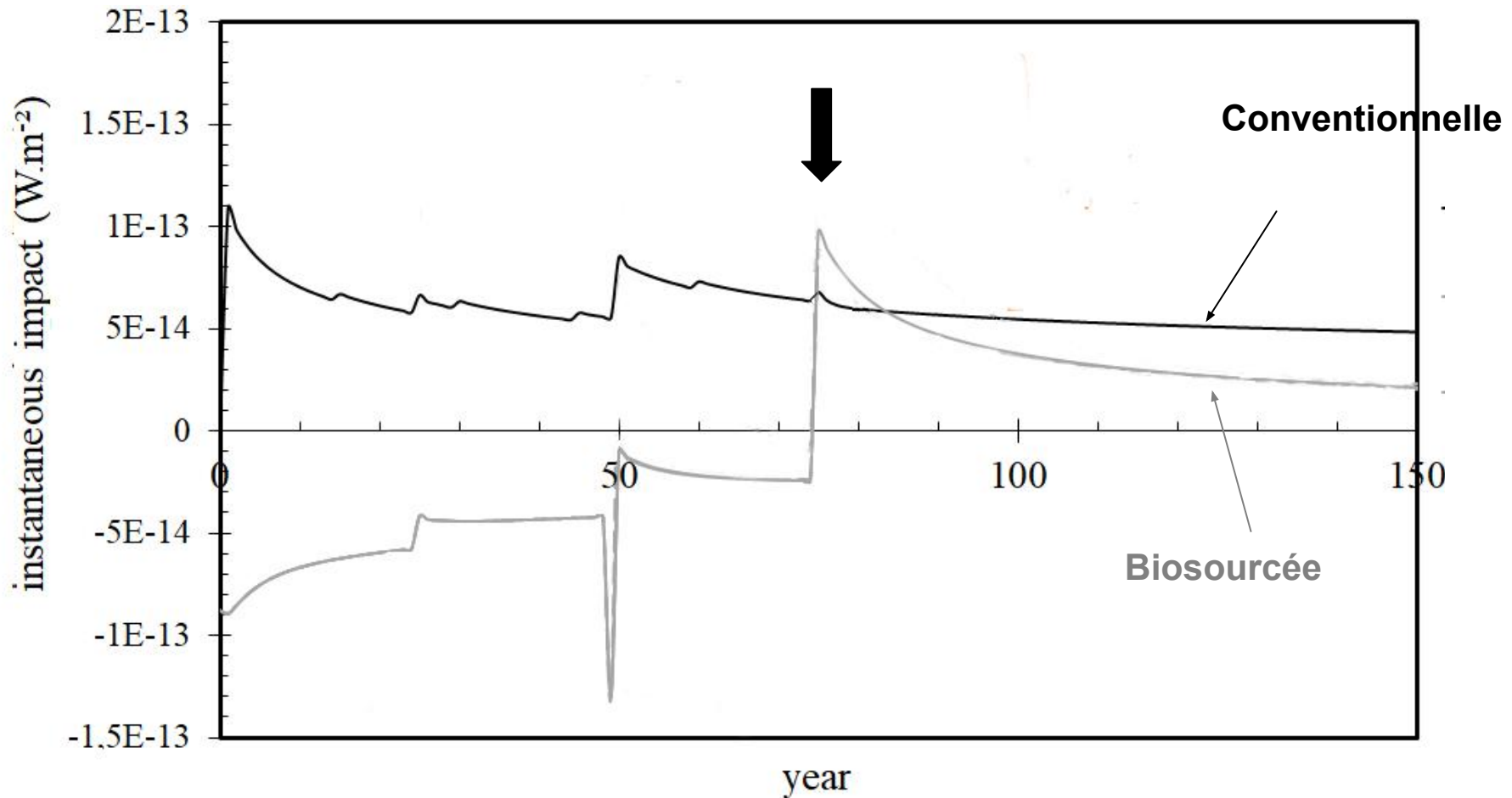


# Analyse de cycle de vie dynamique



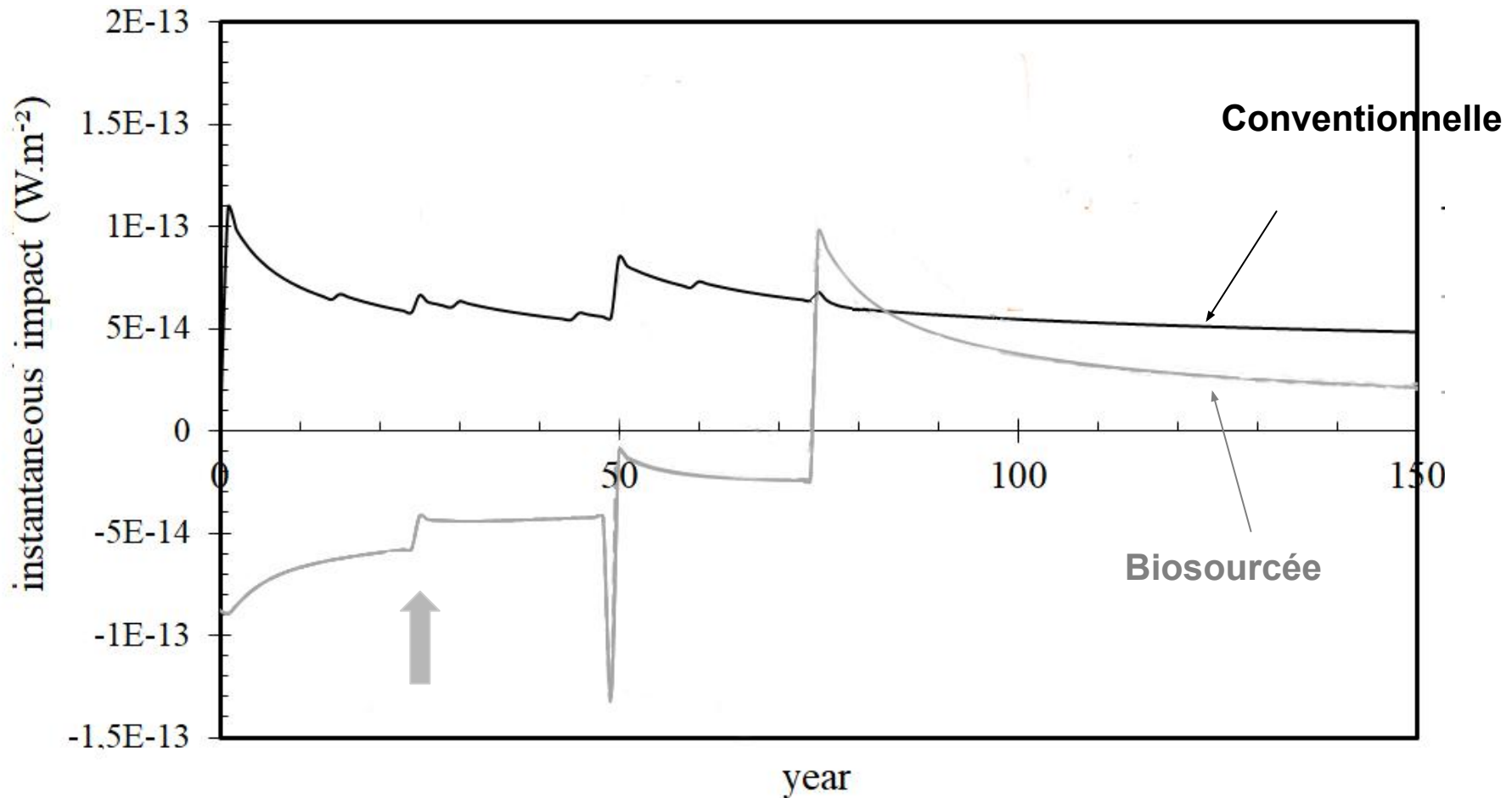
- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# Analyse de cycle de vie dynamique



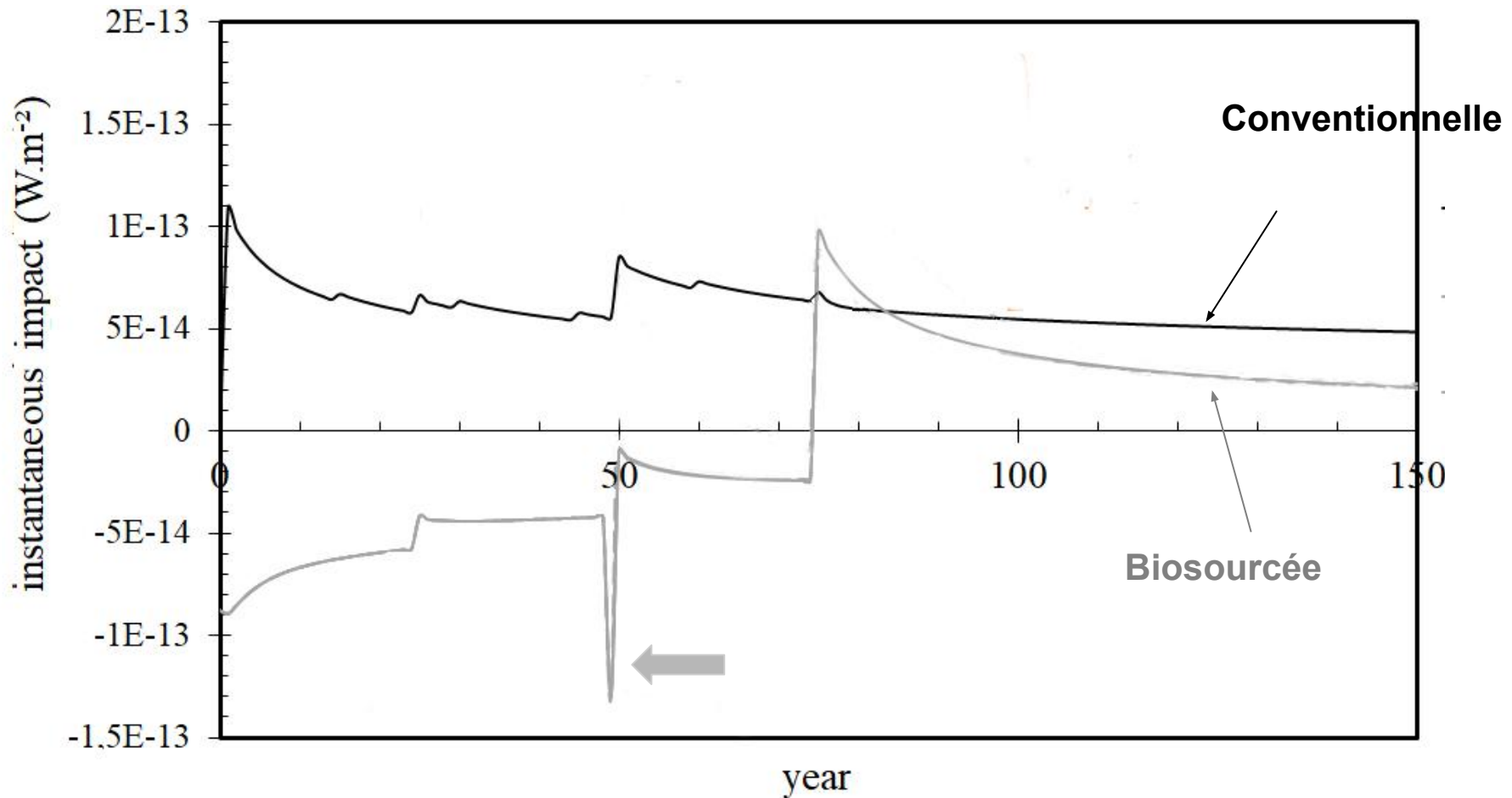
- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# Analyse de cycle de vie dynamique



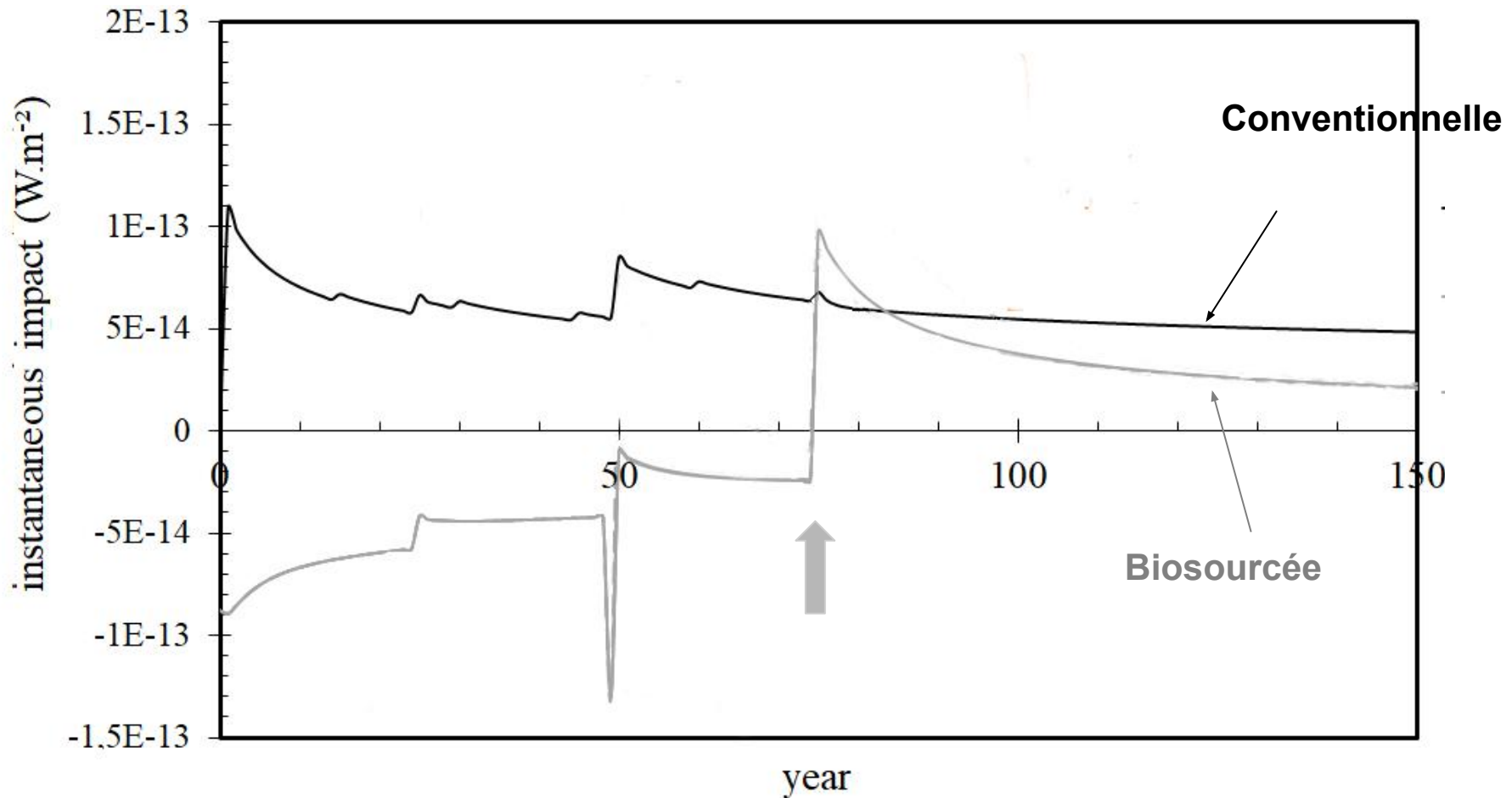
- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# Analyse de cycle de vie dynamique



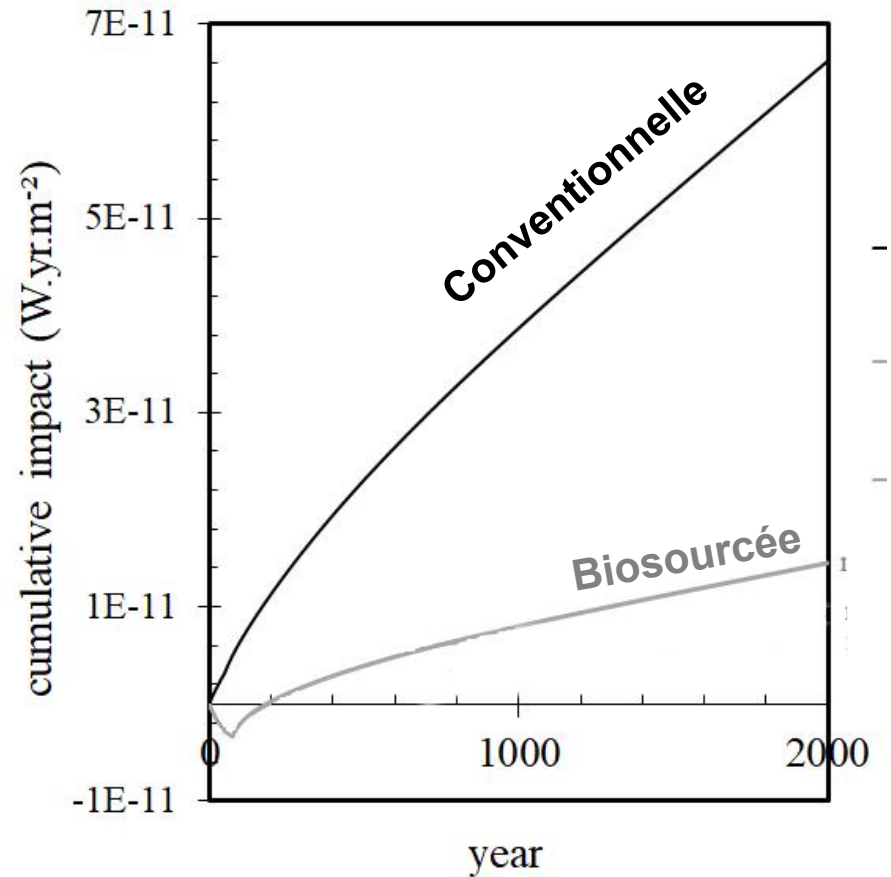
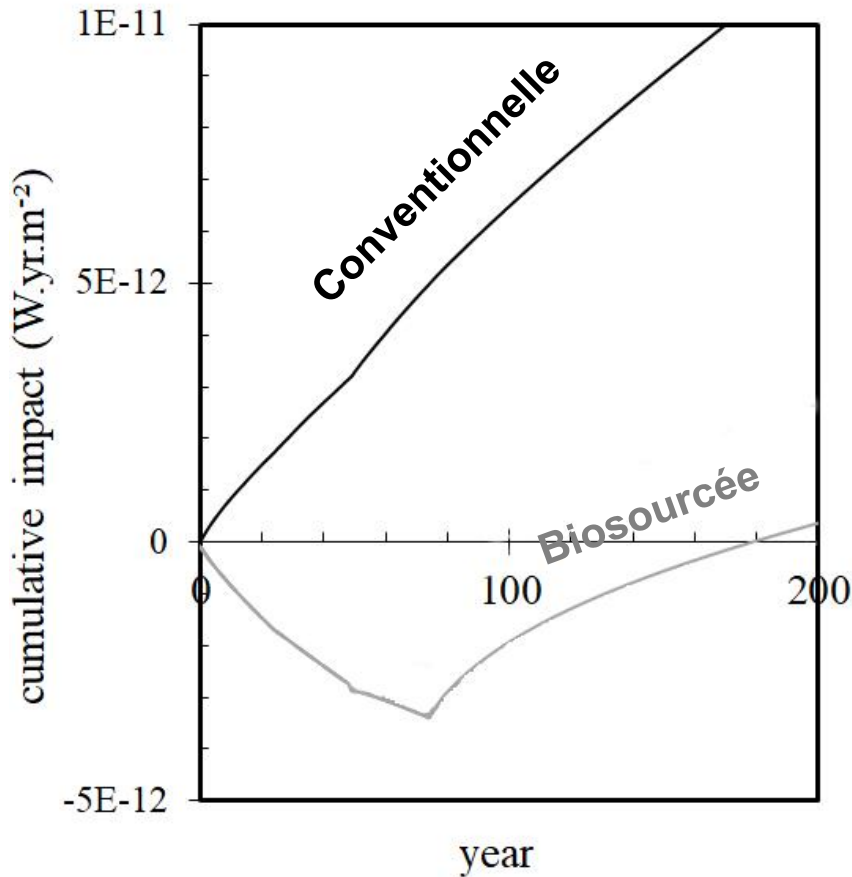
- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# Analyse de cycle de vie dynamique



- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# Analyse de cycle de vie dynamique



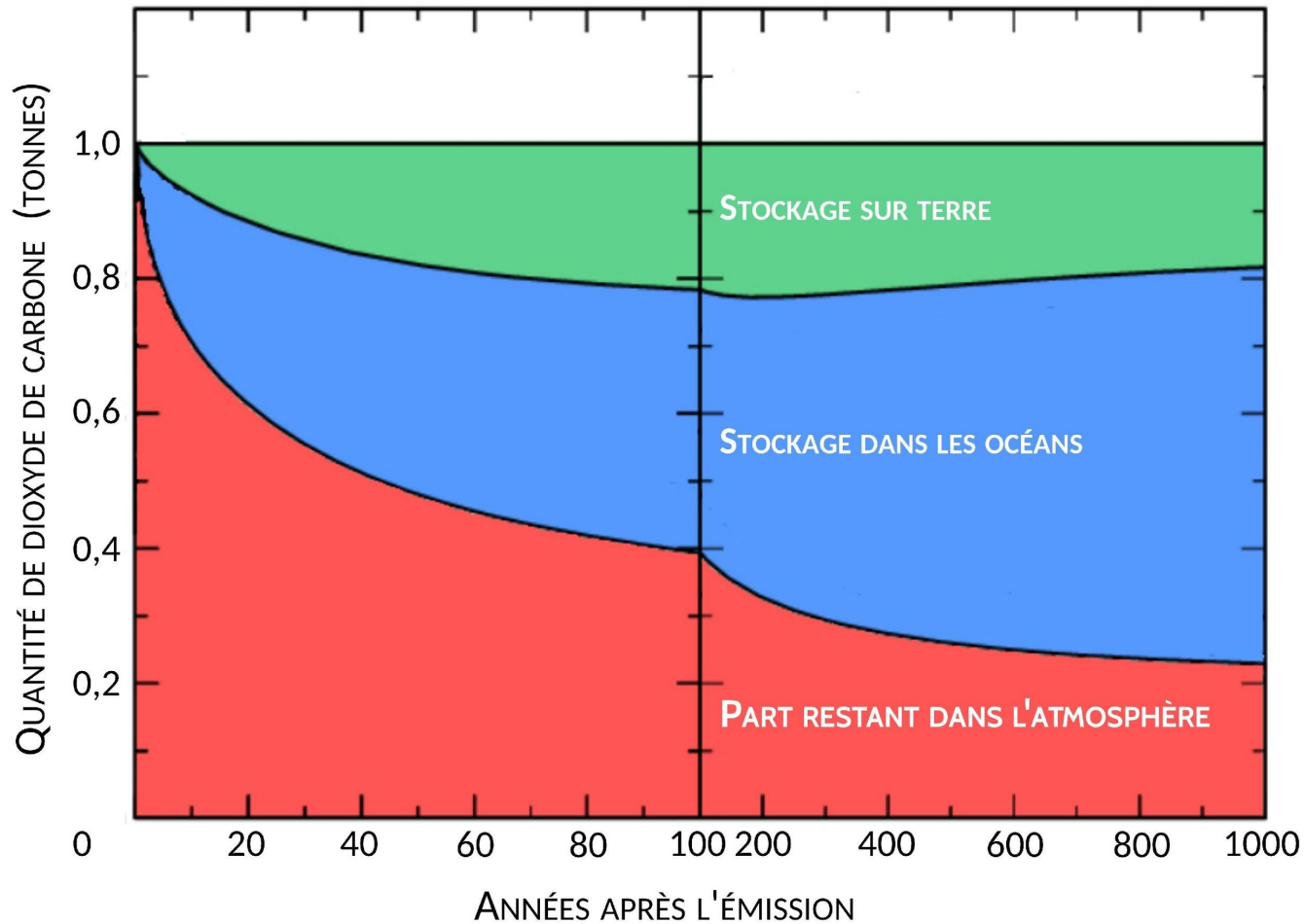
- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# ACV statique vs ACV dynamique

		<b>Conventionnelle</b> kgCO <sub>2</sub> e/FU	<b>Biosourcée</b> kgCO <sub>2</sub> e/FU
« statique » PRG100		80	26
« dynamique »	PRG 20	60	-56
	PRG 100	71	-22
	PRG 1000	71	11



# Temps de résidence du carbone dans l'atmosphère



- Graphique modifié des travaux de K. Strassman, The Bern Simple Climate Model (BernSCM) v1.0: an extensible and fully documented open-source re-implementation of the Bern reduced-form model for global carbon cycle-climate simulations, Geosci. Model Dev., 11, 1887–1908 (2018)



# Les questions posées par l'ACV dynamique

Dynamique de stockage de carbone



Temps de stockage



Dynamique de réémission



# Dynamique de stockage de carbone

## Notion d'équilibre



Stockage permanent de carbone	41,5 tC/ ha	190 tC/ ha
Rendement annuel de paille ou de bois	4 à 6 t/ha/an	3 t/ha/an
Surface utilisée en France	9,3 millions d'hectares	17 millions d'hectares

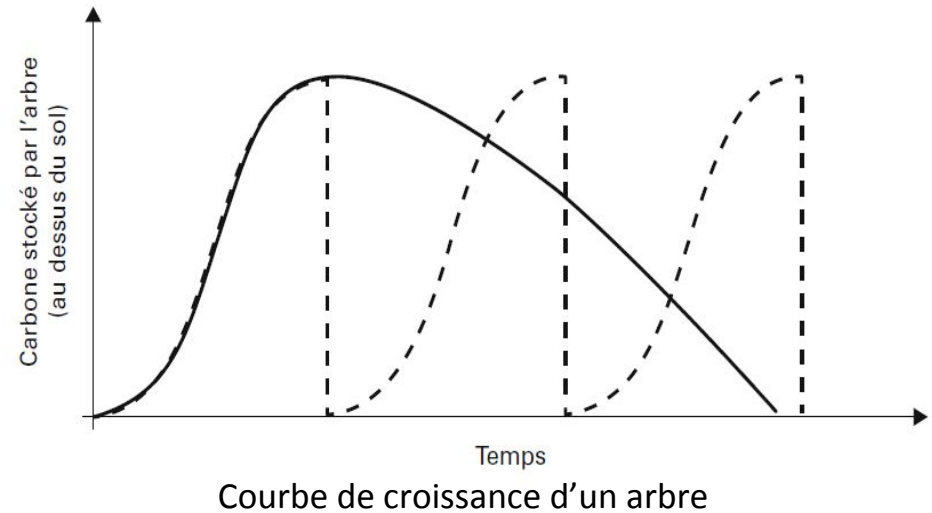
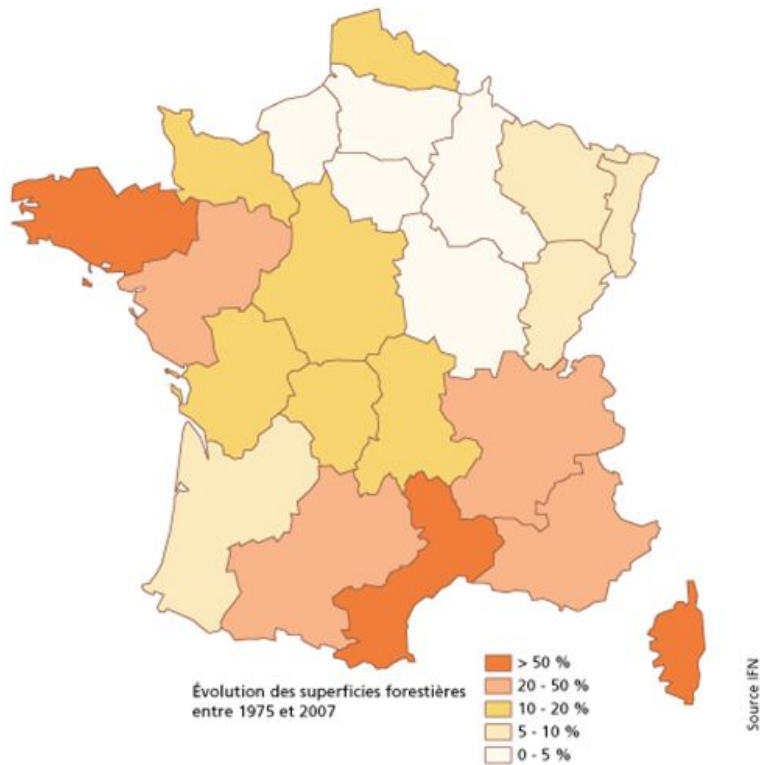
Pétrole : Equilibre atteint ? (>10 millions d'années)

[[www.ifn.fr](http://www.ifn.fr) , Agreste 2018, Arrouays et al.-rapport INRA 2002, [www.terresinovia.fr](http://www.terresinovia.fr), [stats.agriculture.gouv.fr](http://stats.agriculture.gouv.fr) œ Pittau et al. 2019, building & Env. 2018]

# Dynamique de stockage de carbone

## Notion d'équilibre

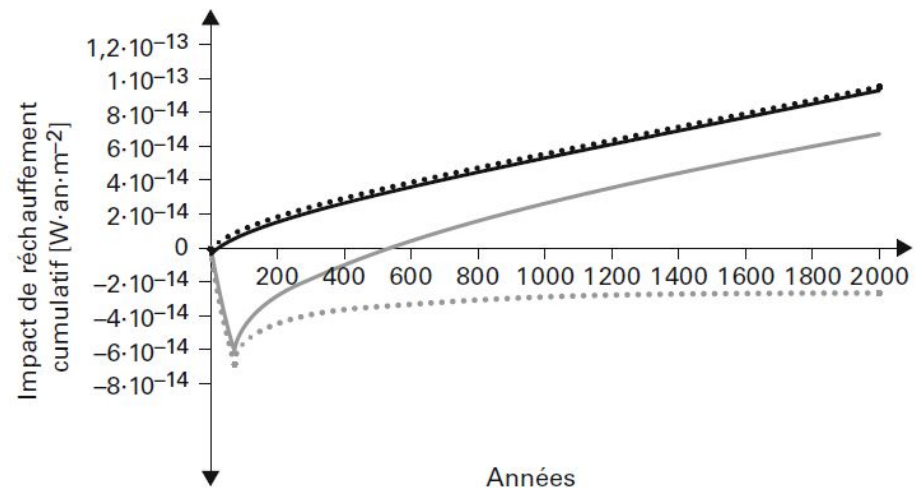
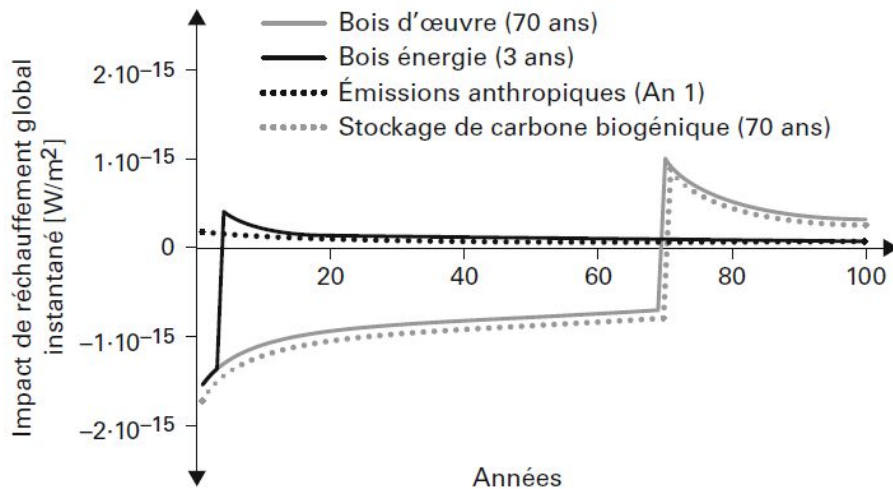
+ 30% de forêts en France entre 1980 et 2010



- => Bois d'arbre pour les ossatures plutôt que le chauffage
- => Importance de la diversification
- => Réemploi à privilégier

[Cherubini et al., GCB bioenergy 2011 ; Rossi et al., Forest ecol. & Manag. 2009, Head et al. Build. Env. 2020]

# Temps de stockage



Les courbes pointillées représentent l'impact lié au stockage de carbone biogénique (pointillés gris) et l'impact lié aux opérations forestières, de transport et de sciage (pointillés noirs)

Temps pour que l'impact cumulé soit positif	kg CO2 anthropique/ kg CO2 biogénique: 5%	kg CO2 anthropique/ kg CO2 biogénique: 15%
25 ans	400 ans	130 ans
120 ans	2000 ans	600 ans

# Temps de stockage

Vie en service : 50 ans? 70 ans ? 100 ans?

- Notion de couches de durabilité
  - Application des nouvelles réglementations = accélération du renouvellement du parc?
  - Moyenne sur les 20 dernières années:
    - croissance du parc: 1%
    - taux moyen de renouvellement du parc: 0,7%
- => renouvellement complet du parc en 94 ans



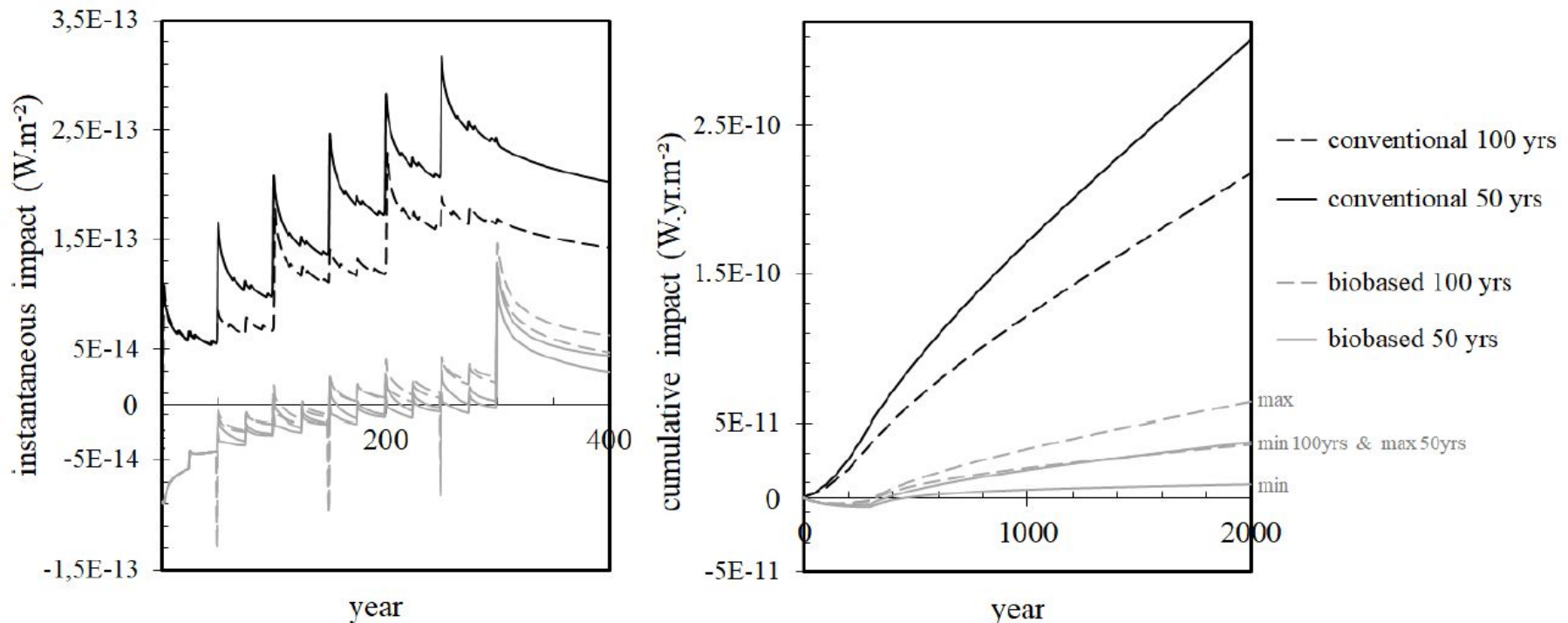
[INSEE focus n° 73 (2016) ; Datalab Essentiel (2018) ; Etudes& Document 29 (2010) <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr> ; <https://www.rfcp.fr/>]

# Temps de stockage

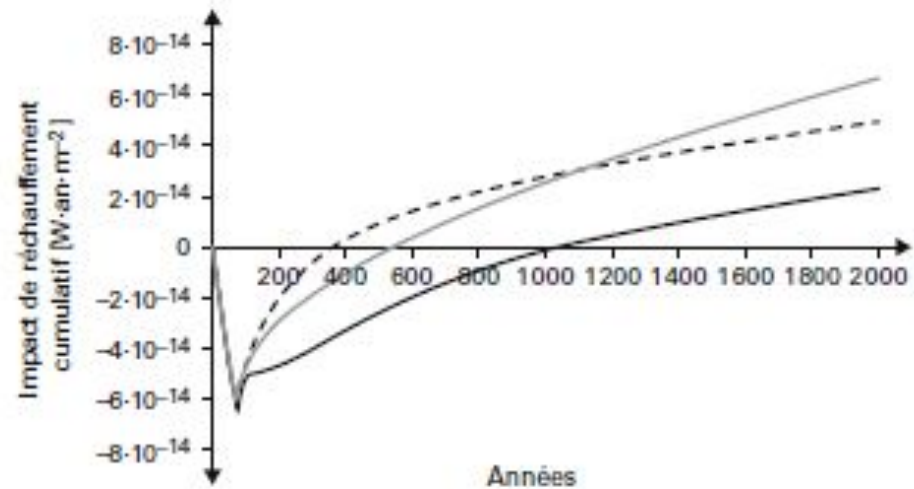
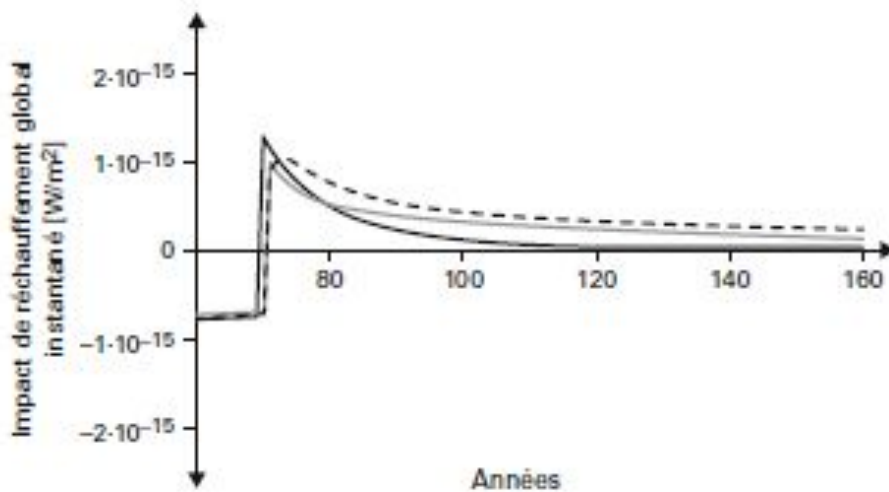
## Le stockage temporaire de carbone est-il un risque pour les générations futures?

Vers un autre type d'unité fonctionnelle?

Ex: maintenir un logement en un lieu durant 300 ans



# Réémissions: Stockage ou déstockage en fin de vie?



Trait plein noir : compostage industriel puis humus ; pointillés noirs : amendement direct sur le champ ; trait plein gris : incinération

## Déchets bois du bâtiment (2018):

- 34% incinérés pour valorisation énergétique (qui prend l'impact?)
- 43% recyclés (continuité du stockage)
- 23% enfouis (stockage permanent partiel)

[Guinard et al. rapport ADEME (2015); <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> ; Ximenes et al., Waste Management (2019); Ximenes et al., Waste Management (2015) ; Wang et al., Waste Management (2013), O'Dwyer et al. Waste Management(2018)]

# Conclusions

o L'ACV statique ne traduit pas le forçage radiatif réel.



# « RE 2020 » : l'ACV statique induit un biais défavorable pour les matériaux biosourcés

## FILIÈRES ISOLANTS BIOSOURCÉS

Collectif des Filières Biosourcées pour le bâtiment



Association des Industriels de la Construction Biosourcée



Courrier disponible ici : <https://cf2b.org/nos-ambitions/>

## FILIÈRES BOIS

France Bois Régions  
Fédère 12 interprofessions de la filière forêt



Union des Industriels et Constructeurs Bois



## FILIÈRE TERRE CRUE

Des acteurs de la filière de construction en terre crue



## EXPERTS DU BÂTIMENT

Thibaut Lecompte

Maître de conférence à  
l'Université Bretagne Sud

Guillaume Habert

Maître de conférence à  
l'Université de Zurich

Samuel Courgey

arcane

Association LESA



# Conclusions

- o L'ACV statique ne traduit pas le forçage radiatif réel.
- o Le pouvoir de réchauffement climatique dépend de l'horizon temporel.

# Conclusions

- o L'ACV statique ne traduit pas le forçage radiatif réel.
- o Le pouvoir de réchauffement climatique dépend de l'horizon temporel.
- o Attention à l'analyse de l'effet du temps avec des unités relatives.

# Conclusions

- o L'ACV statique ne traduit pas le forçage radiatif réel.
- o Le pouvoir de réchauffement climatique dépend de l'horizon temporel.
- o Attention à l'analyse de l'effet du temps avec des unités relatives.
- o La clé est le maintien d'une biodiversité variée.

# Conclusions

- o L'ACV statique ne traduit pas le forçage radiatif réel.
- o Le pouvoir de réchauffement climatique dépend de l'horizon temporel.
- o Attention à l'analyse de l'effet du temps avec des unités relatives.
- o La clé est le maintien d'une biodiversité variée.
- o La construction carbonée fait courir un risque pour les générations futures.

# Ne pas rater les vrais enjeux



kgCO<sub>2</sub>eq / m<sup>2</sup>

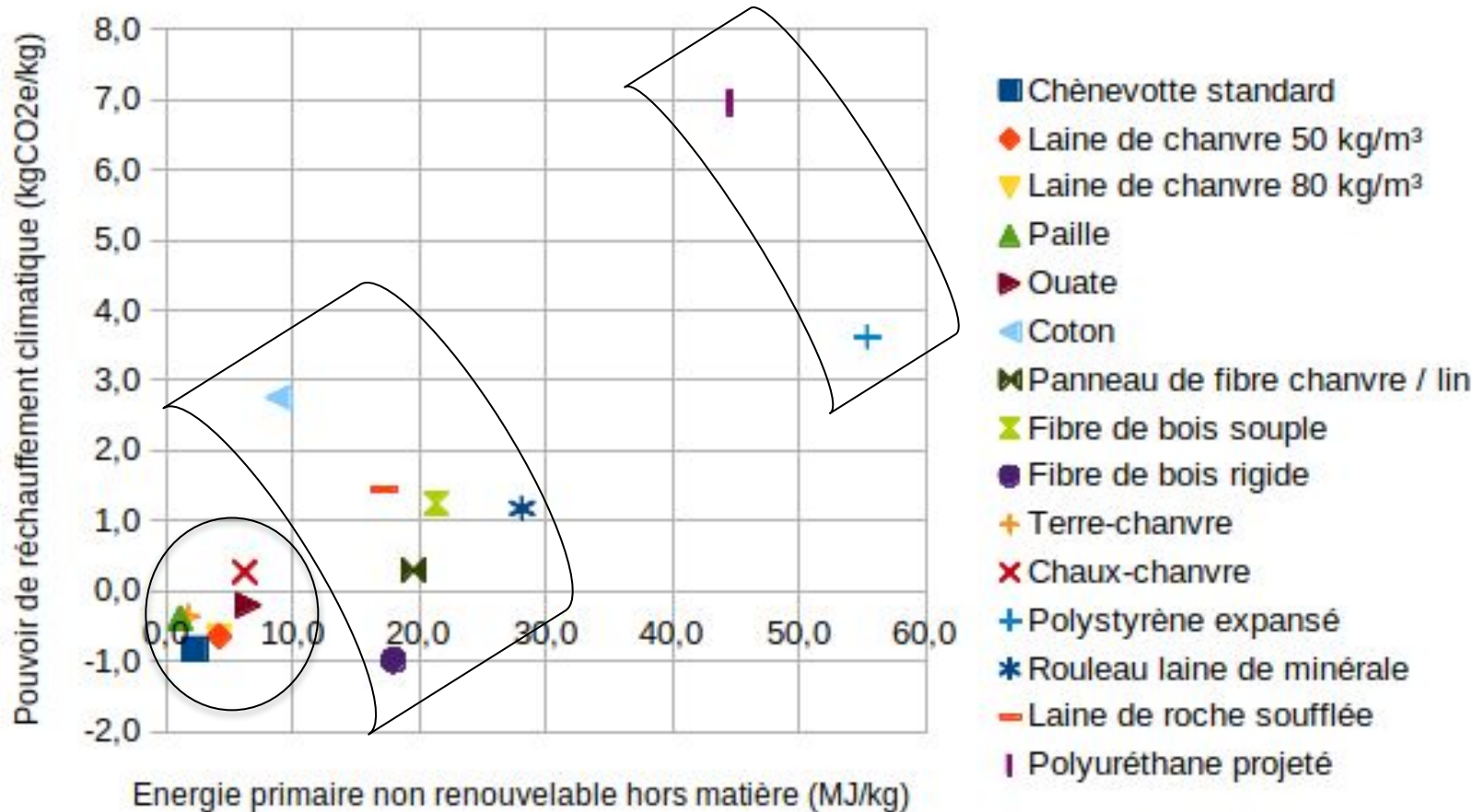
kgCO<sub>2</sub>eq / m<sup>2</sup>

Construction	<b>250</b>	<b>11%</b>	<b>380</b>	<b>30%</b>
Fin de vie	<b>90</b>	<b>4%</b>	<b>130</b>	<b>10%</b>
Usage	<b>25/an</b>	<b>85%</b>	<b>10 - 15/an</b>	<b>60%</b>

\*DVR 75 ans

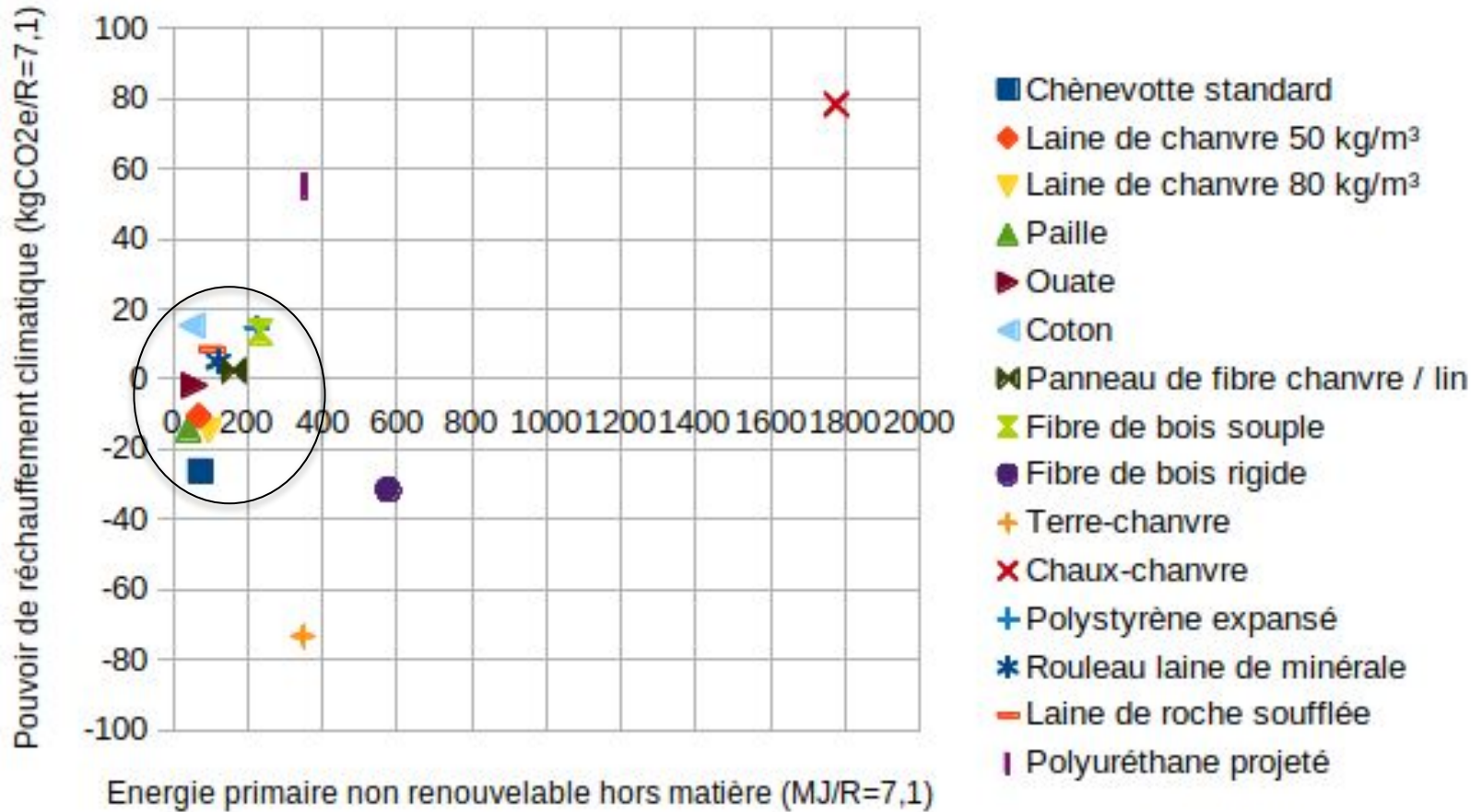
- Etude de l'Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (2018)
- Neutralité & bâtiments par Carbone 4 et l'ADEME (2019)
- M. Röck et al., Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation, Applied Energy 258 (2020)
- V. Zieger et al., Dynamic life cycle assessment: how temporary carbon storage in bio-based building materials can affect global warming, to be published.

# ACV (FDES)



Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

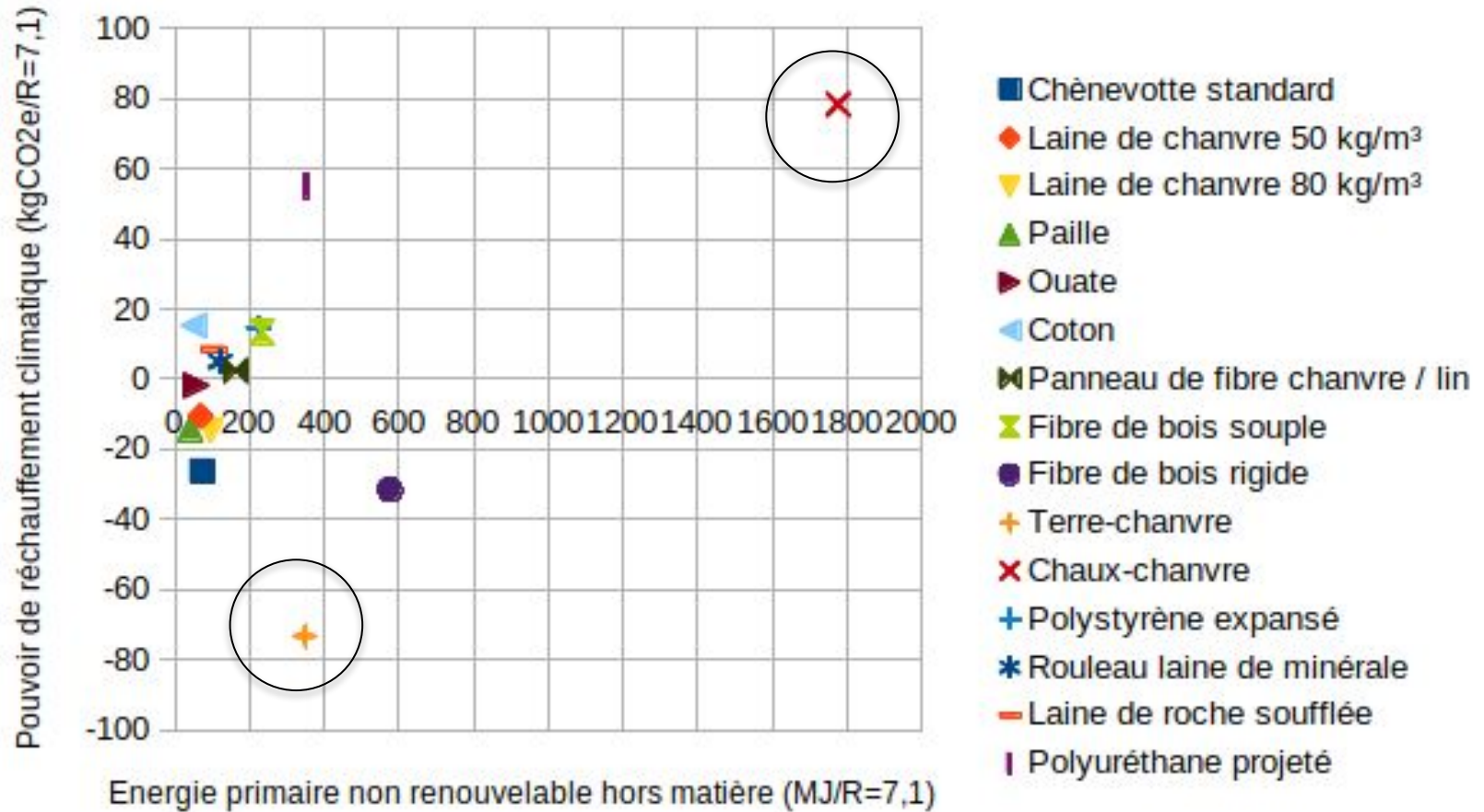
# ACV (FDES)



Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

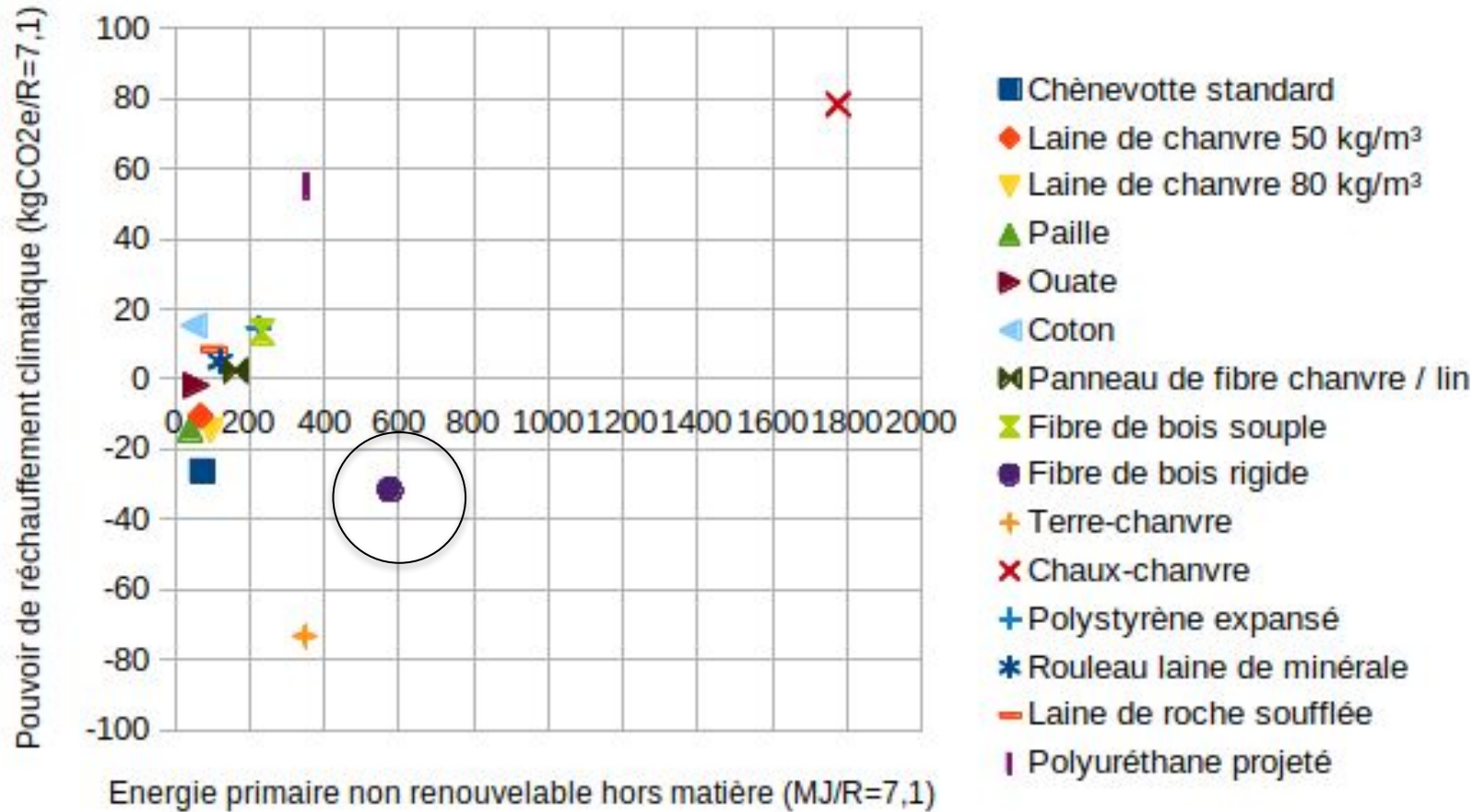


# ACV (FDES)



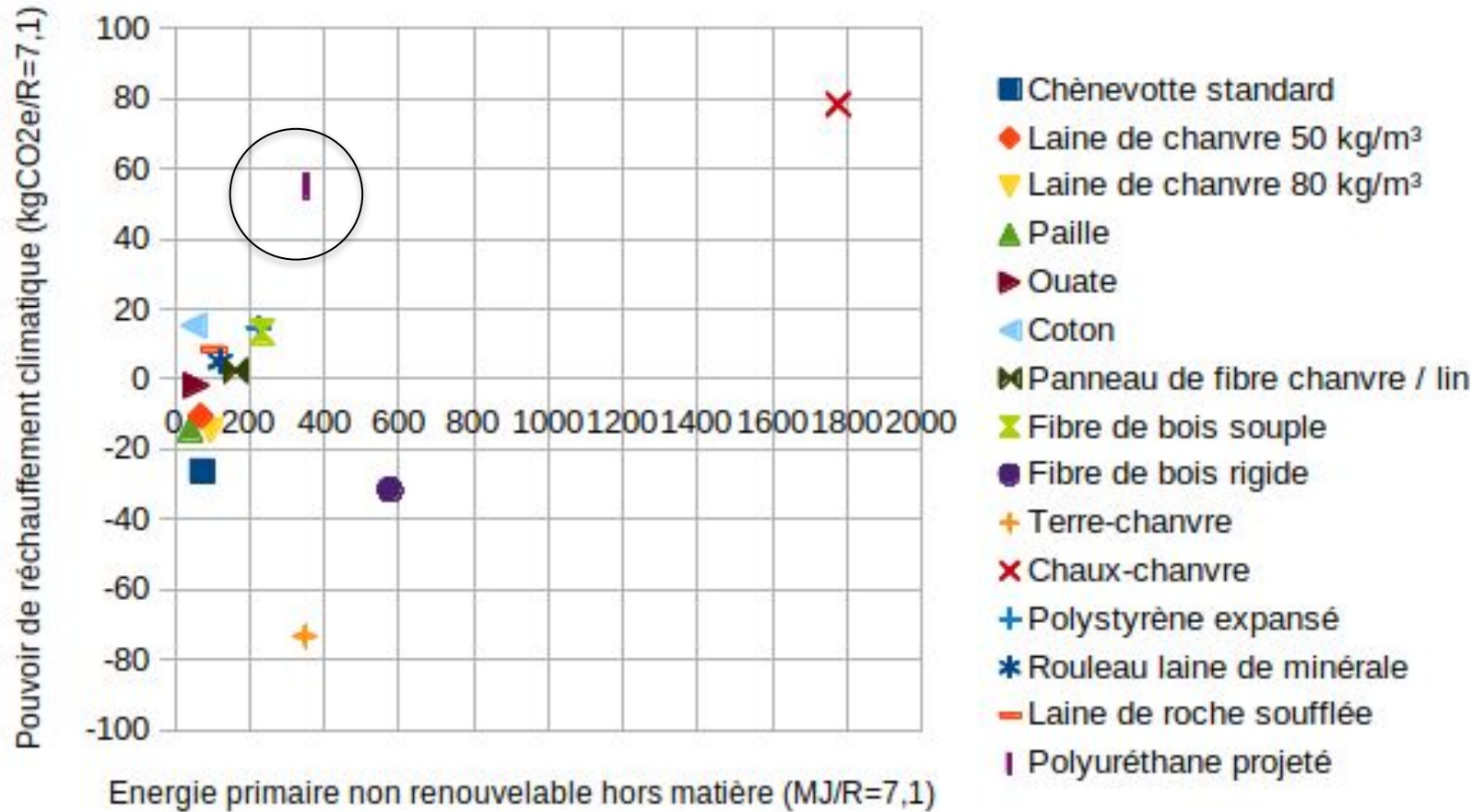
Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# ACV (FDES)



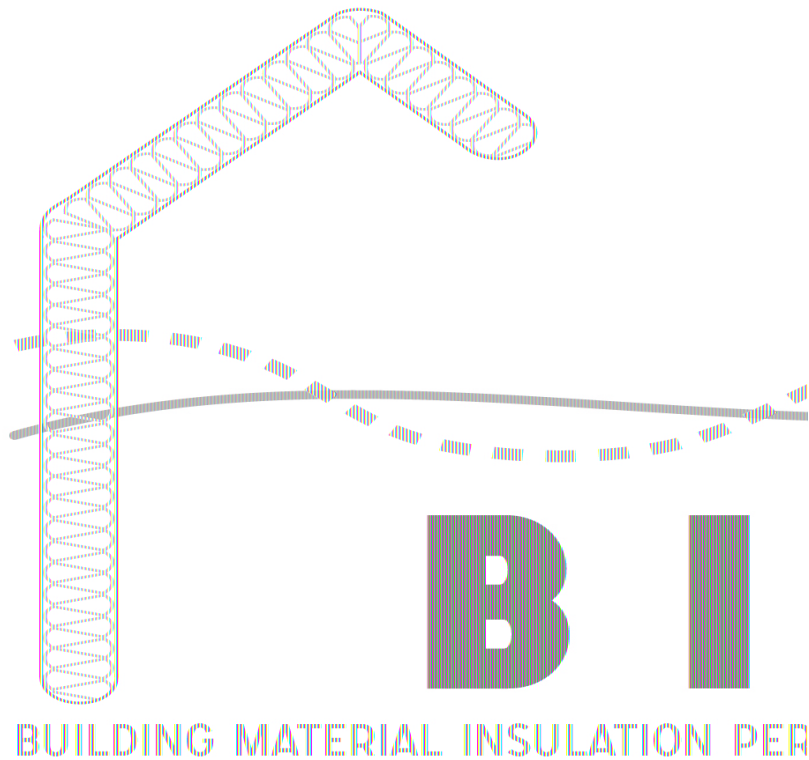
Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# ACV (FDES)



Analyse fondée sur qq FDES de la base INIES (consultées en nov 2019) et des données de travail non officielles à ce jour pour la chènevotte, laine de chanvre et terre-chanvre

# Quelle est la performance réelle ?



# ACV et matériaux biosourcés : Comment évaluer l'impact des bâtiments sur le réchauffement climatique ?

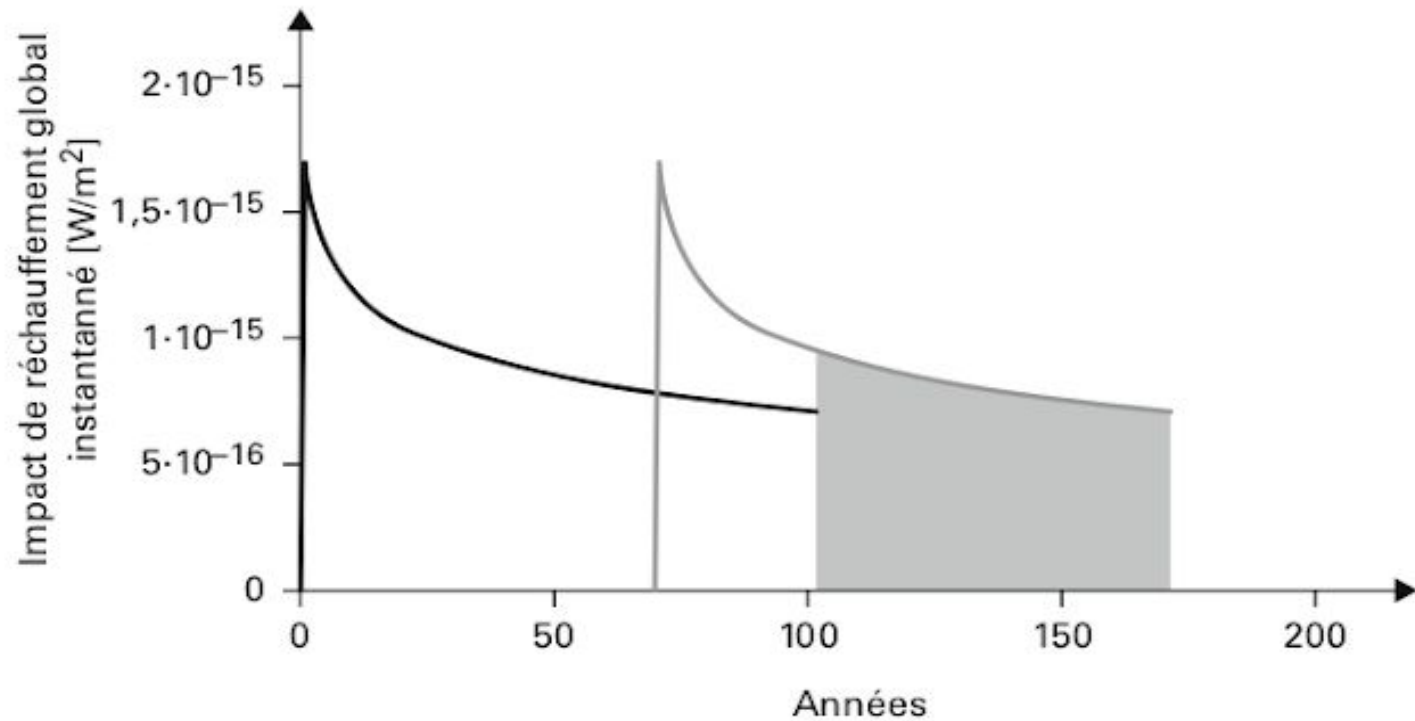
Thibaut Lecompte<sup>1</sup>, A. Hellouin de Menibus<sup>2</sup>

*thibaut.lecompte@univ-ubs.fr*  
*arthur.hdm@ecopertica.com*

Webinar GDR MBS, 16 juin 2020

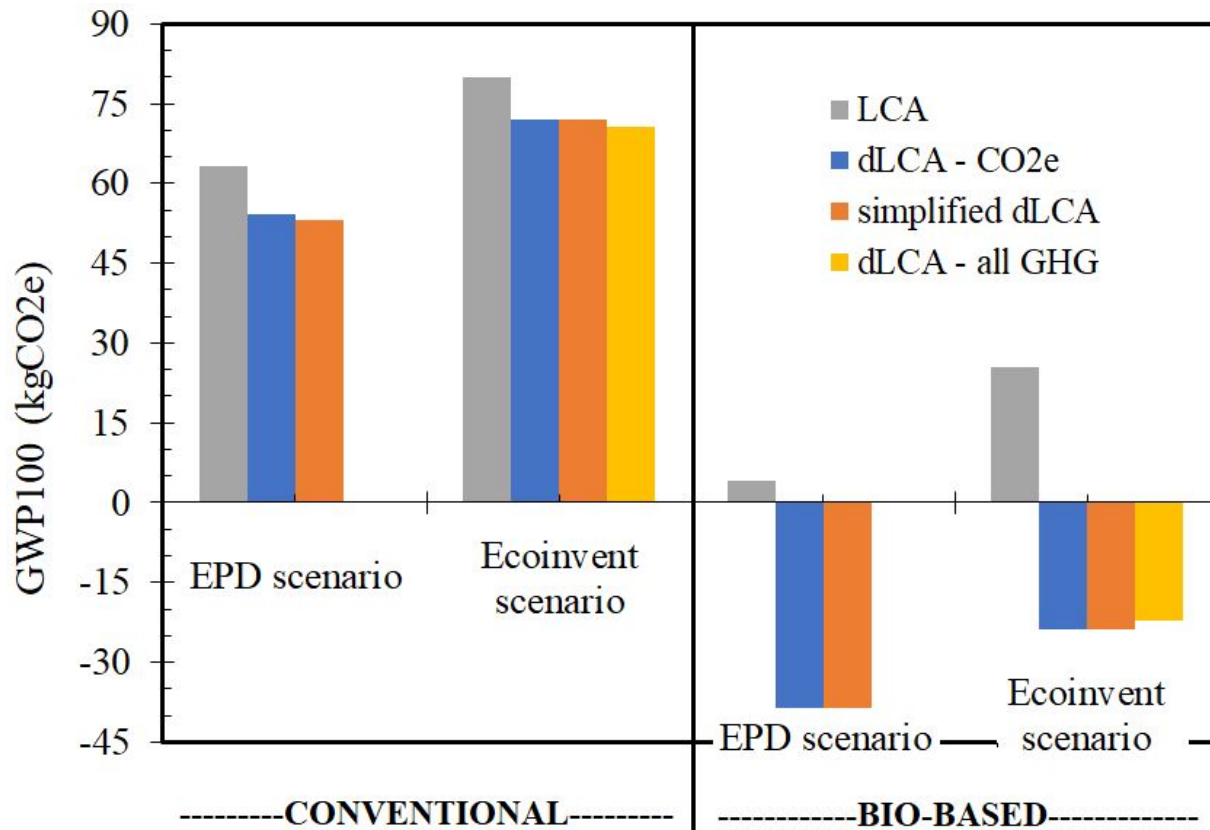


# l'ACV dynamique simplifiée?



Année	1	21	51	101
Coefficient	1	0,840	0,578	0

# l'ACV dynamique simplifiée



- V. Zieger. Towards a simplified dynamic life cycle assessment in the building sector, to be published