

# PROJET VALOMATBIO - ETUDE DES SCENARIOS DE FIN DE VIE DES ISOLANTS BIOSOURCES

---

Synthèse : Modalités de gestion des  
isolants biosourcés en fin de vie en vue des  
scénarios de réemploi et de valorisation

---

**Synthèse**

Déc 2022

## REMERCIEMENTS

Coralie Garcia (CF2B)  
Mael Steck, (SCOP BatiNature),  
Aymeric Pigent, (Coopérative AcortPaille),  
Nathalie Fichaux, (Interchanvre)  
Antoine Elleuame, (Ecopertica)  
Jules Delsalle, (Biofib)  
Samuel Brookfield-Dardenne, (Technichanvre)  
Jean-Pol Caroff, (ECIMA - European Cellulose Insulation Manufacturer Association),  
Graziella Osuna, (ECIMA - European Cellulose Insulation Manufacturer Association)  
Jean-Michel Bœuf, (ECIMA - European Cellulose Insulation Manufacturer Association)  
Nicolas Canzian, (ARESO - Association Régionale d'Éco-construction du Sud-Ouest)  
Stéphane Bailly, (AICB – Association des Industriels de la Construction Biosourcée)  
Lubin Sacquet, (Buitex)  
Blaise Dupré, (Société Isonat)  
François Magueur (Soprema)  
Yves Hustache, Karibati - ( Association Syndicale des industriels de l'Isolation Végétale)  
Elodie Rivière, (SEDDRE – Syndicat des Entreprises de Déconstruction, Dépollution et Recyclage)  
Alberto Dos Santos, (SEDDRE – Syndicat des Entreprises de Déconstruction, Dépollution et Recyclage)  
Sonia Brasier-Pontet, Entreprise Nantet – Activité de tri et traitement des déchets  
Guillaume Pillet, Entreprise Nantet – Activité de tri et traitement des déchets  
Patrice Poncet, Entreprise Nantet – Activité de Déconstruction  
Elsa Descombes, CAPEB Auvergne-Rhône-Alpes  
Damien Suisse Guillaud, AMO/MOE Bâtiment Durable – Inddigo  
Hélène Christ, AMO/MOE Bâtiment Durable – Inddigo  
Sylvain Laurenceau, CSTB, Responsable de division - DIVISION ECONOMIE CIRCULAIRE  
Luc Floissac (Eco-études)  
Yves Andres (IMT Atlantique)  
Christelle Rabbat (IMT Atlantique)  
Sary Awad (IMT Atlantique)  
Audrey Villot (IMT Atlantique)  
Virginie Dufour (ESTEANA)  
Frédéric Rossi (ESTEANA)

## CITATION DE CE RAPPORT

Philippe LEONARDON, ADEME. Nathalie Tornay (ENSA Toulouse \_ Co-directrice du LRA)  
Catherine Aventin (architecte dplg - chercheuse au LRA), Delphine ROLLET, INDDIGO ; 2022. **Etude des scénarios de fin de vie des isolants biosourcés**. 27 pages

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

**Ce document est diffusé par l'ADEME**

**ADEME**

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1904C0004

Étude réalisée par INDDIGO, IMT Atlantique, Eco-études, Esteara, LRA de l'ENSA de Toulouse et la CF2B pour ce projet financé par l'ADEME

Projet de recherche coordonné par : INDDIGO

Appel à projet de recherche : APR BAT RESP 2017

Coordination technique - ADEME : LEONARDON Philippe

Direction Ville et Territoire Durable (DVTD) / Service Bâtiment (SB)

## SOMMAIRE

RESUME.....	5
ABSTRACT.....	6
<b>1. DEPOSE SELECTIVE DES ISOLANTS BIOSOURCES .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OPPORTUNITES DE DEVELOPPEMENT D'UNE FILIERE DE REEMPLOI POUR LES ISOLANTS BIOSOURCES .....</b>	<b>8</b>
2.1. Impact des évolutions réglementaires sur l'étude des scénarios en fin de vie .....	8
2.2. Synthèse du benchmark et retour d'expériences.....	8
2.3. Synthèse des opportunités et freins vis-à-vis du réemploi des isolants biosourcés en fin de vie.....	9
<b>3. ETUDE DES SCENARIOS EN FIN DE VIE DE L'ISOLANT PAILLE.....</b>	<b>9</b>
3.1. Situation actuelle.....	9
3.2. Techniques de dépose sélective de l'isolant paille .....	10
3.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie .....	10
<b>4. ETUDE DES SCENARIOS EN FIN DE VIE DE L'ISOLANT A BASE DE CHANVRE.....</b>	<b>11</b>
4.1. Situation actuelle.....	11
4.2. Techniques de dépose sélective de l'isolant Chanvre.....	12
4.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie .....	12
<b>5. ETUDE DES SCENARIOS EN FIN DE VIE DE L'ISOLANT A BASE DE OUATE DE CELLULOSE .....</b>	<b>14</b>
5.1. La situation actuelle.....	14
5.2. Techniques de dépose sélective de l'isolant Ouate de cellulose.....	14
5.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie .....	15
<b>6. ETUDE DES SCENARIOS EN FIN DE VIE DE L'ISOLANT A BASE DE TEXTILE RECYCLE ....</b>	<b>17</b>
6.1. Situation actuelle.....	17
6.2. Techniques de dépose sélective.....	17
6.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie .....	17
<b>7. ETUDE DES SCENARIOS EN FIN DE VIE DE L'ISOLANT A BASE DE FIBRES DE BOIS .....</b>	<b>18</b>
7.1. Situation actuelle.....	18
7.2. Techniques de dépose sélective.....	19
7.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie .....	20
<b>8. BILAN ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>20</b>
8.1. Bilan sur la dépose sélective .....	20
8.2. Bilan pour le développement des scénarios alternatifs à l'enfouissement.....	21
8.3. Recommandations en vue de privilégier le réemploi des isolants en fin de vie.....	21
8.4. Recommandations pour les scénarios pour la paille en fin de vie .....	21
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>23</b>
<b>INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES.....</b>	<b>25</b>

## RESUME

En 2014, l'ADEME a publié un rapport intitulé « Identification des gisements et valorisation des matériaux biosourcés en fin de vie en France ». L'objectif était d'identifier et évaluer les gisements actuels de matériaux biosourcés en « fin de vie », c'est-à-dire à la fin de leur durée d'usage tout en apportant une vision prospective sur l'évolution de ces gisements (horizon 2030). Le bâtiment fait partie des secteurs d'applications ciblés par cette précédente étude. En parallèle, l'ADEME a cherché à identifier la compatibilité de ces gisements avec les filières actuelles de valorisation et évaluer la pertinence de développer des filières spécifiques. En 2016, une autre étude intitulée « Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction » montre que le réemploi des matériaux dans le secteur du bâtiment est une pratique peu courante et indique que les efforts à fournir pour développer le réemploi devront être conséquents.

Ainsi, le projet VALO-MAT-BIO a étudié des scénarios en fin de vie des isolants biosourcés en s'appuyant sur un travail de collaboration à partir d'entretiens auprès de différents acteurs du secteur du bâtiment (fabricants d'isolants, entreprises du bâtiment, centre technique, maître d'œuvre), de la bibliographie existante et d'experts du groupement.

Le projet ne pouvait pas ignorer le contexte actuel vis-à-vis de la gestion des déchets du bâtiment. Une évolution réglementaire forte qui pourrait permettre de soutenir les scénarios alternatifs à l'enfouissement envisagés dans le cadre du projet grâce à la responsabilité élargie du producteur. Ces scénarios nécessiteront l'investissement dans de nouveaux équipements afin de développer le processus global des filières de traitement, de la collecte au traitement final.

C'est pourquoi, notre travail commencera par un chapitre sur la dépose sélective des isolants. Nous rappellerons la réglementation des déchets et les évolutions sur l'organisation des déchets en fin de vie dans le bâtiment. L'objectif est d'en faire une analyse qui aide à comprendre le contexte dans lequel nous nous trouvons et les scénarios proposés. Nous présenterons ensuite les opportunités de réemploi/réutilisation des isolants biosourcés en lien avec leur mise en œuvre. Puis, chaque famille d'isolants étudiés dans le projet sera approfondie à partir des entretiens menés et nous en ressortirons les scénarios de fin de vie envisagés.

Ce travail servira de base pour la suite des études. Les scénarios seront repris pour être modéliser l'analyse de cycle de vie et ensuite étudier l'impact à l'échelle d'un bâtiment.

## ABSTRACT

In 2014, ADEME published a report entitled « Identification des gisements et valorisation des matériaux biosourcés en fin de vie en France ». The objective was to identify and evaluate the current deposits of biosourced materials at the “end of life”, that is to say at the end of their useful life while providing a prospective vision on the evolution of these deposits (by 2030). Building is one of the areas of application targeted by this previous study. At the same time, ADEME sought to identify the compatibility of these deposits with the current value chains and assess the relevance of developing specific chains. In 2016, another study entitled “Identifying Barriers and Levers to the Reuse of Construction Products and Materials” It shows that the re-use of materials in the building sector is an unusual practice and indicates that the efforts to be made to develop re-use will have to be substantial.

Thus, the VALO-MAT-BIO project studied end-of-life scenarios for biosourced insulation by drawing on a collaborative work based on interviews with various actors in the building sector (insulation manufacturers, building companies, technical centre, contractor), the existing bibliography and experts from the consortium.

The project could not ignore the current context regarding the management of building waste. Strong regulatory evolution that could support alternative landfill scenarios envisioned by the project through extended producer responsibility. These scenarios will require investment in new equipment in order to develop the overall process of the processing channels, collection and final processing.

Therefore, our work will begin with a chapter on the selective removal of insulation. We will recall the regulation of waste and the evolutions on the organization of waste.

# 1. Dépose sélective des isolants biosourcés

## 1.1. Techniques de dépose sélective pour l'isolation biosourcée

Dans le cadre du projet de recherche ValoMatBio, nous nous intéressons aux techniques de dépose sélective pour l'isolation biosourcée. Les travaux de recherche ont identifié différentes modalités de déconstruction selon la mise en œuvre qui se différencie souvent par voie sèche ou voie humide.

- La voie sèche correspond aux solutions constructives à caisson, remplissage pour les combles (ouate de cellulose, textile recyclé) où l'isolant est récupéré soit par aspiration, soit par extraction dans son état initial.
- La voie humide correspond aux isolant dont la couche de protection est un enduit (ossature bois, remplissage paille, isolation terre/chanvre, etc.). La phase de décroutage peut s'avérer longue et fastidieuse lors de la déconstruction. Des astuces, comme positionner un grillage sur les bottes de paille pour apposer la barbotine pourraient faciliter cette étape.

La réussite de la dépose sélective nécessite une évaluation précise des déchets, de leur quantité et état de dégradation afin de fixer des objectifs de valorisation adaptés aux filières de traitement locales. Le schéma suivant représente les quatre principales situations de dépose sélective des isolants biosourcés.

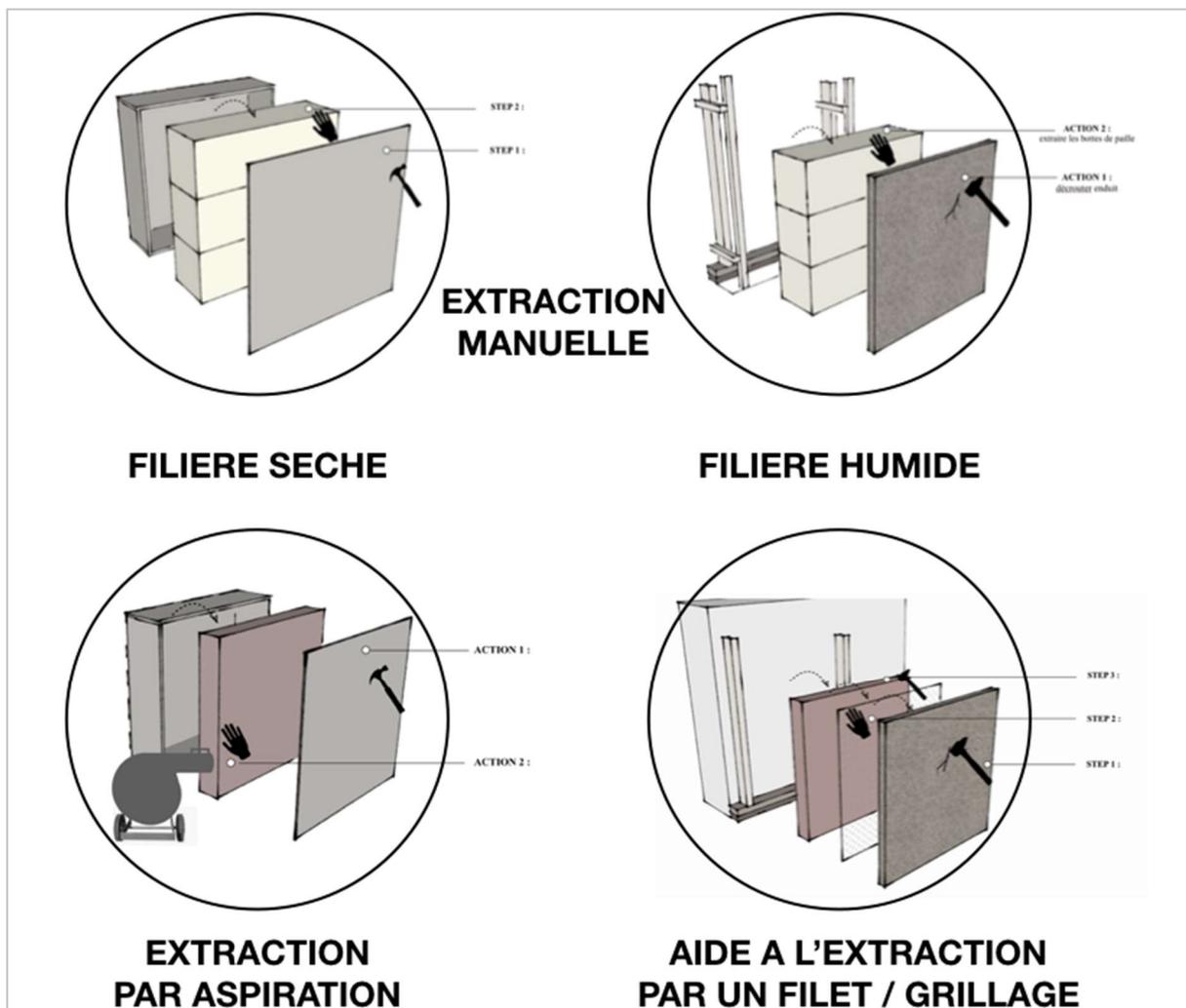


Figure 1 : Techniques d'extraction des isolants biosourcés

Plusieurs paramètres vont impacter le temps de dépose sélective des isolants en fin de vie. Le peu de chantiers présentant des isolants biosourcés en fin de vie et la diversité des situations rendent complexes l'évaluation de ce temps de dépose. La présence des fluides, réseaux d'électricité, systèmes de chauffage, peut impacter sensiblement la durée de dépose. Elle dépend aussi de l'expérience et le niveau d'expertise des artisans / valoristes qui sont des métiers émergents. Il est nécessaire de monter en compétence la dépose sélective. Le temps de dépose peut donc varier d'un chantier à un autre. Il nous paraît prudent de ne pas présenter un temps de dépose à ce jour. Cependant, les chapitres suivants 5, 6, 7, 8 et 9 qui présentent les scénarios envisagés par familles d'isolants biosourcés détaillent la faisabilité de déconstruction sélective. Elle analyse ce sujet d'un point de vue de la technique opérationnelle à mettre en œuvre en soulignant le niveau de graduation de difficulté selon l'équipement/outillage, la pénibilité pour en analyser la faisabilité technique globale.

## **2. Opportunités de développement d'une filière de réemploi pour les isolants biosourcés**

---

### **2.1. Impact des évolutions réglementaires sur l'étude des scénarios en fin de vie**

La réglementation donne clairement la priorité au réemploi : le réemploi des matériaux du bâtiment représente une opportunité prioritaire. Notre projet R&D en tient compte et nous regarderons dans un premier temps les opportunités pour les isolants biosourcés d'intégrer une filière de réemploi.

De nouveaux outils permettent de mieux caractériser les typologies de matériaux utilisés dans les bâtiments et leur état permettront de changer les pratiques actuelles : se servir du diagnostic " P.E.M.D " avant déconstruction pour observer et analyser l'état des matériaux et étudier la possibilité de leur réemploi

Les fabricants auront donc l'obligation de prendre en charge la gestion en fin de vie des matériaux qu'ils mettent sur le marché. Regroupés sous forme d'un ou plusieurs éco-organisme, ils vont mettre en œuvre un dispositif de reprise des déchets du bâtiment en fin de vie. Les modalités de mise en œuvre, REP Opérationnelle ou REP financière ne sont pas encore tranchées. Le cahier des charges à destination du (des) futur(s) éco-organismes souhaitant se positionner a été publié en mai 2022

### **2.2. Synthèse du benchmark et retour d'expériences**

Bien que les retours d'expériences soient peu nombreux. Il existe cependant des cas spécifiques où le réemploi des isolants en fin de vie a pu être expérimenté. Ces retours montrent que le réemploi peut être envisagé et dépend par exemple des conditions de mises en œuvre et du mode constructif qui a été choisi.

## 2.3. Synthèse des opportunités et freins vis-à-vis du réemploi des isolants biosourcés en fin de vie

Les entretiens nous ont permis de faire ressortir les éléments suivants :

Opportunités au réemploi / réutilisation	Freins au réemploi / réutilisation
Des durées de vies des produits souvent bien supérieures à la durée d'un projet, notamment dans des bâtiments industriels et bâtiments tertiaires	Pollution par des poussières, des nuisibles, des produits et traitements divers (mort aux rats ...), d'autres matériaux (à voir au cas par cas), dans le cas de projet de rénovation avec application de l'isolant sur l'ancien isolant (souvent laine de verre)
Les panneaux et matelas présentent largement plus de potentiel que les matériaux soufflés, collés et en mousse	Pollution lors de la dépose sur le chantier pendant la réhabilitation
Le choix des modes constructifs impacte les possibilités de réemploi d'un isolant en fin de vie	Difficulté d'identifier le type d'isolants appliqués par le chef de chantier
Des premiers retours d'expériences sur les panneaux d'isolants plus classiques (laine de verre, laine minérale) qui ont montré la possibilité d'un réemploi dans des cas spécifiques	Contraintes temporelles sur les chantiers de déconstruction
Il y a également un potentiel sur les chutes de pose en vue de réemploi	Contraintes économiques lié à l'enjeu sur la ressource
	Contraintes techniques : veiller que les produits disposent toujours des bonnes performances
	Contraintes techniques : isolants en panneaux : dimensions des bandes sont de très hétérogènes avec des tailles très variables

Tableau 1 : Opportunités et freins au réemploi de isolants biosourcés

Les contraintes liées au réemploi et à la réutilisation sont nombreuses. C'est pourquoi il sera important, si le réemploi s'avère une filière potentielle à développer, d'informer clairement sur cette possibilité et de donner des procédures claires comprenant des méthodes et outils le plus tôt possible pour aider les acteurs à envisager cette filière.

## 3. Etude des scénarios en fin de vie de l'isolant paille

### 3.1. Situation actuelle

Dans la FDES « Remplissage isolant en bottes de paille » 2015 par RFCP, la destination retenue pour les déchets de paille est similaire à la gestion française moyenne de la fin de vie des matériaux de construction en bois. Cela signifie que, une 2<sup>ème</sup> vie n'étant pas prévue pour la paille, les 2 scénarios de fin vie de l'isolant paille sont :

- 59,6 % vers une usine d'incinération, soit 21,83 kg de paille/UF (UF : Unité fonctionnelle est définie comme étant l'isolation répartie de 1 m<sup>2</sup> de mur en paille non porteuse avec une résistance thermique de 7,1 m<sup>2</sup>.K/W pour une épaisseur du mur de paille de 37 cm, selon les règles professionnelles de construction en paille (CP 2012), pour une durée de vie de référence de 50 ans). La paille possède un pouvoir calorifique élevé, d'où la valorisation énergétique de ce matériau (PCI = 16,51 MJ/kg MS = 12,72 MJ/kg à 20 % RH et PCS = 18,79 MJ/kg de MS).
- 40,4 % vers une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux, soit 14,80 kg de paille/UF.

### 3.2. Techniques de dépose sélective de l'isolant paille

La paille est majoritairement posée sous forme de bottes de paille. Les techniques les plus répandues sont des techniques ossatures bois ou poteaux-poutres avec ossature secondaire rapportée. Les finitions extérieures sont de type enduit et bardage bois. Les dernières évolutions des modes constructifs présentent des modes constructifs associant le caisson bois et la paille directement. Ils arrivent sur chantier en éléments préfabriqués.

Les entretiens mettent en avant deux systèmes constructifs qui influent sur les techniques de dépose :

- La première peut être qualifiée de « voie humide » car elle pose la question de l'enduit, elle comprend le système constructif « ossature-remplissage », l'ITE (ossature bois autoporteuse – remplissage paille), et la paille porteuse qui est elle aussi enduite sur la paroi extérieure et intérieure.
- La seconde correspond à une « voie sèche » où l'on retrouve la paille à son état d'origine. Cela se rapproche de la solution constructive de caisson-remplissage ou encore de la paille en vrac.

Le tableau ci-dessous présente la méthodologie préconisée selon le mode constructif et le niveau de complexité de cette dépose notée selon 4 critères (équipement, pénibilité, durée, compétence).

Méthodologie préconisée en ossature porteuse					Méthodologie préconisée en caisson porteur				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite de décroquer de l'enduit</li> <li>- Extraire les bottes de paille</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>Aspiration en vrac par insufflation avec un aspirateur/souffleur</li> </ul>				
<b>Critères / Niveau de la dépose</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Critères / Niveau de la dépose</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Equipement / outillage					Equipement / outillage				
Travail physique / pénibilité					Travail physique / pénibilité				
Durée					Durée				
Difficulté technique					Difficulté technique				

**PRINCIPE DE DEPOSE SELECTIVE - OSSATURE PORTEUR / REMPLISSAGE PAILLE**

**DEPOSE SELECTIVE - CAISSON PORTEUR / REMPLISSAGE PAILLE**

En conclusion, les techniques de dépose sélective de la paille dépendent de leur pose initiale. On observe deux modes principaux : pose en ossature bois et pose en caisson-porteur. La dépose sélective ne demande pas de qualification forte. Le démantèlement du système constructif est assez facile. La difficulté est lorsque l'enduit a été directement posé sur la paille. Un décrochage est alors nécessaire. Manuellement, cette tâche a été identifiée comme assez pénible.

### 3.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie

Plusieurs scénarios alternatifs à l'élimination ont été proposés. Le schéma ci-après présente les différents scénarios.

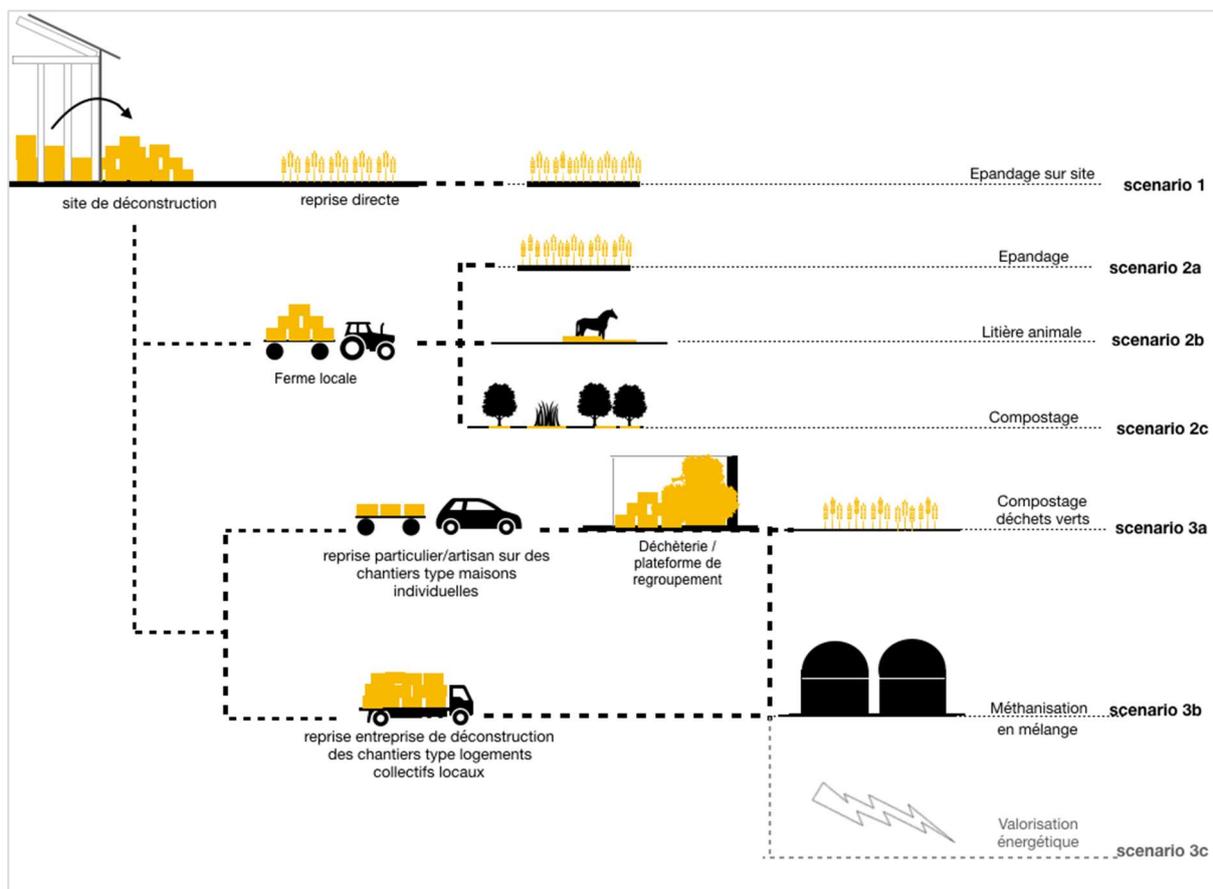


Figure 2 : Description des scénarios potentiels en fin de vie de l'isolant à base de paille

Le tableau ci-dessous présente le bilan des scénarios envisagés :

Résultats des entretiens	Scénario 1 <i>Epannage sur site</i>	Scénarios 2 <i>Utilisation par une ferme locale</i>	Scénarios 3 <i>Compostage / méthanisation</i>
Scénarios envisagés	Scénario à privilégier lorsque le terrain le permet et décrouitage réalisé	Scénario intéressant pour une approche locale émergente À réaliser uniquement pour les matériaux sans adjuvants	Dans le cas où les 2 autres scénarios ne peuvent pas avoir lieu, privilégier leur traitement dans des installations spécifiques

Ces scénarios feront l'objet d'études pour mieux connaître l'impact sur l'analyse du cycle de vie des isolants. Les modélisations pourront évaluer différents scénarios de fin des matériaux biosourcés dès les phases initiales de projets architecturaux. Par ailleurs, ce travail développe une approche de sensibilisation pour la déconstruction qui donne un nouveau regard sur la conception, le choix des systèmes constructifs et leurs impacts à long terme. Il interroge les potentialités de la filière matériau en paille vers de bonnes pratiques en termes d'éco-conception en vue d'une valorisation en fin de vie.

## 4. Etude des scénarios en fin de vie de l'isolant à base de chanvre

### 4.1. Situation actuelle

Une FDES a été réalisée par Vicat et Vieille Matériaux pour la brique béton-chanvre Biosys (FDES Vérifiée dans le cadre du programme INIES en Mai 2018). La durée de vie de référence est de 100 ans. Pour la fin de vie, après un transport sur 100 km, les blocs de béton de chanvre en fin de vie sont mis en décharge de matériaux inertes.

Construire en Chanvre a également réalisé une FDES pour le béton de chanvre publié en mars 2019. La durée de vie de référence est de 100 ans. Le scénario de fin de vie est le suivant : « Le produit est enlevé à l'aide d'un burineur thermique, et ensuite concassé avant envoi en centre d'élimination. Les produits sont considérés éliminés à 100% par enfouissement comme déchets non dangereux. Un transport de 30 km du chantier au site de traitement est pris en compte. » Le taux de carbonatation pour les liants à base de ciment est de 70,05%.

L'étude montre qu'il faut être vigilant à la composition des panneaux/rouleaux car ils contiennent des liants polymères, adjuvants (feu) et des antifongiques. Certains isolants montrent une part de 8 à 10 % de liant polymère. A ce jour, les techniques de séparation des fibres n'existent pas.

## 4.2. Techniques de dépose sélective de l'isolant Chanvre

Les pratiques de construction concernant l'utilisation du chanvre sont très hétérogènes. On sépare les matériaux obtenus à partir du chanvre, en deux grandes familles :

- Les produits d'isolation thermique et/ou acoustique (laines et granulats : laines de chanvre en vrac, panneaux et rouleaux de chanvre, sous-couches isolantes/ feutres minces),
- Les mortiers et bétons végétaux de remplissage avec isolation répartie confectionnés sur chantier (dont les enduits) ou préfabriqués (parpaings, murs), tels que les blocs à maçonner (granulats + liants), les éléments modulaires et celles de grandes hauteurs et les éléments.

Le tableau ci-dessous présente les différents modes constructifs qui se sépare en 2 : voie humide et voie sèche.

Les entretiens mettent en avant deux systèmes constructifs selon les logiques de dépose :

- La première peut être qualifiée de « voie humide » (surlignée en bleu dans le tableau ci-dessous) car elle pose la question de l'enduit, elle comprend le système constructif « ossature-remplissage ».
- La seconde correspond à une « voie sèche » (surlignée en gris dans le tableau ci-dessous) où l'on retrouve le chanvre comme isolation adossé à une ossature bois ou un mur existant maçonné.

### Système constructif

Béton de chanvre

Terre chanvre projeté

panneau de chanvre (ITE)

laine de chanvre

Le tableau ci-dessous présente la méthodologie préconisée selon le mode constructif et le niveau de complexité de cette dépose notée selon 4 critères (équipement, pénibilité, durée, compétence).

Méthodologie préconisée – Voie humide	Méthodologie préconisée Voie sèche
<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Nécessite de décroûter de l'enduit</li> <li>• - Extraire le filet</li> <li>• - Décroûter le terre-chanvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspiration en vrac par insufflation avec un aspirateur/souffleur</li> </ul>

Concernant la dépose sélective, il apparait que lors d'une mise en œuvre par voie sèche, la dépose soignée sera plus facile que lors d'une mise en œuvre par voie humide, notamment lié à la phase de décroûtage de l'enduit.

## 4.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie

En résumé, les entretiens ont montré qu'il existe 2 grandes familles d'isolants à base de chanvre. Les isolants provenant de la filière dite artisanale et les isolants provenant de la filière dite industrielle. Nos travaux ont montré qu'il était important que les scénarios de valorisation soient spécifiques à ces 2 familles d'isolants.

Concernant la filière dite artisanale, sans adjuvant, plusieurs scénarios alternatifs à l'élimination ont été proposés. Le schéma ci-après présente les différents scénarios.

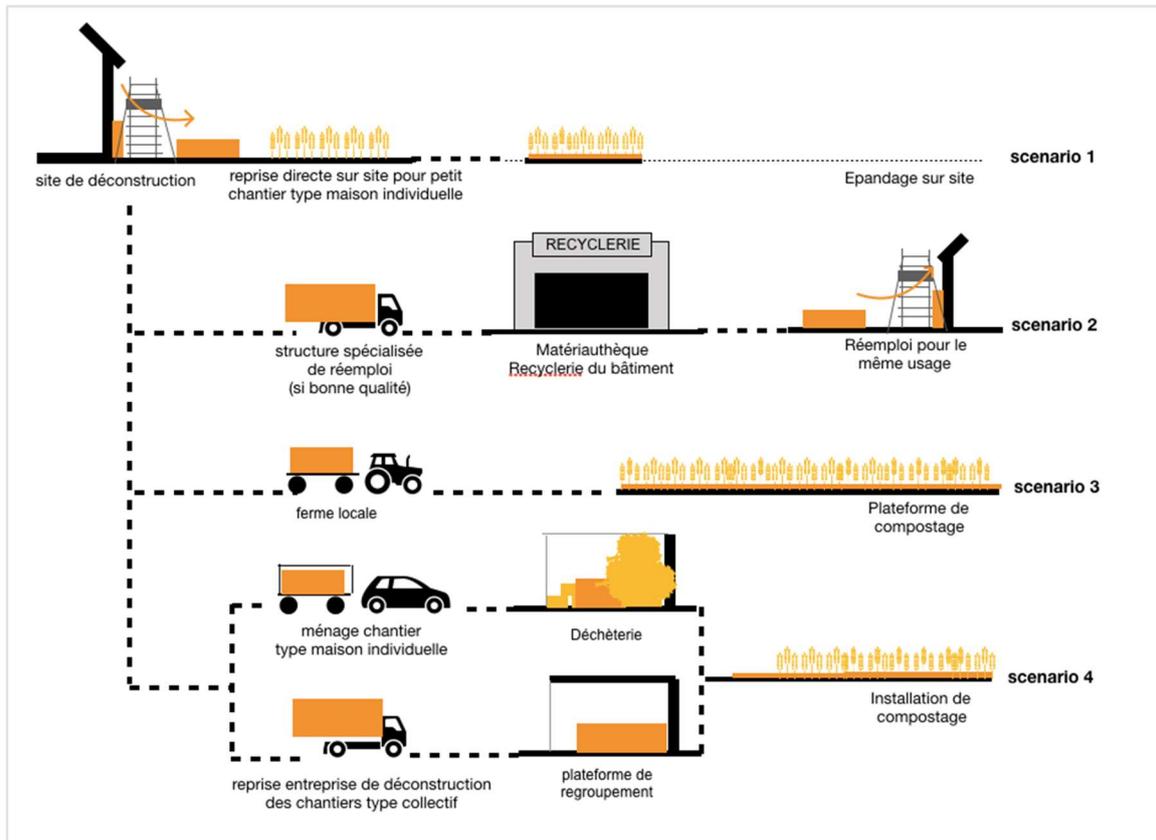


Figure 3 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant chanvre – filière dite artisanale (sans adjuvant)

Concernant la filière dite industrielle, plusieurs scénarios alternatifs à l'élimination ont été proposés. Le schéma ci-après présente les différents scénarios.

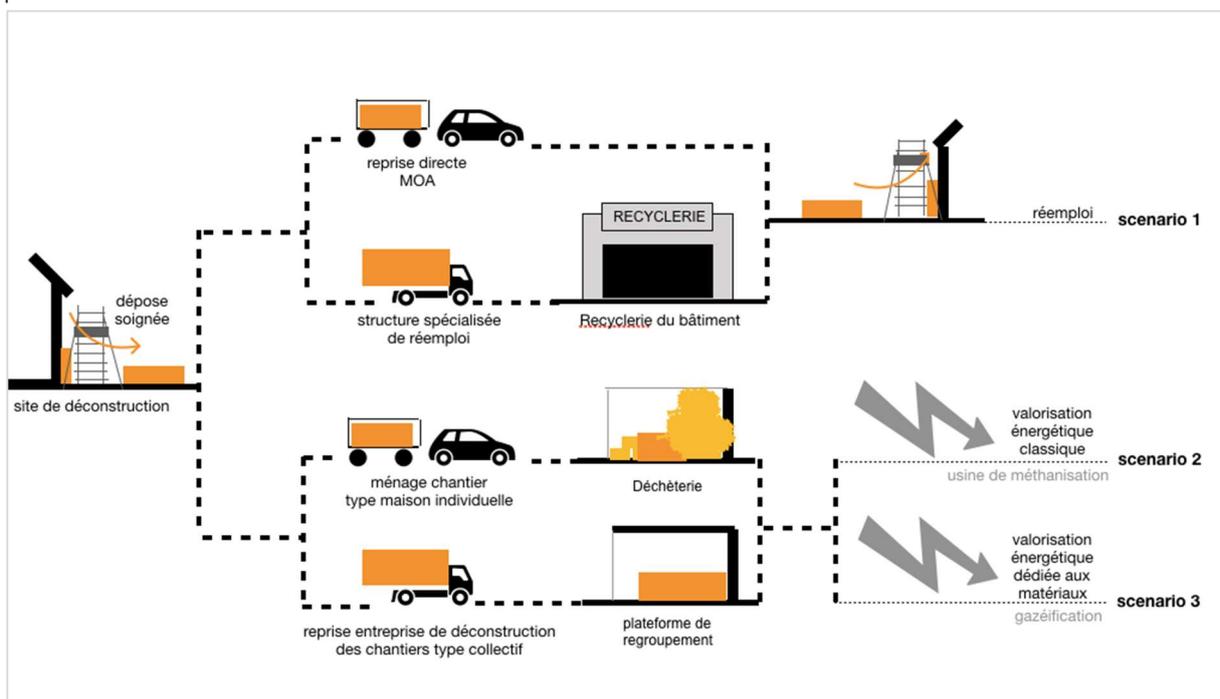


Figure 4 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant chanvre – filière dite industrielle (avec adjuvant)

Dans le cas de la filière artisanale, avec une application en vrac et sans adjuvants du matériau, le scénario le plus vraisemblable sera la valorisation agricole.

Dans le cas de l'isolant provenant de la filière dite industrielle, le scénario le plus « vraisemblable » est la valorisation énergétique. Il s'agit alors d'envoyer les isolants vers les filières déjà existantes comme l'incinération ou la fabrication de CSR qui se développe en France dès aujourd'hui.

Pour aller plus loin, d'autres techniques à venir, comme la pyrogazéification pourrait être un traitement plus dédié à ces types de matériaux en fin de vie. C'est sur quoi dans le cadre de nos travaux, l'équipe IMT Atlantique a travaillé et a approfondi les analyses en laboratoire.

## 5. Etude des scénarios en fin de vie de l'isolant à base de ouate de cellulose

### 5.1. La situation actuelle

La FDES de l'isolant à base de ouate de cellulose est collective, portée par le groupement ECIMA (avril 2019). La FDES porte sur la ouate de cellulose « en vrac ». Elle est valable 5 ans. L'hypothèse retenue concernant la durée de vie du matériau sous cette forme est de 50 ans.

La FDES retient comme scénario de fin de vie les hypothèses suivantes :

Il est supposé que tous les déchets soient valorisés selon le circuit de fin de vie français en l'absence de circuit de valorisation existant comme suit :

- Mise en décharge (47%) : Les déchets sont dirigés vers un centre de stockage de déchets pour enfouissement, tel que mentionnée dans la norme NF P01-010. Seulement 1,5% de la matière va complètement se dégrader sur 100 ans. Sur cette partie 50% va être réémis sous forme de CO<sub>2</sub> et 50 % va être réémis sous forme de méthane. On considère que 70% des décharges sont équipées pour le torchage du méthane. Seule 30% de la fraction de méthane va donc être réémise, soit pour l'UF 0,36 kg eq CO<sub>2</sub> réémis dans l'air.
- Incinération avec récupération d'énergie (53%) : 100% du CO<sub>2</sub> biogénique contenu dans la ouate de cellulose va être réémis dans l'atmosphère, soit pour l'UF 7,17 kg eq CO<sub>2</sub> réémis dans l'air (PCI : 11,828 MJ/kg à 5 % d'humidité).

Il est à noter que la FDES "Ouate de cellulose en vrac" du fabricant Ouateco, datée de novembre 2019 (non disponible sur leur site internet), précise : "Ouateco est équipé d'une ligne de granulation, une partie de la ouate récupérée sur chantier peut donc être revalorisée sur cette ligne. Le scénario choisi pour la fin de vie de la ouate est le suivant : 100% recyclage (ligne Ouateco)". Ce fabricant dispose d'une ligne de recyclage fonctionnelle, qui traite les chutes de production de la ligne de ouate neuve, cependant, il semble que la ressource à recycler, issue de déconstruction du bâtiment, soit actuellement très faible, voire inexistante.

### 5.2. Techniques de dépose sélective de l'isolant Ouate de cellulose

On observe majoritairement trois techniques constructives utilisant l'isolant à base de ouate de cellulose.

- Utilisation de la ouate de cellulose en vrac, dans les combles,
- Utilisation de la ouate de cellulose en vrac, en caisson,
- Utilisation de la ouate de cellulose projetée humide.

Le tableau ci-dessous présente la méthodologie préconisée selon les différents modes constructifs :

Dépose de la ouate en vrac en combles	Dépose de la ouate en vrac en caisson	Dépose de la ouate projetée
<ul style="list-style-type: none"><li>• Action 1 : Aspirer la ouate en vrac à l'aide d'un aspirateur/souffleur en déployant un conduit dans les combles</li><li>• Action 2 : Collecter la ouate directement en bennes fermées ou en big-bags</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Action n°1 : Dégraffer les panneaux du caisson</li><li>• Action n°2 : Aspirer la ouate à l'aide d'un aspirateur/souffleur directement en bennes fermées ou en big-bags</li><li>• Action n°3 : Faire le vide pour optimiser les volumes des big-bags</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Action 1 : Gratter pour enlever la ouate</li><li>• Action 2 : Enlever manuellement la ouate et la récupérer dans des sacs type big-bags</li></ul>

- Action n°3 : Mise en compression du big-bag

- Action 3 : Mise en compression du big-bag pour compresser la ouate

Concernant les techniques de dépose sélective, il existe donc des techniques mécaniques facilitant la dépose, à partir de l'équipement de mise en œuvre dit souffleuse qui, à l'aide de l'ajout d'un kit spécifique, peut servir comme aspirateur. Le point positif est donc que ces techniques sont peu complexes, notamment dans le cadre d'une mise en œuvre en vrac, cas le plus rencontré jusqu'à maintenant en France.

### 5.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie

Plusieurs scénarios alternatifs à l'élimination ont été proposés. Le schéma ci-après présente les différents scénarios.

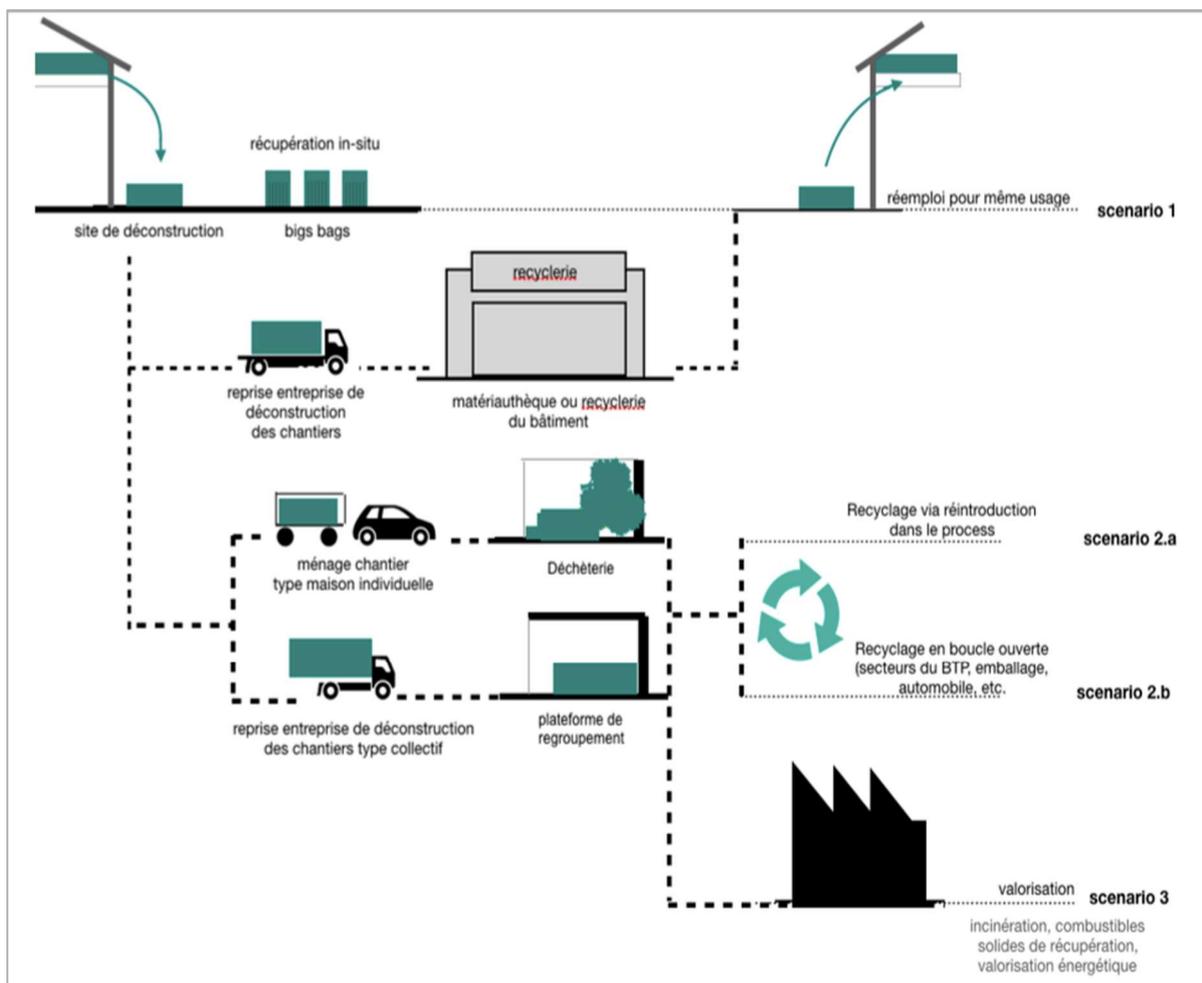


Figure 5 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant à base de ouate de cellulose

Le tableau ci-dessous présente le bilan des scénarios envisagés :

Résultats des entretiens	Scénario 1 Réemploi	Scénario 2 Recyclage	Scénario 3 Valorisation énergétique / pyrogazéification
Scénarios envisagés	Retour d'expériences en Autriche, filière émergente pourrait se pratiquer dans des cas spécifiques en lien avec un mode de construction qui n'a pas impacté les performances et la qualité de l'isolant	Quelques fabricants développent cette filière notamment avec les rebuts de production, mais pose question sur la qualité et la reconnaissance du produit en aval	Filière qui montre le moins de freins dans le cas des filières classiques de valorisation énergétique. Le PCI est intéressant. Un approfondissement de cette filière a lieu dans le cadre des analyses en laboratoire vers une filière de valorisation énergétique dédiée

Dans des cas spécifiques où la ouate de cellulose a été posée, par exemple, récemment ou insufflée dans des caissons permettant de limiter sa dégradation ou l'incrustation de saletés, il pourrait être envisageable de déposer soigneusement la ouate de cellulose en vue de son réemploi dans le même usage. Ce scénario est donc à étudier lors des réhabilitations et déconstructions.

Les pistes de réflexion concernant le recyclage en boucle fermée ou en boucle ouverte sont nombreuses. C'est la faisabilité (technique et économique) qui, ici, est remise en cause dans le cadre de ces scénarios.

Les gisements en fin de vie seront par ailleurs assez disparates au niveau national. Un des enjeux pour constituer une filière de recyclage spécifique dédiée à la ouate de cellulose sera la disponibilité de la ressource. Elle sera nécessairement variable à un instant t. L'autre enjeu important concerne le transport. Comme on l'a vu, la ouate de cellulose possède une faible densité. Aussi, son transport sera donc nécessairement un frein. Le recyclage nécessitera des installations de proximité, c'est-à-dire à minima régional. Sur les modes de valorisation, une des contraintes concerne la présence de sel de bore, même en faible quantité. À ce stade, nous avons décidé de ne pas retenir toutes pistes liées à une valorisation dans le domaine agricole. Une des questions pour aller plus loin serait de voir s'il est possible de séparer le sel de bore du reste de la ouate de cellulose. D'après ces premiers constats, le scénario alternatif à l'enfouissement qui est le plus « vraisemblable » est la valorisation énergétique. Dans ce cas, il y a les filières déjà existantes comme l'incinération ou la fabrication de CSR. Pour aller plus loin, d'autres techniques à venir, telle que la gazéification, pourraient être un traitement plus dédié à ces types de matériaux en fin de vie.

## 6. Etude des scénarios en fin de vie de l'isolant à base de textile recyclé

### 6.1. Situation actuelle

La durée de vie des isolants à base de textiles recyclés est d'environ 50 ans. Arrivés en fin de vie, ces isolants peuvent être réutilisés (FDES Coton FRP, 2018). En fin de vie, le scénario des déchets de Métisse RT est la mise en décharge (FDES Métisse, 2015). Il n'existe pas d'autres FDES.

Les isolants à base de textile recyclé sont des matériaux adjuvantés. Certains contiennent également des fibres plastiques (polyesters et acryliques). La production française est d'environ 2 000 à 3 000 tonnes par an, mais 10 000 t de textiles seraient exploitables. Leur fin de vie est peu documentée. La FDES indique l'enfouissement comme scénario en fin de vie. Les filières comme le réemploi, la réutilisation, le recyclage et la valorisation énergétique sont des solutions envisageables.

### 6.2. Techniques de dépose sélective

Les vieux textiles usés sont transformés et utilisés en :

- cotons en vrac à souffler pour l'isolation thermique et acoustique des combles perdus ;
- panneaux semi-rigides et rouleaux pour l'isolation thermique et acoustique des murs, des sous toitures et des planchers ;
- panneaux pour l'affaiblissement et la correction acoustique visant à absorber jusqu'à 95 % des sons et à diminuer les phénomènes de résonance dans les espaces intérieurs (Métisse® [eko] baffle, nouveaux débouchés en lancé en 2012 par Le Relais).

Le tableau ci-dessous présente la méthodologie préconisée selon les différents modes constructifs :

Méthodologie préconisée en vrac	Méthodologie préconisée en panneau
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aspiration avec une machine dédiée à cet usage (souffleuse). Le petit tuyau raccordé à la sortie vers un sac de réception et le grand tuyau relié à l'aspirateur qui remonte jusque dans les combles. Le tuyau d'aspiration peut passer par un trou réalisé par l'enlèvement d'une ou 2 tuiles, lorsque la toiture est en tuiles.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Action n°1 : Dégrafer le panneau /rouleau</li><li>• Action n°2 : Rouler ou empiler l'isolant</li></ul>
Photo représentant une pose en vrac 	Photo représentant une pose en panneau 

### 6.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie

Plusieurs scénarios alternatifs à l'élimination ont été proposés. Le schéma ci-après présente les différents scénarios.

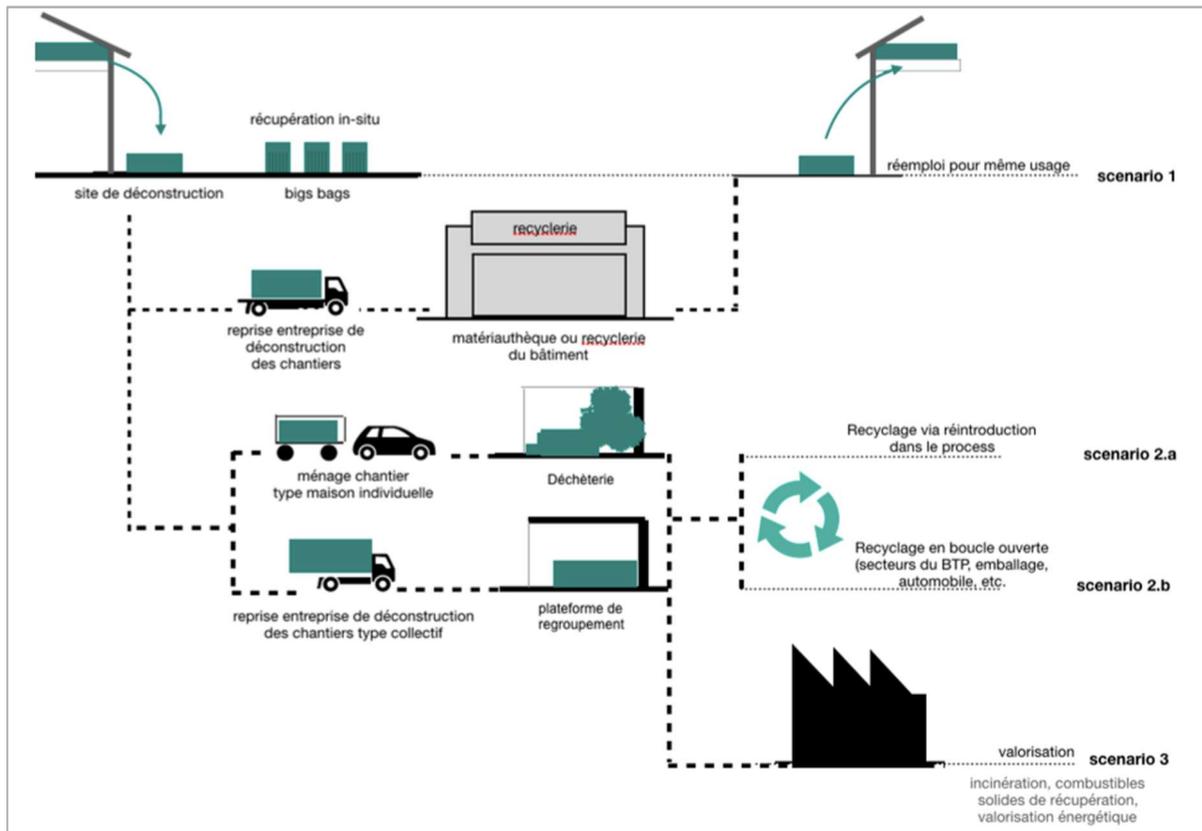


Figure 6 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant à base de textiles recyclés

Le tableau ci-dessous présente le bilan des scénarios envisagés :

Résultats des entretiens	Scénario 1 Réemploi	Scénario 2 Recyclage	Scénario 3 Valorisation énergétique / pyrogazéification
Scénarios envisagés	Dans des cas spécifiques et notamment s'il n'y a pas eu de dégradation du produit pendant son utilisation, le réemploi dans le même usage pourrait être un débouché possible. Ce scénario nécessite cependant le respect d'exigences réglementaires fortes afin d'être réutilisés et remis sur le marché.	Les industriels sont intéressés par cette filière mais le frein majeur reste la logistique. Actuellement seule 2 usines produisent des isolants à base de textile recyclé. Les projets R&D concernant le recyclage en boucle fermée commencent à peine. Le faible gisement paraît un frein à la mise en œuvre d'une filière	Filière qui montre le moins de freins dans le cas des filières classiques de valorisation énergétique. Le PCI est intéressant. Un approfondissement de cette filière a lieu dans le cadre des analyses en laboratoire vers une filière de valorisation énergétique dédiée

## 7. Etude des scénarios en fin de vie de l'isolant à base de fibres de bois

### 7.1. Situation actuelle

Plusieurs FDES sont disponibles :

- La FDES des produits ISONAT retient l'enfouissement comme scénario de fin de vie, après un transport sur 25 km.
- La FDES du panneau d'isolation SOPREMA retient l'enfouissement (ISDND) comme scénario de fin de vie à 58% (après un transport moyen de 30 km) et à 42% en UIOM (après un transport de 50 km).
- La FDES du panneau STEICO retient un mix de scénarios possibles pour leurs produits en fin de vie. Le produit est réparti à 57,2 % pour les matériaux de recyclage, à 25,5% pour les déchets subissant un traitement thermique, et à 17,3 % pour les déchets acceptés en décharge. STEICO indique que les produits peuvent réutilisés pour le même usage ou recyclés en divers sous-produits, comme la fabrication de panneaux de fibres agglomérées ou de panneaux de particules, ainsi que la production de paillis (Cecobois | Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois, s. d.). Enfin, Étant donné que les panneaux de fibres de bois sont essentiellement du bois naturel sain (sans métaux ou composés organochlorés), s'ils ne sont pas traités en surface, STEICO indique la une valorisation énergétique comme voie possible. Le pouvoir calorifique des isolants en fibres de bois STEICO est de 19,3 MJ/kg. La combustion d'une tonne de bois (avec une humidité de 18%) produit environ 1 231 kWh de courant électrique et 2 313 MJ de chaleur utilisable.
- La durée de vie d'un produit d'isolant en fibres de bois est similaire à celle d'un bâtiment, tant que le composant fait partie de l'isolation de celui-ci (souvent fixée à 50 ans par défaut).

## 7.2. Techniques de dépose sélective

Les systèmes constructifs principaux observés avec la fibre de bois sont le suivants :

- L'isolation semi-rigide pour l'isolation des combles
- L'isolation rigide ITE pour les toitures
- L'isolation rigide ITE mur

La pose de l'isolant à base de fibres de bois est récente. Il n'existe donc pas de retour d'expérience sur lamanière dont ils ont été gérés en fin de vie. L'évolution forte de la part de marché de cet isolant font que les fabricants s'intéressent dès aujourd'hui aux types de traitement que pourront subir les isolants en fin de vie.

Le tableau ci-dessous présente la dépose sélective en fin de vie.

Voie humide (mur ITE)	Voie sèche (isolation comble + ITE toiture + mur ITE bardage)
<b>Support d'enduit, prévoi un décroûtage + nettoyage.</b>	Isolation comble + ITI : pas collé, le <b>démontage est aisé</b> . Dépose des plaques de plâtre. Pas de difficulté particulière.
<b>Avec enduit, l'opération est plus compliquée. Ce sont les enduiseurs qui décrivent le protocole.</b>	Pour le ITE toiture, et mur ITE bardage, c'est <b>facile à démonter</b> , chaque élément est indépendant.
<b>Cela nécessite beaucoup de main d'œuvre.</b>	

Tableau 2 : Modalités de la dépose sélective de la fibre de bois

Le tableau ci-dessous présente la méthodologie préconisée selon les différents modes constructifs :

Méthodologie préconisée en cas de pose par voie humide	Méthodologie préconisée en cas de pose par voie sèche
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Action 1 : Décroûter l'enduit</b></li> <li>• Action 2 : Extraire la fibre de bois</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Action 1 : Démontage des cloisons soit par dévissage ou par découpage soignée</li> <li>• Action 2 : Extraction des panneaux de fibres de bois</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tâche est pénible car le décroûtage est manuel. La durée est longue. Pas de technique mécanique à ce jour</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tâche est plutôt aisée. La problématique est plutôt liée au stockage et conditionnement de la matière après extraction</li> </ul>

### 7.3. Scénarios de traitement envisagés en fin de vie

Plusieurs scénarios alternatifs à l'élimination ont été proposés. Le schéma suivant présente les scénarios envisagés.

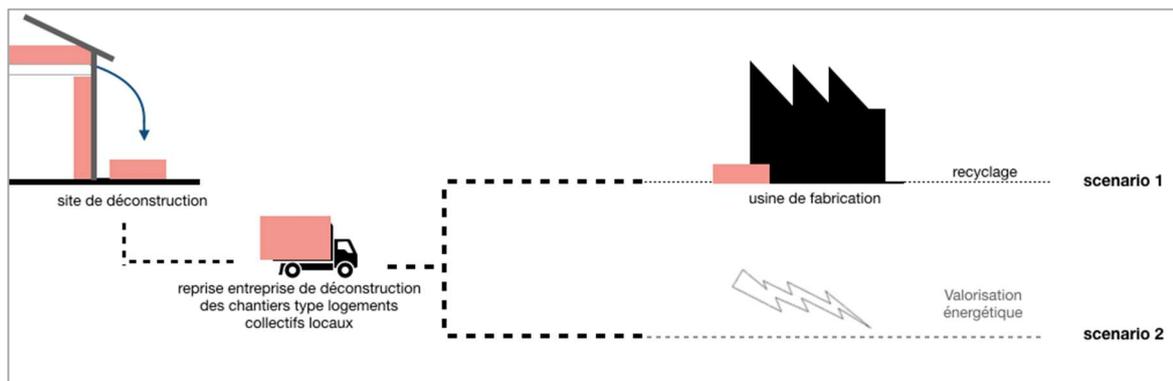


Figure 7 : Schéma d'organisation des isolants de fibres de bois vers les différents scénarios de valorisation

Les isolants à base de fibres de bois sont des matériaux adjuvés. Ils sont sous forme de panneaux, qui peuvent alors intégrer d'autres fibres (polyester ou papier). La production française de panneaux en fibres de bois est d'environ 100 000 tonnes par an. L'évolution prévue sur les prochaines années est forte.

Selon les fabricants, les scénarios retenus pour leur gestion en fin de vie sont différents. D'après la bibliographie, les scénarios de réutilisation, recyclage et la valorisation énergétique sont des scénarios envisageables.

Les fabricants d'isolants en fibres de bois connaissent actuellement une phase de transition dans le mode de fabrication pour améliorer la fin de vie des isolants. Actuellement, de nombreuses recherches portent sur l'élaboration de liants biodégradables pour optimiser les scénarios de fin de vie. Les entretiens menés aujourd'hui dévoilent peu d'information car ces programmes de R&D sont confidentiels. Les résultats actuels gagneront à être mis à jour à partir de 2025. Le montage d'une filière industrielle nécessite souvent une homogénéité dans le temps des approvisionnements. Cela peut cependant ne pas être un frein si les approvisionnements viennent de multiples apports issus également d'autres secteurs. Ces premiers constats montrent que le scénario alternatif à l'enfouissement le plus « vraisemblable » est la valorisation énergétique. Dans ce cas, il y a les filières déjà existantes comme l'incinération ou la fabrication de CSR. Pour aller plus loin, d'autres techniques à venir, comme la pyrogazéification pourrait être un traitement plus dédié à ces types de matériaux en fin de vie. C'est sur quoi dans le cadre de nos travaux, l'équipe IMT Atlantique a travaillé et a approfondi les analyses en laboratoire.

## 8. Bilan et recommandations

### 8.1. Bilan sur la dépose sélective

Les scénarios de gestion en fin de vie des isolants biosourcés dépendent dans un premier temps de la faisabilité de leur dépose sélective. La dépose sélective des produits et matériaux dans le cadre de travaux de réhabilitation ou de déconstruction totale est un métier émergent, aujourd'hui nommé : valoriste. Son développement est une condition sine qua non du développement des filières de réemploi, tri et recyclage des déchets en fin de vie.

L'étude montre aussi que la déconstruction sélective sera possible si la réflexion est portée dès la conception des projets. Les conditions et modalités de pose influencent la dépose sélective et la qualité/performance de l'isolant en fin de vie. Les techniques de pose en caisson ou en ossature bois présentent une plus forte potentialité au réemploi et au recyclage.

Il est important également de communiquer auprès des entreprises du bâtiment, notamment en déconstruction, afin d'améliorer la reconnaissance des produits.

Les temps de dépose sélective dépendent également des techniques de pose. Si la pose a été réalisée en voie humide, il est nécessaire de séparer l'enduit de la matière isolante. A ce jour, les techniques envisagées sont manuelles ce qui impactera le coût de la dépose sélective à la hausse. La mise en œuvre de grilles/filets entre l'enduit et l'isolant sont des solutions simples qui pourraient permettre de faciliter la dépose.

Il s'agit de penser une architecture réversible, qui anticipe de futurs usages avec des stratégies de conception qui prévoient des extensions, réaménagement et changement d'usages.

Pour les isolants en vrac, les entretiens ont montré l'existence de moyens mécanisés permettant de récupérer sélectivement l'isolant par aspiration. On parle de kit de dépose à mettre en place directement sur les cardeuses (souffleuses) utilisées dans au moment de la pose. On récupère ainsi l'isolant vrac dans des big-bags ou des sacs plus importants. La récupération sans indésirables demandent une vérification en amont de l'état de l'isolant.

## **8.2. Bilan pour le développement des scénarios alternatifs à l'enfouissement**

Plusieurs pistes de réflexion concernant la valorisation des isolants biosourcés sont en cours auprès des fabricants.

Dans des cas spécifiques et notamment s'il n'y a pas eu de dégradation du produit pendant son utilisation, le réemploi dans le même usage pourrait être un débouché possible. Ce scénario nécessite cependant le respect d'exigences réglementaires fortes afin d'être remis sur le marché. Ce scénario pourrait être approfondi dès l'apparition des premiers chantiers en fin de vie. L'objectif pourrait être de caractériser la matière en fin de vie afin de vérifier son état dans les différentes conditions de mises en œuvre et les capacités à récupérer soigneusement les matériaux.

Les fabricants travaillent sur des opportunités de recyclage, notamment pour la ouate de cellulose par exemple. Sur ce scénario, il apparaît un frein majeur qui est la logistique, notamment en boucle fermée car il existe peu d'usines de fabrication. L'autre frein est lié à la volonté du fabricant de récupérer uniquement ses propres produits. Le recyclage en boucle ouverte reste à creuser également. Les projets sont au stade R&D. On observe à l'heure actuelle peu de tension sur les ressources liées à la fabrication de l'isolant biosourcée, qui sont déjà liées à la récupération de déchets en fin de vie comme pour le textile ou la ouate.

Le montage d'une filière industrielle nécessite aussi souvent une homogénéité dans le temps des approvisionnements. Les gisements à venir de certains isolants restent faibles à l'échelle du développement d'une filière nationale. Cela peut cependant ne pas être un frein si les approvisionnements viennent de multiples apports issus également d'autres secteurs.

Ces premiers constats montrent que le scénario alternatif à l'enfouissement le plus « vraisemblable » est la valorisation énergétique. Dans ce cas, il y a les filières déjà existantes comme l'incinération ou la fabrication de CSR. Pour aller plus loin, les travaux de l'IMT Atlantique ont étudié l'opportunité pour ces isolants biosourcés de rejoindre une filière de pyrogazéification en lien avec la politique énergétique nationale et le développement d'énergie verte.

## **8.3. Recommandations en vue de privilégier le réemploi des isolants en fin de vie**

L'étude montre un potentiel de réemploi et la réutilisation des isolants arrivés en fin de vie dans des cas spécifiques. Cette filière peut être privilégiée dès que les techniques de mise en œuvre permettent de garder une bonne qualité des isolants. Les pratiques émergentes concernant cette filière et notamment la reconnaissance des produits mis en œuvre sont des outils permettant le développement de cette filière. Pour un développement plus important de cette filière, des études complémentaires de performances en fin de vie des isolants sera nécessaire. Le développement des scénarios de réemploi vont dépendre de la communication sur ces sujets. Plusieurs actions sont recommandées :

- Sensibiliser auprès des artisans et entreprises du bâtiment au moment de la construction : sur la bonne mise en œuvre des produits, notamment en termes de densité des produits, en ajoutant aux arguments la conservation du produit de garder leur qualité et performance sur une durée de vie bien plus importante,
- Informer les constructeurs, les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les particuliers autoconstructeurs sur les modes de construction qui permettent de privilégier une filière de réemploi en fin de vie (éviter l'enduit direct ou Insufflation en caisson par exemple)
- S'appuyer sur les outils digitaux à venir, notamment le BIM, pour garder une traçabilité des localisations des produits mis en œuvre et intégrer dans les fiches techniques des produits les potentialités de réemploi
- Etablir une méthodologie permettant aux diagnostiqueurs économie circulaire / réemploi et aux entreprises de déconstruction sur la reconnaissance d'un isolant encore en bon état et potentiellement réemployable
- Définir la liste des tests à réaliser pour vérifier le potentiel de réemploi/réutilisation des isolants
- Mener un suivi des chantiers produisant des isolants biosourcés en fin de vie, vérifier leur état et leurs performances pour enrichir les retours d'expériences

## **8.4. Recommandations pour les scénarios pour la paille en fin de vie**

A partir des entretiens menés auprès des experts de l'isolant Paille, l'étude montre qu'il existe des scénarios alternatifs à l'élimination. Les évolutions de coût de TGAP sur l'élimination engendrent également une incitation économique forte à trouver d'autres solutions que l'enfouissement. Pour que ces filières puissent être mises en œuvre, nous recommandons de :

- Informer les constructeurs, les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les particuliers autoconstructeurs sur les filières en fin de vie,
- Dès les premiers chantiers, réaliser des expérimentations et un suivi afin de démontrer par retour d'expériences la faisabilité du scénario
- Lors des chantiers, préparer en amont la filière avec la recherche d'un acteur local intéressé par la reprise de la paille en fin de vie
- La paille va engendrer des volumes importants. L'espace de stockage sur site devra donc être anticipé.
- Dans le cas d'une filière avec un agriculteur local, il sera important de créer un réseau d'agriculteurs et de gestionnaires d'espaces verts potentiellement intéressés par leur récupération. Le scénario de reprise local nécessite de créer un écosystème d'acteurs sur les territoires,

### **8.5. Recommandations pour les scénarios de traitement en fin de vie**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ADEME. Analyse technico-économique de 39 plateformes françaises de tri/valorisation des déchets du BTP, décembre 2011
- ADEME, FFB. Mieux gérer les déchets de chantier de bâtiment - dernière mise à jour novembre 2013
- ADEME. Actes de la journée SÉMINAIRE R&D : Restitution des projets lauréats de l'appel à projets de R&D « DÉCHETS BTP » Éditions 2012-2014 - 28 avril 2016 - FIAP Jean Monnet, Paris 14ème
- ADEME. REPAR - Réemploi comme Passerelle entre Architecture et industrie, Mars 2014
- ADEME. Démarche REVALO – Fenêtre en fenêtre - Recyclage en boucle fermée des menuiseries en fin de vie issues des chantiers de rénovation thermique et de réhabilitation lourde, Décembre 2014
- ADEME. Démarche REVALO – Qualité Intégrée : Produire bien du premier coup - Réduction à la source des déchets de production issus de la phase Gros Œuvre des bâtiments en construction, Septembre 2014
- ADEME. Nouveaux systèmes constructifs démontables en rénovation ou déconstruction pour valorisation et recyclage simplifiés et attractifs des produits et matériaux (Demodolor), Juillet 2015
- ADEME. Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction, avril 2016
- ADEME. Gestion et valorisation des déchets de chantier du bâtiment, juin 2016
- ADEME. DEMOCLES : les clés de la démolition durable, Juillet 2016
- ADEME. Mise en œuvre de l'obligation de télédéclaration du formulaire de récolement CERFA 14498 pour certaines opérations de démolition - Décret du 31 mai 2011, Edition 2017.
- ADEME. Bilan National du Recyclage 2005-2014 - Rapport final, mai 2017
- ADEME. Exploitation des états des lieux départementaux de prévention et de gestion des déchets issus de chantiers, mars 2017
- ADEME. Fiche technique déchets du bâtiment, septembre 2017
- ADEME. La qualité environnementale des bâtiments tertiaires retour d'expériences en Auvergne-Rhône-Alpes, avril 2018
- ADEME, TBC et CSTB. Perspectives 2035 et 2050 de consommation de matériaux pour la construction neuve et la rénovation énergétique BBC, décembre 2019
- ADEME – 2021 - Etude de préfiguration de la filière REP Produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment
- BELLASTOCK – Guide Optimiser et massifier le réemploi de matériaux - 2018
- CEREMA. Guide méthodologique Économie circulaire des matériaux et ouvrages du BTP : L'analyse de cycle de vie appliquée aux infrastructures de transport, 2019
- DEMOCLES. Guide d'accompagnement de la Maîtrise d'ouvrage et de la Maîtrise d'œuvre. Intégration des prescriptions « Déchets » dans les CCTP et les contrats cadres de chantiers de réhabilitation lourde et de démolition, novembre 2017

- DEMOCLES. Guide d'informations sur les filières de valorisation des déchets du second-œuvre, mars 2018
- DEMOCLES. Outils et Guide pour la réalisation du diagnostic Produits/matériaux/déchets avant démolition/réhabilitation significative des bâtiments – 2020
- FFB et ses partenaires - Etude de scénarii pour la mise en place d'une organisation permettant une gestion efficace des déchets du bâtiment dans le cadre d'une économie circulaire, mai 2019
- FCRBE – CSTC - Un guide pour l'identification du potentiel de réemploi des produits de construction – Mars 2020
- FRANCEAGRIMER - L'observatoire en biomasse des ressources du territoire – Edition 2016
- NOVABUILD. Utilisation en technique routière des graves recyclées issues de la déconstruction, décembre 2019
- RECORD. Intégration de déchets en construction : Comparaison des approches européennes et recommandation pour la définition d'une procédure d'évaluation, novembre 2019
- SEDDRE – Etude sur les pratiques de tri sur les chantiers de déconstruction – Janvier 2020
- NOMADEÏS, ARTS ET METIERS PARISTECH, BIOBUILD CONCEPT - Panorama de l'usage des matériaux de construction biosourcés dans 15 pays
- Projet de recherche BIOECONOMICS - Analyse de la chaîne de valeur dans le domaine de la production, fabrication, commercialisation et de la mise en œuvre de matériaux biosourcés - Auteurs : Luc Floissac, Hans Valkhoff, Sylvain Angerand - juin 2016
- Projet TERRACREA - Disponibilités en terres arables métropolitaines pour une production soutenable de matériaux biosourcés pour la construction / réhabilitation de bâtiments compatibles avec les objectifs « Grenelle » - Août 2014
- PROJET RECYFIBRES – Etude de la valorisation matière des panneaux de fibres issus des DEA BOIS - 2017
- François Bois, Amélie Carré, La déconstruction, une alternative écologique à la démolition – Complément technique – Le Moniteur – mai/juin 2020 – page 33 à 50
- Virginie PAVIE, 2018, Principes de déconstruction, Déconstruction, quand la dépose se fait sélective. Cahier technique du bâtiment - N°318

## INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

---

### TABLEAUX

Tableau 1 : Opportunités et freins au réemploi de isolants biosourcés .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 2 : Modalités de la dépose sélective de la fibre de bois .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

### FIGURES

Figure 1 : Techniques d'extraction des isolants biosourcés .....	7
Figure 2 : Description des scénarios potentiels en fin de vie de l'isolant à base de paille .....	11
Figure 3 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant chanvre – filière dite artisanale (sans adjuvant).....	13
Figure 4 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant chanvre – filière dite industrielle (avec adjuvant) ....	13
Figure 5 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant à base de ouate de cellulose .....	15
Figure 6 : Scénarios envisagés pour la gestion en fin de vie de l'isolant à base de textiles recyclés .....	18
Figure 7 : Schéma d'organisation des isolants de fibres de bois vers les différents scénarios de valorisation .....	20

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard



#### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

## Etude des Scénarios en fin de vie des isolants biosourcés

La nouvelle réglementation environnementale du bâtiment "RE2020" va entrer en vigueur à compter de juillet 2021. Elle intègre des évolutions extrêmement importantes qui devraient à terme profondément modifier le secteur de la conception et de la construction et faire évoluer la nature des produits et matériaux de construction les plus employés en faveur des isolants biosourcés

Le projet souhaite apporter des connaissances techniques et scientifiques sur ces matériaux et proposer des méthodes, protocoles ou recommandations vis-à-vis de leur fin de vie en analysant les moyens d'identification des matériaux biosourcés en fin de vie, les modes de dépose/déconstruction, de collecte et tri des matériaux en fin de vie en vue d'assurer une valorisation, les potentialités de filières de valorisations des matériaux biosourcés, notamment énergétiques, les bonnes pratiques en termes d'éco-conception en vue d'une valorisation en fin de vie.

***Cette étude apporte des premiers enseignements techniques sur les scénarios de gestion en fin de vie de différents types d'isolants biosourcés.***

***A partir des modalités mise en œuvre de pose en construction, elle amène des éléments sur les modalités de dépose sélective, le conditionnement adapté et les filières de traitement envisageables.***

