

# Matériaux géo et biosourcés dans les logements sociaux en Normandie

État des lieux, opportunités et conditions de développement



Liberté  
Égalité  
Fraternité

Financé par :



BANQUE des  
**TERRITOIRES**



RÉGION  
NORMANDIE



Union pour l'Habitat Social de Normandie



FÉDÉRATION  
PROMOTEURS  
IMMOBILIERS



ARPE NORMANDIE



Association Régionale pour la Promotion  
de l'Eco-construction en Normandie

# Sommaire



## Glossaire

## Introduction

### I. Analyse de la demande

#### 1. Le parc du logement social

##### 1.1- Les caractéristiques du parc social Normand

##### 1.2- Le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés en neuf et réhabilitation

#### 2. L'écosystème et le positionnement des acteurs

##### 2.1- L'écosystème

##### 2.2- Le positionnement des acteurs

#### 3. La connaissance des matériaux géo et biosourcés

##### 3.1- Le niveau estimé de connaissance

##### 3.2- Les sources d'informations actuelles

##### 3.3- La formation et ses canaux de diffusion

#### 4. Les aspects financiers, normatifs et assurantiels

##### 4.1- L'aspect financier

##### 4.2- L'aspect normatif et assurantiel

### II. Analyse de l'offre

#### 1. Introduction aux matériaux géo et biosourcés

##### 1.1 – Définition des matériaux géo et biosourcés

##### 1.2 – Des matériaux manufacturés en fort développement (non produits en Normandie)

##### 1.3 – Des performances convaincantes

#### 2. Les matériaux géo et biosourcés produits en Normandie

##### 2.1 – La pierre naturelle

##### 2.2 – La terre crue

##### 2.3 – Le bois d'œuvre

##### 2.4 – La paille

##### 2.5 – Le chanvre

### III. Leviers croisés offre/demande à la massification de l'utilisation des matériaux géo et bio sourcés en Normandie

1. Le positionnement des acteurs
2. L'information et la connaissance
3. Les réglementations
4. La sécurisation des opérations
5. Le développement de l'offre

### Conclusion

### Méthodologie

### Remerciements

### Présentation de la CERC Normandie

### Présentation de l'ARPE Normandie

### Annexes

## A

---

**ACT**

Mission assistance pour la passation des contrats travaux

**AMO**

Assistance a Maitrise d'Ouvrage

**AOR**

Mission assistance apportée au maître d'ouvrage lors des opérations de réception

**APD**

Mission d'études d'avant projet définitif

**APS**

Mission d'études d'avant projet sommaire

## C

---

**CCTP**

Cahier des Clauses Techniques Particulières

**CEE**

Certificats d'Economies d'Energie

**CINOV**

Fédération patronale représentative de la branche BETIC. Elle regroupe les entreprises des métiers du conseil, de l'ingénierie et du numérique

**CROA**

Conseil régional de L'Ordre des Architectes

## D

---

**DCE**

Dossier de Consultation pour les Entreprises

**DOE**

Dossier des Ouvrages Exécutés

**DET**

Mission Direction de l'Exécution des Travaux

## E

---

**ESQ**

Mission études d'esquisse

**EXE**

Mission études d'exécution

---

## F

**FFB**

Fédération Française du Bâtiment

**FPI**

Fédération des Promoteurs Immobiliers

---

## M

**MOA**

Maîtrise d’Ouvrage

**MOE**

Maîtrise d’Œuvre

---

## P

**PAC**

Mission plan d’atelier et de chantier

**PRO**

Mission étude de projets

**PLU**

Plan local d’urbanisme

---

## R

**RE2020**

Réglementation Environnementale 2020

**RPLS**

Répertoire des Logements Locatifs des Bailleurs Sociaux

---

## U

**UHS**

Union pour l’Habitat Social

**UNTEC**

Union Nationale des Economistes de la Construction

---

## V

**VEFA**

Vente en état futur d’achèvement

**VISA**

Mission visa des études d’exécution

La future réglementation environnementale (RE 2020) appliquée à la construction neuve, aura pour ambition de répondre aux impératifs de durabilité requis par la transition écologique. A cette fin, elle prendra en compte, en complément de l'efficacité énergétique et de la production d'énergies renouvelables, les émissions de gaz à effet de serre (GES) générées tout au long du cycle de vie du bâtiment, de l'extraction des ressources à la déconstruction, en passant par les phases de fabrication, de construction, d'usage et de maintenance.

Les matériaux géo et biosourcés présentent généralement une faible empreinte carbone ainsi que, pour certains, des propriétés isolantes. Ils sont ainsi précisément en mesure de répondre à l'enjeu collectif d'amélioration de la performance environnementale des bâtiments et de la mise en œuvre de la RE 2020.

Le développement de filières locales durables pour la production de matériaux de construction constitue donc une des pistes les plus prometteuses et une réelle opportunité de réduction de l'empreinte carbone des bâtiments tout en apportant une réponse aux enjeux de préservation des ressources planétaires.

Cependant l'utilisation des matériaux géo et biosourcés reste encore à la marge dans le secteur de la Construction aujourd'hui.

Les bailleurs sociaux, réunis au sein de l'Union de l'Habitat Social, ainsi que les promoteurs immobiliers via la Fédération des Promoteurs Immobiliers, ont exprimé leur intérêt pour les matériaux géo et biosourcés et souhaitent les inclure plus massivement dans leurs opérations de construction et de rénovation. Cette étude constitue une première étape à franchir pour atteindre cet objectif.

Le travail présenté ici a donc pour objet de dresser un état des lieux des pratiques, freins et difficultés pour ensuite déboucher sur des leviers.

### **Le champ de l'étude est celui des opérations des bailleurs sociaux.**

Pour réaliser une opération, tout un écosystème est mobilisé : L'Etat qui réglemente et aide au financement, la maîtrise d'ouvrage (les bailleurs sociaux mais aussi les promoteurs dans le cadre des opérations en vente en l'état futur d'achèvement (VEFA), la maîtrise d'œuvre pour la conception et le suivi (les architectes, bureaux d'études et économistes), les assistants à maîtrise d'ouvrage (AMO), les entreprises qui réalisent les travaux, mais aussi tout un autre ensemble d'acteurs (bureaux de contrôle, les collectivités, les aménageurs, les assureurs, les producteurs et transformateurs de matériaux...).

Aussi, le parti pris a été d'interroger un maximum d'acteurs au-delà de la maîtrise d'ouvrage pour dégager une vision neutre et objective de l'ensemble de la chaîne de valeur.

La première partie du document s'intéresse à la demande de matériaux géo et biosourcés, qui s'exprime à travers la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et les entreprises.

L'offre de matériaux géo et biosourcés est explorée dans la deuxième partie, en se concentrant sur les matériaux produits sur le territoire régional. L'écosystème des acteurs, l'étude de la disponibilité de la ressource, les usages et les caractéristiques des matériaux géo et biosourcés sont abordés pour les cinq filières principales (paille, chanvre, bois d'œuvre, terre crue et pierre naturelle).

Enfin, la troisième partie synthétise les leviers de l'offre et de la demande.



# I. Analyse de la demande

1. Le parc du logement social
  - 1.1- Les caractéristiques du parc social Normand
  - 1.2- Le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés en construction neuve et réhabilitation
2. L'écosystème et le positionnement des acteurs
  - 2.1- L'écosystème
  - 2.2- Le positionnement des acteurs
3. La connaissance des matériaux géo et biosourcés
  - 3.1- Le niveau estimé de connaissance
  - 3.2- Les sources d'informations actuelles
  - 3.3- La formation et ses canaux de diffusion
4. Les aspects financiers normatifs et assurantiels
  - 4.1- L'aspect financier
  - 4.2- L'aspect normatif et assurantiel

## Note de lecture générale :

Spontanément, il apparaît que les acteurs de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et des entreprises de mise en œuvre ont des contraintes, des enjeux et des temporalités différentes sur le sujet traité dans cette étude.

Ainsi, le choix a été fait ici de ne pas se focaliser sur le seul point de vue de la maîtrise d'ouvrage mais au contraire sur celui de l'ensemble des acteurs dont les composantes de la maîtrise d'œuvre (architectes, bureaux d'études, économistes) et des entreprises.

Aussi, une série d'entretiens qualitatifs ont été menés auprès de structures de chaque catégorie. L'objectif était de s'assurer que les problématiques de tous les acteurs soient prises en compte dans la réalisation d'un questionnaire en ligne. Le questionnaire en ligne a été diffusé en Normandie très largement. Pour plus d'informations sur le questionnaire et son traitement, voir la partie « note méthodologique »

Le constat dressé lors des entretiens qualitatifs et suite au traitement du questionnaire en ligne a ensuite permis d'organiser trois focus groupes (un premier avec les bailleurs sociaux, un deuxième avec les promoteurs et un dernier avec la composante maîtrise d'œuvre).

L'objectif était d'approfondir les constats et de produire des leviers.

Ces leviers repris dans la suite de ce document ne proviennent ni de la CERC Normandie ni de l'ARPE Normandie mais de l'ensemble des acteurs interrogés, grâce et à partir des outils déployés pour cette étude.

Ils ne sont pas tous partagés entre les différentes catégories d'acteurs (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprises). De même, au sein d'une même catégorie d'acteurs (bailleurs sociaux par exemple), les points de vue peuvent être divergents.

## Lecture des tableaux de réponses du questionnaire en ligne :

A noter que la formulation des questions était volontairement courte et que par conséquent, **la perception des questions et leur interprétation peuvent varier.**

Certaines questions permettaient les réponses ci-après. Le solde d'opinion a été pondéré de la façon suivante.

Modalités	Pondération
Je ne suis pas du tout d'accord	-10
Je ne suis pas d'accord	-5
Je suis neutre	0
Je suis d'accord	5
Je suis tout à fait d'accord	10

## 1.1- Les caractéristiques du parc social Normand

### Analyse de la demande

Du fait des aspirations environnementales de plus en plus fortes avec leur traduction réglementaire (la RE2020), la demande de bâtiments intégrant des matériaux géo et biosourcés augmente fortement. C'est le cas également pour les bailleurs sociaux. De nombreux acteurs s'interrogent sur la capacité en nombre et en qualité aujourd'hui de la maîtrise d'œuvre à concevoir et des entreprises à mettre en œuvre.

## CHIFFRES-CLÉS

(données le plus récentes et disponibles pour la Normandie)

Le parc social représente

**325 000 logements**

soit 20% du parc total des résidences principales

Sur les 10 dernières années, en moyenne par an,

**3350 logements neufs**  
et  
**5000 à 6000 réhabilitations**

En 2017, l'activité des bailleurs sociaux pesait

**12%**

de l'activité total du Bâtiment

Pour les bailleurs, l'activité était répartie comme suit :  
En 2017

**43%**

Pour la construction neuve

**56%**

pour l'entretien rénovation

(dont 51% pour la rénovation/réhabilitation)

**1%**

pour la démolition

En 2020, le parc social en Normandie est constitué de logements collectifs (74%), de logements individuels (24%) et de logements étudiants (2%).

## Les étiquettes énergétiques et GES (Gaz à Effet de Serre)

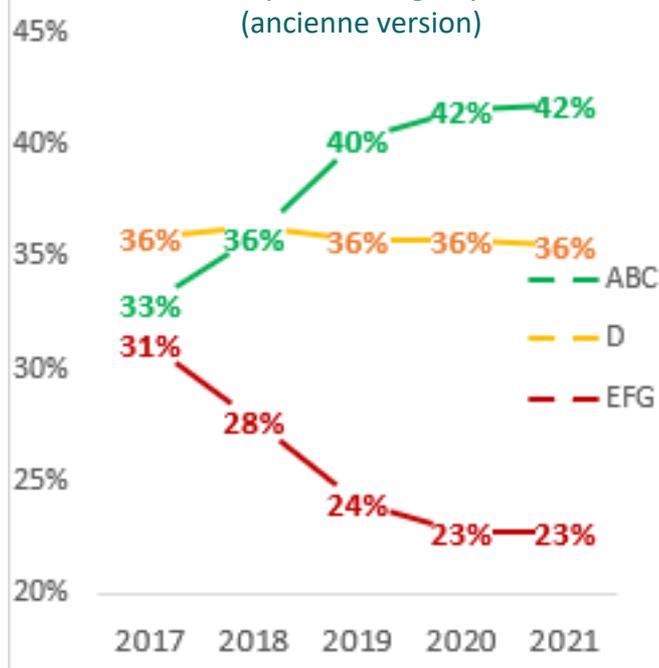
### - Les étiquettes énergétiques -

La loi Énergie-Climat du 8 décembre 2019 vise à lutter contre la précarité énergétique et à limiter les émissions de CO2 en France. Les bailleurs sociaux se voient donc contraints à rénover leur parc de logements. Ainsi, entre 2017 et 2021, la part des logements avec étiquette énergétique A, B ou C a augmenté de 9%. A l'inverse, celle des logements avec étiquette énergétique E, F ou G a baissé de 8%.

Comme le montre le graphique ci-contre, le classement DPE (ancienne version) de l'ensemble du parc des logements normands est nettement moins bon que celui des bailleurs sociaux (en 2020, pour l'ensemble du parc de logements : part des A, B et C : 33%, D : 28% et E, F et G : 39% - à comparer avec ceux du graphique ci-contre).

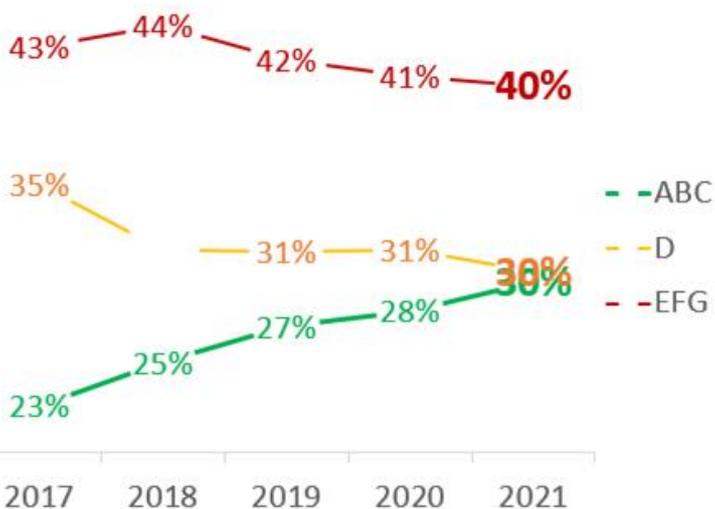
[Pour aller plus loin \(site UHS Normandie\)](#)

Répartition du parc de logements sociaux par étiquette énergétique (ancienne version)



Source : RPLS 2017 à 2021

Répartition du parc de logements sociaux par étiquette GES (ancienne version)



### - Les étiquettes GES -

Pour les étiquettes GES (gaz à effet de serre), la dynamique diffère dans le temps de celle des étiquettes énergétiques.

Entre 2017 et 2021, la part des logements A, B et C a augmenté de 7%, celle des logements D a baissé de 5% et celle des logements E, F et G n'a décliné que de 3% et reste à un niveau élevé (40%).

La part des logements avec étiquette A, B ou C est en 2021 de 29% contre 40% pour ceux avec étiquette E, F ou G.

## Les obligations des bailleurs sociaux

Les bailleurs n'ont pas d'obligation en terme de GES pour la location et la vente. Cependant pour les étiquettes énergétiques, voici le cadre réglementaire :



### Interdiction de location

La loi climat et résilience prévoit l'interdiction progressive de la location des logements énergivores :

- ✓ 2025 : Logements avec étiquette classée G
- ✓ 2028 : Logements avec étiquette classée F
- ✓ 2034 : Logements avec étiquette classée E

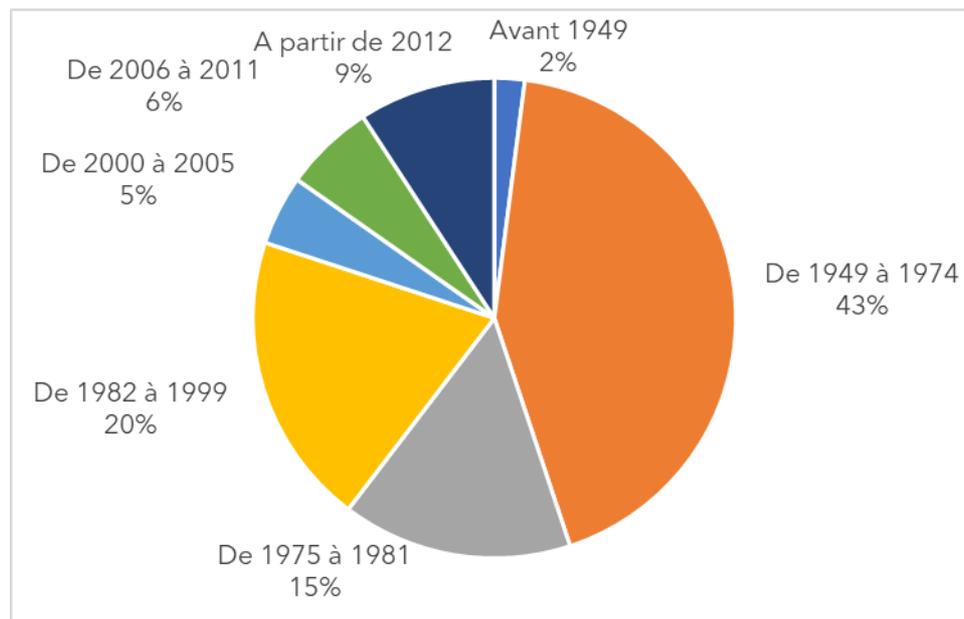


### Obligation d'audit énergétique

Les logements mis en vente devront faire l'objet d'un audit énergétique obligatoire, en plus du DPE

- ✓ Dès septembre 2022 : étiquettes F- G
- ✓ 2025 : étiquette E
- ✓ 2034 : étiquette D

## La répartition du parc par année de construction



Source : RPLS 2021

Une part importante (45%) du parc actuel des bailleurs sociaux a été construite avant 1974. Cela induit nécessairement des besoins de rénovation plus importants.

Le mode constructif impacte le choix des procédés et des matériaux à mettre en œuvre dans le cadre d'une rénovation.

Les données agrégées sur les typologies constructives (ossature bois, béton, briques,...) ne sont pas disponibles à ce jour.

La part des logements avec étiquette A, B ou C est de 95% pour les logements construits après 2012 contre 42% pour les logements construits entre 1975 et 2011 et 32% pour les logements construits avant 1975 (Source : RPLS 2021)

## La dynamique du parc social construction neuve et réhabilitation

### - Construction neuve -

Nombre de logement conventionnés construits						
	Calvados	Eure	Manche	Orne	Seine-Maritime	Total
<b>2017</b>	726	382	108	60	1 554	2 830
<b>2018</b>	724	277	79	82	1 471	2 633
<b>2019</b>	443	175	62	54	721	1 455
<b>2020</b>	468	202	51	31	1 023	1 775
<b>Total</b>	<b>2 361</b>	<b>1 046</b>	<b>300</b>	<b>227</b>	<b>4 769</b>	<b>8 693</b>

Source : RPLS 2021

### - Réhabilitation -

Une grande part des travaux de réhabilitation est financée avec les CEE. Dans les bases de données CEE, en Normandie, 161 308 logements ont été rénovés avec ce dispositif entre 2018 et 2021 inclus.

Dans le détail 34% des logements ainsi rénovés l'ont été au moins sur l'enveloppe, c'est-à-dire du toit, du plancher, des murs, des fenêtres et des portes, soit tout ce qui sépare l'intérieur du bâtiment de l'extérieur (soit 55 627 logements). Si on ne garde que l'enveloppe hors fermeture et menuiserie, le pourcentage tombe à 29% (46 817 logements). Or, les matériaux géo et biosourcés sont pour une large partie utilisables en rénovation de l'enveloppe. Cela montre que le potentiel de développement de ces matériaux est important dans les opérations de réhabilitation des bailleurs sociaux.

#### Les logements réhabilités sur l'enveloppe via un financement CEE entre 2018 et 2021

	Isolation de combles ou de toitures	Isolation des murs	Isolation d'un plancher	Isolation des toitures terrasses
Nombre de logements	12 525	23 424	12 419	18 751
% de logements	8%	15%	8%	12%

Source : UHS

## 1.2- Le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés en neuf et réhabilitation

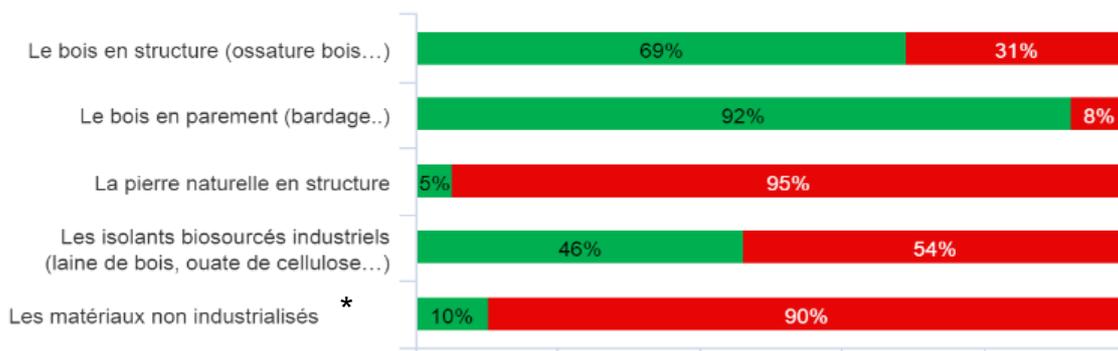
### Le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés en construction neuve et en réhabilitation

A la date de réalisation de l'étude, il n'existe pas de données agrégées sur la nature et le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés dans les opérations passées, actuelles et à venir des bailleurs sociaux.

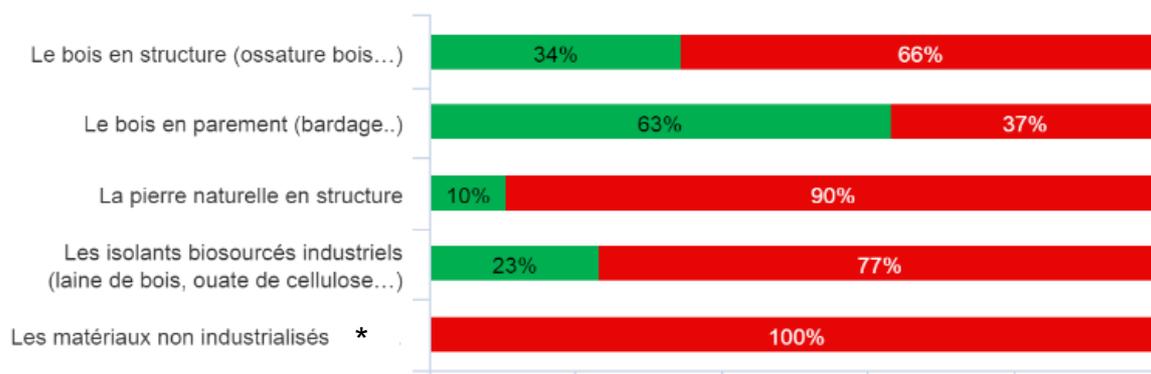
Pour autant, les bailleurs normands ont largement déjà intégré les matériaux géo et biosourcés que ce soit en neuf ou en réhabilitation comme le montrent les résultats de l'enquête menée :

Avez-vous déjà intégré ces matériaux géo et biosourcés dans vos projets ?

#### Pour le neuf ?



#### Pour la réhabilitation ?



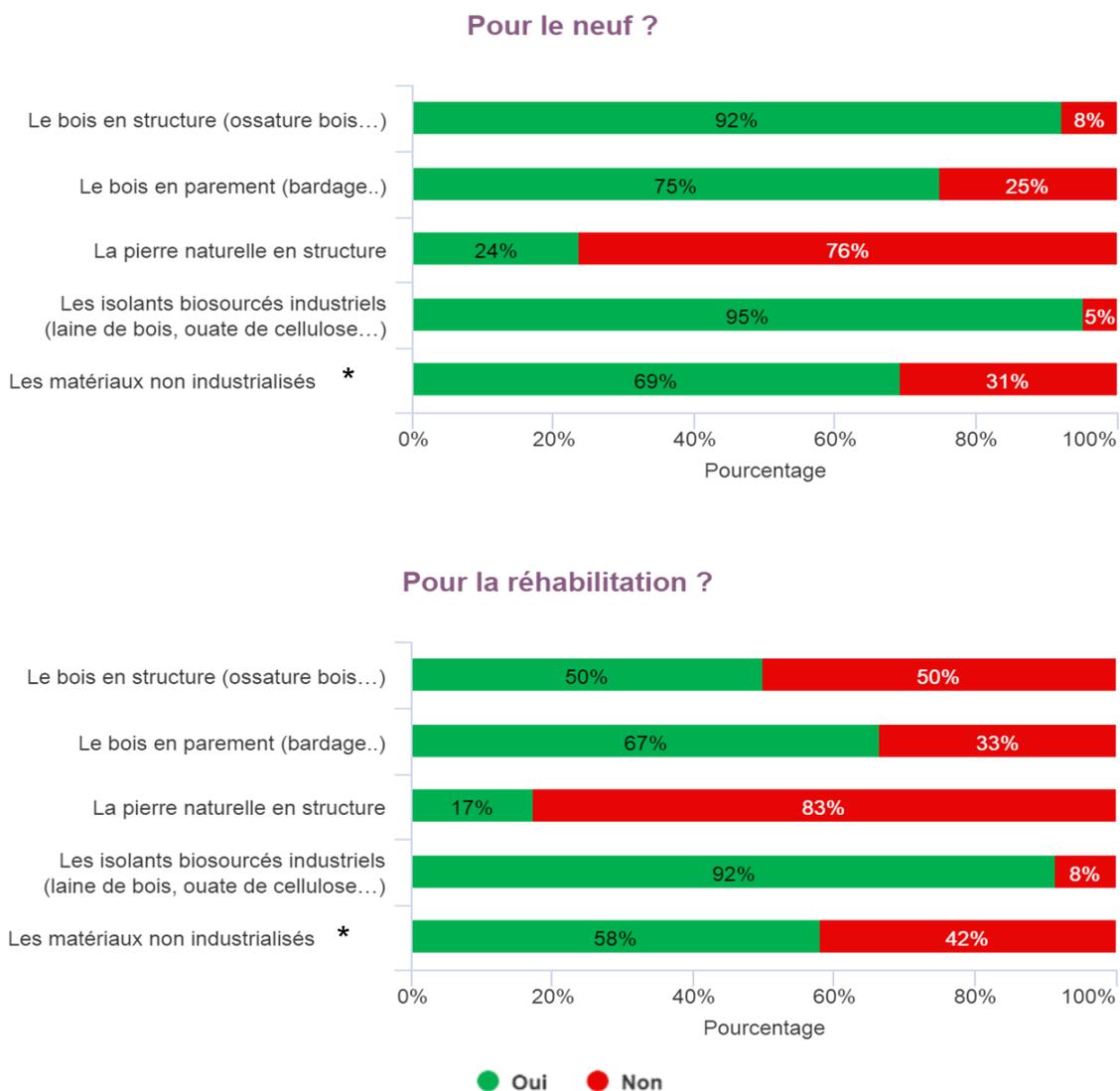
\* : voir page 51 pour définition

● Oui ● Non

## Le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés en construction neuve et en réhabilitation (suite)

Pour les bailleurs n'ayant pas déjà utilisé ces matériaux géo et biosourcés, la question suivante a été posée :

Sur les 5 prochaines années, quels matériaux géo et biosourcés aimeriez-vous déployer dans votre stratégie dans le neuf et en rénovation ?



\* : voir page 51 pour définition

## Le niveau d'utilisation des matériaux géo et biosourcés en neuf et en réhabilitation

### - De l'impact de la réhabilitation thermique sur les factures d'énergie des ménages -

L'UHS Normandie, avec son observatoire de la réhabilitation thermique, a pu estimer le gain en énergie retranscrit en euro des réhabilitations thermiques menées par les bailleurs sociaux sur leur parc entre janvier 2019 et novembre 2020. Il en ressort qu'en moyenne, 1000 € de travaux de réhabilitation thermique génèrent un gain de 9,66 kWh/m<sup>2</sup>/an soit pour un logement de 68 m<sup>2</sup> (superficie moyenne des logements sociaux) une économie de 125€ par an avec un coût de l'énergie de 0,19€/kWh. Ces chiffres reflètent bien la nécessaire prise en compte du coût global des logements. Cela dépasse le cadre de cette étude pour plusieurs raisons. D'une part, le niveau de consommation énergétique est lié à plusieurs facteurs : les usages au sens large, le mode de production de chaleur et le niveau de performance de l'isolation. D'autre part, il est possible de construire ou de rénover à un haut niveau de performance avec des matériaux dits conventionnels.

Toutefois et sans dévoiler les suites de notre étude, les matériaux géo et biosourcés sont souvent associés à un surcoût important par rapport aux matériaux dits conventionnels. Aussi, il serait intéressant d'intégrer cette notion de surcoût dans une démarche de coût global afin de mesurer la soutenabilité économique de l'intégration des matériaux géo et biosourcés dans le temps. Cela passerait par une mesure plus poussée des économies d'énergie dans le cadre de la réhabilitation thermique hors équipements de production de chaleur avec des matériaux géo et biosourcés.

Ainsi la question qui se pose est celle du financement de cette rénovation énergétique quand, d'un côté, les locataires paient les dépenses d'énergie et de l'autre, les bailleurs financent les travaux de rénovation, sachant que pour ces derniers, le montant des loyers, et par conséquent les coûts de construction et de rénovation, sont encadrés par l'Etat.

### - Coût Global -

L'approche en coût global vise à anticiper les contraintes de fonctionnement, d'exploitation, de maintenance et de déconstruction lors de la construction d'un ouvrage. L'énergie fait partie des variables à prendre en compte.

Les bailleurs qui ont répondu à l'enquête ont considéré à 48% qu'ils devraient raisonner en coût global et non en coût de construction et maintenance (30% neutre et 22% contre).

Pour en savoir plus : [Etude sur CEREMA](#)

## 2.1- L'écosystème

### L'Etat

L'Etat oriente les pratiques des bailleurs sociaux selon deux axes : d'une part, il donne les règles de financement des opérations via le niveau des loyers et des aides à la pierre.

Concernant les aides et subventions, 79% des bailleurs sociaux interrogés pensent qu'elles ne seront pas suffisantes pour permettre d'intégrer les matériaux géo et biosourcés.

D'autre part, l'Etat pose et assure le respect du cadre réglementaire et normatif (parmi les réglementations, la Réglementation Environnementale 2020, voir encart ci-dessous).

#### – RE2020 –

En 2022, la France passe d'une réglementation thermique à une réglementation environnementale, la RE2020, plus ambitieuse et exigeante pour la filière Construction. Elle s'inscrit dans une action continue et progressive en faveur de bâtiments moins énergivores. Depuis 1974, plusieurs réglementations thermiques successives ont ainsi été mises en place. La dernière en date, la RT2012, issue du Grenelle de l'environnement, fixait déjà des exigences de résultats élevées en matière de conception du bâtiment, de confort et de consommation d'énergie ainsi que des exigences de moyens.

La loi Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (ELAN) prévoyait l'entrée en vigueur d'une nouvelle réglementation environnementale des bâtiments neufs en 2020, la RE2020.

Son objectif est de poursuivre l'amélioration de la performance énergétique et du confort des constructions, tout en diminuant leur impact carbone. Elle s'articule autour de trois principaux axes :

- Poursuivre l'amélioration de la performance énergétique et la baisse des consommations des bâtiments neufs. La RE2020 va au-delà de l'exigence de la RT2012, en insistant en particulier sur la performance de l'isolation quel que soit le mode de chauffage installé, grâce au renforcement des exigences sur l'indicateur de besoin bioclimatique, Bbio.
- Diminuer l'impact sur le climat des bâtiments neufs en prenant en compte l'ensemble des émissions du bâtiment sur son cycle de vie, de la phase de construction à la fin de vie (déchets, matériaux de construction, équipements), en passant par la phase d'exploitation (chauffage, eau chaude sanitaire, climatisation, éclairage...), via une analyse en cycle de vie.
- Permettre aux occupants de vivre dans un lieu de vie et de travail adapté aux conditions climatiques futures en poursuivant l'objectif de confort en été. Les bâtiments devront mieux résister aux épisodes de canicule, qui seront plus fréquents et intenses du fait du changement climatique.

La RE2020 repose sur une transformation progressive des techniques de construction, des filières de matériaux et des solutions énergétiques, afin de maîtriser les coûts de construction et de garantir la montée en compétence des professionnels.

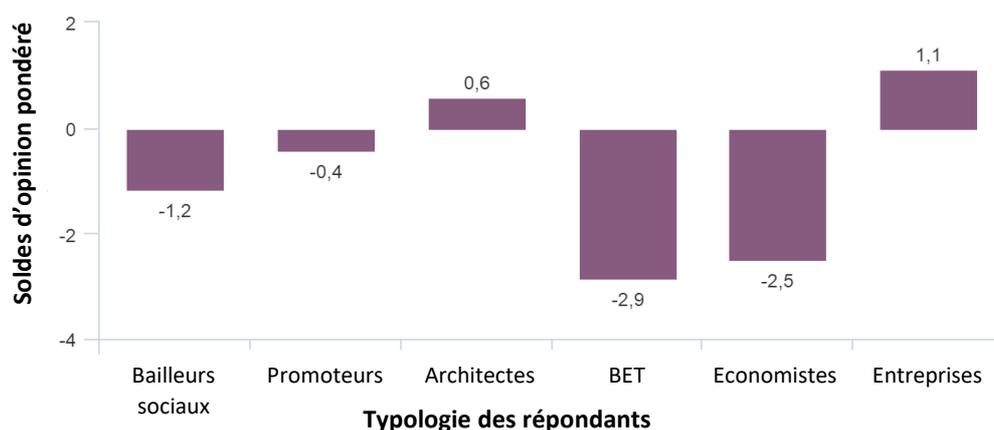
## L'Etat (suite)

Deux craintes concernant la mise en œuvre de la RE2020 sont souvent évoquées :

- Les difficultés de compréhension et de mise en œuvre (méthodologie, indicateurs, mode de calcul). Ainsi, certains acteurs estiment que la RE2020 est trop nébuleuse.
- Lors des entretiens qualitatifs et des focus groupes, le risque a été évoqué que la RE2020 conduise à simplement ajouter des matériaux géo et biosourcés (ex : bardage bois sur mur béton) sans diminuer l'utilisation des matériaux conventionnels.

Sur ce point, la perception des différents acteurs diverge légèrement comme le montre les réponses à la question suivante (voir page 8, note de lecture générale) :

**Pensez-vous que La RE 2020 va conduire à simplement ajouter des matériaux géo et biosourcés (ex : bardage bois sur mur béton) sans diminuer l'utilisation des matériaux conventionnels (comme le béton par exemple) ?**



Par ailleurs, la RE2020 est citée comme la première motivation à l'utilisation des matériaux géo et biosourcés par les bailleurs sociaux et les promoteurs immobiliers.

### Leviers

- Améliorer la réglementation pour inclure les notions du confort et du bien-être (sous évaluées en cas d'utilisation des matériaux géo et biosourcés).
- Développer les politiques publiques non plus seulement environnementales mais aussi avec une approche sociétale pour les habitants afin de souligner le lien entre logement, santé et économie.
- Développer la R&D avec de la veille sur d'autres pays européens.
- Permettre une liberté d'organisation des bailleurs sociaux dans le mode de contractualisation des marchés et le choix des systèmes constructifs innovants.
- Faire évoluer/simplifier le code des marchés publics pour favoriser le travail partenarial.

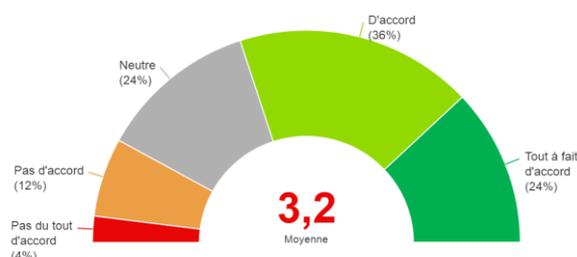
## Les collectivités locales

Les collectivités locales ont une influence sur les choix des bailleurs sociaux à travers les PLUI voire même les aides et subventions qu'elles pourraient octroyer pour l'emploi des matériaux géo et biosourcés. De plus, les élus locaux sont souvent présents politiquement dans le pilotage des bailleurs sociaux.

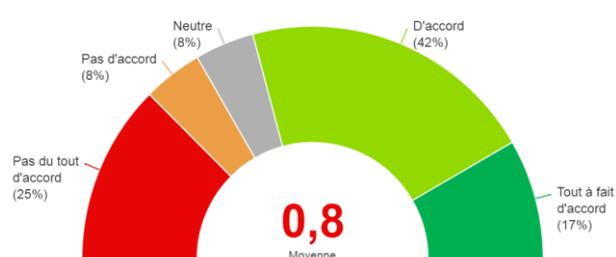
Les bailleurs sociaux et les promoteurs immobiliers ont été interrogés sur l'intérêt de la mise en place d'actions pour convaincre/sensibiliser les élus locaux à l'utilisation de matériaux géo et biosourcés. Ils y sont favorables à près de 60% (voir résultats ci-dessous).

Pensez-vous que des actions devraient être mises en place pour convaincre/sensibiliser les élus locaux à l'utilisation de matériaux géo et biosourcés ?

Pour les bailleurs :



Pour les promoteurs :



Toutefois, les bailleurs et les promoteurs sont largement contre à respectivement 72% et 80%, sur le fait d'inclure des matériaux géo et biosourcés dans les documents d'urbanisme.

### Leviers

- Sensibiliser, informer et former les élus
  - Donner une lisibilité et impulser une dynamique territoriale avec des appels à projets pour construire/réhabiliter avec les matériaux géo et biosourcés.
  - Porter à connaissance les savoir-faire des bailleurs sociaux et des entreprises pour valoriser les expériences réussies.
  - Montrer l'impact et l'attractivité des filières matériaux géo et biosourcés territoires.
- Faciliter l'intégration des matériaux géo et biosourcés dans les marchés des collectivités
  - Développer des leviers financiers (aides financières ou bonus de constructibilité).
  - Intégrer des incitations dans les PLH/PLU.
- Sécuriser l'offre
  - Engager une démarche politique régionale en faveur des matériaux géo et biosourcés pour inciter tous les acteurs.
  - Mettre en place des conventions pluriannuelles entre les collectivités et les bailleurs sociaux.
  - Travailler collectivement à la mise en place de groupement de commandes.

## L'environnement de la maîtrise d'ouvrage

L'environnement de la maîtrise d'ouvrage comprend ici le maître d'ouvrage en tant que tel et d'autres acteurs décrits ensuite. Le maître d'ouvrage est la personne, physique ou morale, qui est propriétaire du terrain à bâtir ou du logement faisant l'objet des travaux.

Son champ d'action est le suivant :

- ✓ Il définit son besoin, le décrit et estime un budget prévisionnel. Il peut se faire assister par un « programmiste » et/ou un « AMO ».
- ✓ Désigne un maître d'œuvre ou une équipe de maîtrise d'œuvre.
- ✓ Désigne un contrôleur technique et un SPS (Sécurité Protection de la Santé).
- ✓ Valide les différentes phases d'études, de l'esquisse au DCE.
- ✓ Désigne les entreprises avec le conseil de la maîtrise d'œuvre.
- ✓ Prononce la réception des ouvrages avec le conseil de la maîtrise d'œuvre.

Les types de maîtres d'ouvrage concernés par cette étude sont les bailleurs sociaux et les promoteurs immobiliers décrits ci-après.

### - Les bailleurs sociaux -

Les bailleurs sociaux achètent ou construisent des bâtiments pour les louer et plus rarement pour les vendre dans le cas de l'accession à la propriété. Ils peuvent construire en propre (avec des marchés en entreprise générale ou en lots séparés) ou en VEFA.

Les enjeux, approches et contraintes sont différents entre les bailleurs sociaux et les promoteurs. Un bailleur social va gérer un bâtiment entre 40-50 ans alors qu'un promoteur n'est contraint temporellement que par la décennale (10 ans).

### - Les promoteurs -

Les promoteurs immobiliers construisent des bâtiments qui sont ensuite destinés à la vente à différents types d'acteurs dont les bailleurs sociaux. Les promoteurs immobiliers ont construit 38% des logements des bailleurs normands entre 2018 et 2021 (45% pour le collectif), source RPLS 2021. Ces chiffres montrent l'impact potentiel des promoteurs immobiliers dans le développement de l'utilisation des matériaux géo et biosourcés. Aussi bien pour les opérations en VEFA que pour les opérations privées, les promoteurs ont de plus en plus de difficultés à faire coïncider le coût de construction avec le pouvoir d'achat des ménages ou celui des bailleurs sociaux. Ils l'expliquent par l'explosion du coût du foncier, par la part des frais annexes, et par les contraintes normatives. La question de l'augmentation des coûts de construction du fait de l'utilisation de nouveaux process et matériaux, est donc très sensible même si cela fait écho à des changements sociétaux et environnementaux légitimes.

« Les promoteurs sont contraints d'en passer par la péréquation : la VEFA se vend souvent à perte, il faut alors compenser sur le prix de vente libre »

- Un promoteur

La montée en compétence de l'ensemble des acteurs et les retours d'expériences positifs inciteront les promoteurs à développer l'utilisation des matériaux géo et biosourcés dans les opérations de la promotion privée. Le logement social continuera ainsi d'être un moteur d'innovation et de transformation des territoires.

### - L'assistance à maître d'ouvrage -

L'Assistant à maître d'ouvrage (AMO) n'a pas vocation à se substituer au maître d'ouvrage dans l'accomplissement de ses obligations et de ses prises de décision. La loi n°85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée (loi MOP) indique en effet sans ambiguïté que le maître d'ouvrage, défini comme la personne pour laquelle l'ouvrage est construit, est « responsable de l'ouvrage » et qu'il remplit dans ce rôle une fonction d'intérêt général dont il ne peut se démettre. L'AMO va donc se mettre au service du maître d'ouvrage dans le souci de l'aider à remplir ses obligations légales et réglementaires. Cette aide va prendre la forme d'une assistance dans la mise en place des procédures, la réalisation et le pilotage d'études ou l'appui à la conduite de projet (source CINOVA : [Référentiel AMO](#)).

L'enquête en ligne semble montrer qu'il existe un lien entre la taille des bailleurs sociaux (nombre de logements de leur parc) et l'intérêt à faire appel aux AMO. En effet, à la question « la maîtrise d'ouvrage devrait-elle faire appel à des AMO spécialisés pour favoriser l'intégration des matériaux géo et biosourcés », 64% des bailleurs avec plus de 9600 logements (médiane des répondants à l'enquête) ne sont pas d'accord ou pas du tout d'accord avec l'affirmation contre 15% pour ceux dont le parc est inférieur à 9600 logements (source enquête en ligne). Cela pourrait s'expliquer par un éventuel manque d'ingénierie en interne chez certains « petits » bailleurs.

#### Leviers

- Généraliser les AMO au moins pour les « petits » bailleurs sociaux et vérifier la concordance entre les objectifs du programme, le budget et la conception.

### - Les bureaux de contrôle -

Le bureau de contrôle est une entreprise de droit privé. Ses missions premières sont d'assister notamment les maîtres d'ouvrage dans leurs projets de construction pour garantir le respect des normes de construction.

Le contrôle technique est rendu obligatoire par le Code de la construction et de l'habitation pour certains types de bâtiments afin de garantir la qualité et la solidité d'une construction. Cependant, certaines compagnies d'assurance exigent malgré tout l'intervention de cet organisme même si elle n'est pas obligatoire. C'est une façon de prendre moins de risques lors de la remise de la garantie. Les vérifications peuvent avoir lieu lors de la phase de conception, pendant les travaux, et même après leur achèvement. L'ensemble des contrôles est assuré par un contrôleur technique qui dispose d'un agrément ministériel pour assurer ses fonctions. Il est un tiers indépendant rattaché au maître d'ouvrage.

## La maîtrise d'œuvre

La maîtrise d'œuvre est composée des architectes, des bureaux d'études (BET) et des économistes.

Ses missions sont les suivantes :

- ✓ Constituer une équipe pluridisciplinaire.
- ✓ Établir une grille de répartition des missions et des honoraires entre les différents membres de l'équipe.
- ✓ Faire une proposition d'honoraires à la maîtrise d'ouvrage.
- ✓ Concevoir le projet en alliant l'usage, les aspects techniques et financier.
- ✓ Établir un dossier de consultation après validation des différentes phases d'études par le maître d'œuvre.
- ✓ Analyser les offres des entreprises et faire des propositions d'attribution au maître d'ouvrage.
- ✓ Réaliser le suivi de chantier.
- ✓ Donner son visa sur le dossier d'exécution lorsqu'il est à la charge de l'entreprise.
- ✓ Assister la maîtrise d'ouvrage pour la réception, avec ou sans réserve.
- ✓ Faire le suivi des levées de réserves jusqu'à la fin de la GPA (Garantie de Parfait Achèvement).
- ✓ Collecter les éléments constitutifs du DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés).

### - Les architectes -

Si le recours à l'architecte est obligatoire dans les marchés des bailleurs sociaux et des promoteurs pour les marchés pour le neuf, ce n'est pas le cas des marchés en réhabilitation (en fonction de la nature et de la volumétrie des travaux).

Les architectes peuvent avoir en propre la compétence « économie ». Ils travaillent avec les BET et les économistes en groupement ou en sous-traitance.

Souvent mandataires de l'équipe de maîtrise d'œuvre, ils en assurent la coordination pour la conception et la réalisation du projet.

### - Les bureaux d'études -

Dans le secteur du Bâtiment, les BET sont des spécialistes qui peuvent intervenir à deux niveaux :

- Lorsqu'ils sont membres de l'équipe de maîtrise d'œuvre en tant que cotraitants, en phase conception, les différentes phases de la mission dite « mission de base de l'ex loi MOP » leur sont confiées :
  - Ils accompagnent l'architecte en transposant sa conception architecturale en dispositions techniques concrètes. Leurs travaux se matérialisent par des pièces graphiques (plans), des pièces écrites (CCTP et notices techniques), des estimations financières pour les lots dépendants de leurs spécialités (Missions ESQ, APS, APD, PRO, PEO/DCE).
  - Ils analysent les offres des entreprises des lots dépendants de leurs spécialités (Mission ACT).
  - Ils émettent des avis sur la conformité des plans d'exécution de l'entreprise à l'avant-projet (Mission VISA).
  - Ils effectuent des visites en cours de chantier et émettent des avis sur la bonne réalisation technique des ouvrages des lots dépendants de leurs spécialités (Mission DET).
  - Ils participent au côté de l'architecte aux opérations préalables à la réception (Mission AOR).
- Lorsqu'ils sont missionnés par l'entreprise adjudicataire du marché.
  - Ils réalisent les plans et justifications par le calcul dues par l'entreprise (Mission EXE).
  - Ils réalisent parfois les plans d'atelier et de chantier qui serviront à la fabrication des ouvrages en atelier (Mission PAC).

Il arrive de plus en plus fréquemment, (pour le lot structures et fluide en particulier) que la mission « EXE » soit confiée au BET spécialisé de la maîtrise d'œuvre en phase projet. Cela permet de consulter les entreprises avec des plans d'exécution et d'ouvrir ainsi l'appel d'offres à des entreprises locales, parfois à des TPE n'étant pas équipées de BET. Cela permet aussi de réduire la durée de la phase préparation et d'éviter les demandes de Travaux Supplémentaires en cours de chantier car les entreprises réaliseront ce qu'elles auront chiffré.

### - Les économistes de la construction -

Leurs missions (source UNTEC) :

- ✓ Prescrire les matériaux et les procédés de construction au regard des choix architecturaux ainsi que des contraintes réglementaires et budgétaires.
- ✓ Estimer les coûts de chacun des éléments constitutifs du bâtiment aux différentes phases et des espaces extérieurs quand il n'y a pas de BET VRD.
- ✓ Faire la synthèse économique globale du projet avec les données budgétaires des différents bureaux d'études techniques.
- ✓ Etablir les quantitatifs du bâtiment par corps d'état.
- ✓ Rédiger les pièces écrites techniques nécessaires à la consultation des entreprises (CCTP, DPGF).
- ✓ Réaliser avec le BET thermique le bilan carbone de l'Analyse du Cycle de Vie dans le cadre de la réglementation RE2020.

### - La mission d'un OPC -

Un OPC, dont l'acronyme signifie Ordonnancement, Pilotage et Coordination, est un professionnel intervenant sur les chantiers de construction et d'ingénierie. Il occupe un rôle central dans l'exécution des projets, s'assurant que les travaux soient réalisés dans le temps et le budget prévu.

La mission OPC peut être confiée ou non à l'architecte ou au groupement de maîtrise d'œuvre. Elle est essentielle en phase chantier car elle garantit notamment les interactions entre les différents corps d'état ce qui est nécessaire à la performance attendue de l'ouvrage.

Aussi, face à une éventuelle plus grande complexité liée à l'utilisation des matériaux géo et biosourcés, l'enquête en ligne a inclus la question suivante :

En cas d'utilisation de matériaux géo et biosourcés, pensez-vous que la mission OPC serait plus complexe ?

On peut noter que la composante maîtrise d'œuvre a répondu « oui » à 26% contre 29% pour les promoteurs, 52% pour les bailleurs sociaux et 47% pour les entreprises.

## Les entreprises

Le rôle des entreprises est de :

- ✓ Répondre à l'appel d'offres dans les limites du DCE.
- ✓ Proposer éventuellement des variantes si elles sont autorisées dans le DCE.
- ✓ Établir le dossier d'exécution lorsqu'elle en a la charge.
- ✓ Réaliser les travaux sous le contrôle de la maîtrise d'œuvre.
- ✓ Fournir à la maîtrise d'œuvre les éléments constitutifs du DOE.

Si la règle courante pour les marchés publics est l'allotissement (loi MOP), les bailleurs sociaux font appel aux entreprises générales pour les marchés spécifiques (via conception réalisation par exemple). La part des opérations captées par les entreprises générales est de 36% entre 2018 et 2021 (source infocentre SISAL). Aussi, même si ces dernières doivent respecter les prescriptions imposées par les cahiers des charges et parce qu'elles peuvent proposer des variantes, il est légitime de s'interroger sur l'influence qu'elles auront dans le développement de l'utilisation des matériaux géo et biosourcés. En effet, ces entreprises sont historiquement issues de la filière béton. Même si cela évolue via des rachats d'entreprises, elles n'ont pas toutes les compétences (bois par exemple) en interne pour répondre à la demande de bâtiments géo et biosourcés. Comme des « assembleurs », elles sont néanmoins organisées pour faire appel à des compétences et savoir-faire externes. Pour autant, une crainte partagée par un certain nombre d'entreprises de mise en œuvre et de la MOE est que ces entreprises générales n'aient tendance à « déshabiller » les projets intégrant des matériaux géo et biosourcés (notamment pour le bois et les complexes d'isolation) pour les remplacer par des composants issus du béton et de la filière minérale. La raison à cela serait le besoin d'utiliser des solutions connues et maîtrisées (cf. le poids des habitudes) et la nécessité de rentrer dans les budgets de la maîtrise d'ouvrage.

Du côté des promoteurs immobiliers, n'étant pas soumis à la MOP, le choix le plus courant est de travailler non pas en lots séparés mais avec des entreprises générales ou en macro-lots pour garantir une sécurité budgétaire et les délais d'exécution.

Néanmoins, de très nombreuses entreprises de plus petites tailles travaillent directement ou en sous-traitance pour des opérations des bailleurs sociaux (en propre ou en VEFA). Ainsi, l'impact en emploi en 2017 (dernières données disponibles) est de 12 070 emplois créés ou maintenus dans la filière Bâtiment en Normandie.

## Les entreprises (suite)

Une difficulté relevée lors des échanges avec les entreprises et la maîtrise d'œuvre est qu'il existe aujourd'hui en Normandie un tissu d'entreprises formées et compétentes sur le champ des matériaux géo et biosourcés mais qu'elles sont souvent de petite taille et donc structurellement peu enclines à répondre aux appels d'offres. De nombreux bailleurs sociaux souffrent aujourd'hui d'un nombre insuffisant de réponses aux appels d'offres. Inclure de nouveaux matériaux et de facto de nouveaux process dans les appels d'offres est synonyme pour certains bailleurs sociaux d'un nombre de réponses plus faibles des entreprises.

### Leviers

- Acculturer et former les entreprises n'ayant pas de connaissances sur les matériaux géo et biosourcés.
- Accompagner, inciter les petites et moyennes entreprises à davantage répondre aux appels d'offres des bailleurs sociaux.

« Il faut développer la réponse des entreprises locales. On a un problème de cohérence : l'utilisation des matériaux géo et biosourcés est certes bonne pour le bilan carbone mais quid de l'impact des entreprises quand elles viennent de loin ? »

- Un bailleur

## Les industriels et les distributeurs

D'après l'enquête en ligne, le constat d'une offre de matériaux géo et biosourcés insuffisante est partagée. Certains acteurs estiment que les industriels historiquement implantés font pression pour limiter les matériaux géo et biosourcés.

### Leviers

- Faciliter la production des fiches FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) sur des produits (voir site [INIES](#)).
- Elargir et faire connaître une offre de matériaux géo et biosourcés au maximum locale (notamment bois non traité).

## Les organisations professionnelles

L'ensemble des acteurs interrogés lors de l'enquête en ligne ont cité les organisations professionnelles comme des acteurs devant s'emparer pleinement du sujet des matériaux géo et biosourcés. Il est attendu d'elles qu'elles jouent un rôle pour former/inciter leurs adhérents à aller vers les matériaux géo et biosourcés et ceci en lien avec les structures ressources existantes.

### Leviers

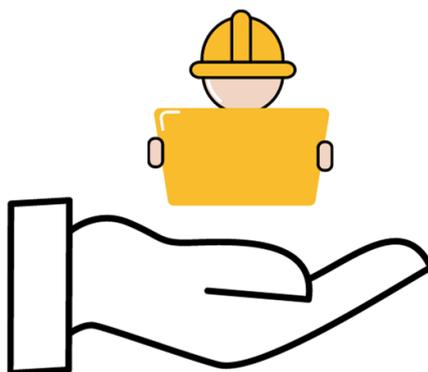
- Proposer des formations à leurs adhérents sur les matériaux géo et biosourcés en interne ou via des partenaires externes.
- Organiser des visites de chantiers pour les adhérents et les élus ainsi que le partage de retours d'expériences (E+C-).
- Consolider les réseaux des acteurs pour créer une culture transversale et sortir des logiques de silos et favoriser les échanges entre les catégories d'acteurs.

## Les assureurs

Les assureurs sont des acteurs clés puisqu'ils couvrent les maîtres d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et les entreprises via notamment l'assurance dommages-ouvrage et décennale.

Le cadre normatif institue une distinction entre techniques courantes et non courantes. Dans ce second cas, l'assurabilité n'est pas "automatique" et peut limiter l'utilisation de certains matériaux géo et biosourcés. Néanmoins, il est possible pour les entreprises d'obtenir une assurance sans surcoût pour des techniques non courantes. Elles doivent pour cela apporter des garanties sur la durabilité des matériaux utilisés et leur mise en œuvre.

Des leviers spécifiques aux problématique assurantielles et donc aux assureurs sont décrits page 48.

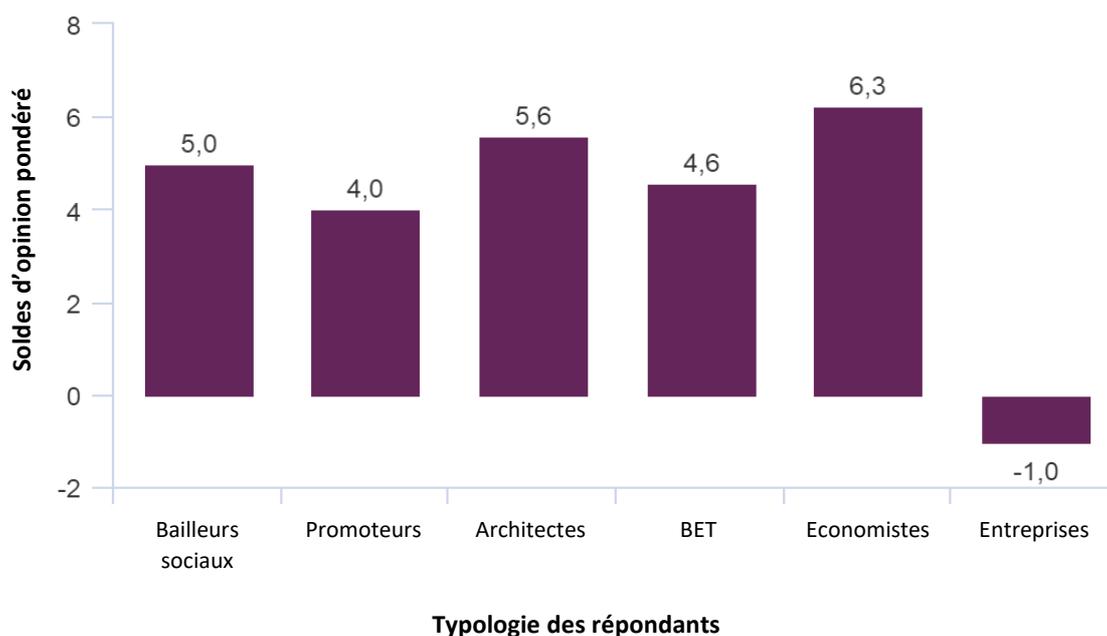


## 2.2- Le positionnement des acteurs

### - L'utilisation des matériaux géo et biosourcés : Un enjeu fort ? -

Via l'enquête en ligne, les bailleurs sociaux, les promoteurs, la maîtrise d'œuvre et les entreprises (cf. Annexe 1) ont été questionnés sur l'enjeu des matériaux géo et biosourcés pour eux.

#### Est-ce que l'utilisation de matériaux géo et biosourcés est un enjeu pour vous ?



## - Pour quelles motivations ? -

Les bailleurs sociaux et les promoteurs ont été interrogés sur les motivations à utiliser les matériaux géo et biosourcés.

Pour les bailleurs sociaux, c'est la stratégie patrimoniale et la réglementation qui viennent en premier et pour les promoteurs, la réglementation suivie de la volonté du bailleur dans le cadre d'une VEFA.

D'après les bailleurs sociaux et les promoteurs immobiliers, les utilisateurs (en accession ou en location) ne s'intéressent pas ou extrêmement rarement au mode constructif et donc aux matériaux géo et biosourcés. L'emplacement et l'étiquette énergétique prévalent avant tout. En revanche, les élus (des bailleurs et/ou des collectivités) s'intéressent aux matériaux géo et biosourcés pour des raisons d'image et/ou de vision politique.

## Qu'est ce qui vous motive ou vous motiverait à utiliser les matériaux géo et biosourcés ...

	ÊTES-VOUS ?	
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR
Réglementation ?	2,3	<b>5,4</b>
Aspect économique ?	-0,6	-3,9
Stratégie patrimoniale ?	2,4	-3,6
Volonté du bailleur social dans le cadre d'une VEFA ?	-1,1	2,1
Volonté politique des élus locaux (collectivités) ?	1,1	1,4
Réponse aux besoins des usagers ?	1,8	1,9

## - Le regard croisé des acteurs -

## Une posture à changer, pour plus d'innovation ?

Les personnes interrogées lors de l'enquête en ligne (bailleurs, promoteurs, MOE et entreprises) ont exprimé l'idée que pour l'ensemble de la filière (c'est moins vrai quand ils parlent de leur corporation), le manque de volonté et le poids des habitudes sont des freins au développement à l'utilisation des matériaux géo et biosourcés.

« On parle des matériaux géo et biosourcés comme une nouveauté. Pourtant, on construisait en paille, en bois et sans béton il y a 50 ou 100 ans. On devrait s'appuyer sur l'intelligence dans la construction de ces époques pour l'adapter aux techniques et normes d'aujourd'hui et construire différemment. La peur disparaîtra à partir du moment où il y aura autour de la table des acteurs qui seront formés et convaincus. »

- Un promoteur

## La question de la place du coût

Les répondants à l'enquête en ligne pour la MOE et les entreprises ont clairement exprimé que les promoteurs et davantage encore les bailleurs recherchaient un prix avant tout. Ils partagent en outre l'idée qu'ils subissent une trop forte pression exercée sur les prix de sortie par la maîtrise d'ouvrage pour proposer des matériaux géo et biosourcés voire pour répondre au cahier des charges. Pour autant, la maîtrise d'ouvrage attend de la maîtrise d'œuvre qu'elle soit force de proposition.

« Certains architectes qui n'ont pas la connaissance vont se cacher derrière des formules comme : ce n'est pas obligatoire aujourd'hui, c'est excessivement coûteux, vous n'équilibrez pas le projet et nous ne serons pas capable de rentrer dans le prix. »

- Un promoteur

La question du coût renvoie aussi à celle de la gestion des priorités et de la cohérence entre d'un côté le budget et de l'autre performance et qualité d'usage.

« Tant que les gens n'auront pas compris qu'ils devront payer plus cher pour avoir mieux, il ne se passera rien. »

- Un bureau d'étude

« Il est difficile d'être force de proposition quand les budgets ont incohérents au regard des objectifs. »

- Un architecte

### - La perception générale des matériaux géo et biosourcés -

L'enquête en ligne incluait la question « A quelles affirmations associez-vous les matériaux géo et biosourcés ? », une liste d'affirmations était fournie à partir des éléments qui ont émergé lors des entretiens qualitatifs (cf. Méthodologie page 151 et suivantes).

Les éléments positifs suivants ont été largement validés par les répondants (par ordre décroissant des moyennes) :

- ✓ La réduction des émissions de GES.
- ✓ Des performances environnementales.
- ✓ Des bâtiments plus sains pour la santé des usagers.
- ✓ L'innovation.
- ✓ La réponse à la raréfaction des ressources conventionnelles (ex : sable).
- ✓ Une favorisation des circuits courts / locaux.
- ✓ L'utilisation de ressources abondantes et renouvelables.
- ✓ De la technicité, des savoir-faire.
- ✓ Des meilleures performances thermiques.

Les éléments à priori négatifs suivants ont été moyennement contredits par les répondants (par ordre décroissant des moyennes) :

- ✓ Plus de malfaçons.
- ✓ Des risques en phase chantier.

Les éléments négatifs ont été validés par les répondants (par ordre décroissant des moyennes) :

- ✓ Une augmentation des coûts.
- ✓ Pour les entreprises, pas assez de répondants aux appels d'offres et/ou des réponses hors budget.
- ✓ Des difficultés avec les bureaux de contrôle.

L'élément à priori positif suivant a été moyennement contredit par les répondants :

- ✓ Une diminution du temps de chantier.

Les réponses varient selon le type d'acteurs (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprises).

De plus, les architectes et entreprises habitués à utiliser ces matériaux mais ne travaillant pas pour autant sur les opérations des bailleurs sociaux ont émis des avis plus positifs sur quasiment toutes les affirmations proposées.

Pour plus de détail sur les réponses : voir annexe 1 (résultat de l'enquête en ligne)

### - La perception des filières des matériaux géo et biosourcés -

L'ensemble des répondants à l'enquête considèrent que les filières de production et de distribution des matériaux géo et biosourcés en Normandie sont moyennement développées (pour le bois) ou clairement pas assez développées pour les autres matériaux.

Pour les bailleurs, les matériaux géo et biosourcés sont parfois perçus comme "expérimentaux" et secondaires en termes d'utilisation. S'il existe des retours d'expériences et des compétences sur la filière bois, ce n'est pas le cas des autres filières de matériaux géo et biosourcés.

#### Pensez-vous que les filières de production et de distribution des matériaux géo et biosourcés en Normandie soient assez développées pour ...

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMIS...	UNE ENTREPRISE
Le bois en structure (ossature bois...) ?	0,2	-2,9	0,7	-0,6	2,5	-0,4
Le bois en parement (bardage...) ?	0,2	-0,8	0,7	-1,3	1,3	-1,4
La pierre naturelle en structure ?	-4,4	-4,2	-4,4	-3,1	0,0	-1,4
Les biosourcés industriels (laine de bois, ouate de cellulose...) ?	-3,4	-3,1	-1,1	0,7	0,6	-2,0
Les matériaux non industrialisés (matériaux bruts, matériaux locaux non transformés: botte de paille..) ?	-4,6	-3,5	-3,9	-3,1	-0,6	0,0

#### Leviers

- Rechercher un équilibre entre les différents matériaux et réduire la dépendance à l'international.
- Réfléchir à une filière courte et être moins soumis aux aléas du marché.
- Valoriser les retours d'expériences régionales et extrarégionales.
- Consolider le réseau d'acteurs pour créer du dialogue sur l'utilisation des matériaux géo et biosourcés.
- Anticiper et garantir collectivement des volumes minima de matériaux géo et biosourcés.
- Créer de la veille R&D.
- Accompagner les acteurs des filières non industrielles (formation et financement).



« Les filières ne sont pas assez structurées. Il n’y a pas assez d’interlocuteurs. Il nous est donc difficile d’équilibrer les opérations »

- Un bailleur



« Avec le développement des matériaux géo et biosourcés, on va dans le bon sens mais il faut faire attention à l’équilibre des filières dont la filière minérale dont on a besoin. La panacée, c’est la diversité des systèmes constructifs »

- Un économiste



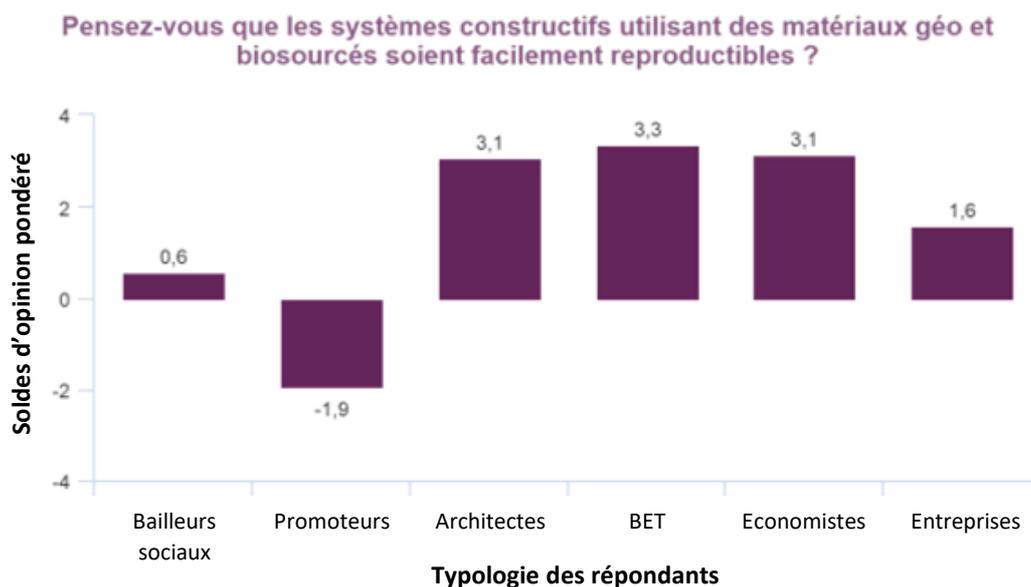
« L’utilisation des matériaux géo et biosourcés ne doit pas être une fin en soi mais il faut chercher à émettre moins de carbone dans l’atmosphère. Réduire l’impact carbone passe par la réduction des matériaux consommés, Il faut consommer moins de béton, parfois en remplacement, utiliser du bois est une solution intéressante. »

- Un promoteur

- La perception de la reproductibilité des procédés constructifs utilisant les matériaux géo et biosourcés -

Les acteurs économiques qu’ils soient MOA, MOE ou entreprises ont naturellement une aversion au risque et à l’inverse une appétence pour les process et matériaux qu’ils pensent maîtriser. Il faut construire « vite », « pas cher » et avec le moins de risques possibles. Ainsi, les maîtres d’ouvrage interrogés ont souvent déclaré qu’ils privilégiaient les systèmes constructifs pour lesquels ils ont des retours d’expériences et qui étaient reproductibles.

Or, les réponses à la question suivante montre bien qu’il existe une différence importante de perception entre la MOA et la MOE sur la reproductibilité des systèmes constructifs utilisant des Matériaux géo et biosourcés.



### - Les acteurs perçus comme moteurs -

Le poids des habitudes dans le choix ou non des matériaux géo et biosourcés a été souvent relevé par l'ensemble des acteurs. Au vu des réponses à la question ci-après, on observe une distorsion de perception entre la MOA et les architectes. La MOA estime qu'elle est moteur dans l'utilisation des matériaux géo et biosourcés avant les architectes alors que c'est l'inverse pour les architectes.

#### Quels acteurs sont moteurs dans d'utilisation des matériaux géo et biosourcés aujourd'hui ?

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMISTE	UNE ENTREPRISE
La maîtrise d'ouvrage	<b>5,6</b>	3,5	1,0	1,9	<b>6,9</b>	4,2
Les architectes	2,5	1,9	<b>5,4</b>	0,6	2,5	4,5
Les bureaux d'études	-0,8	0,0	-2,7	1,9	1,9	0,8
Les économistes	-3,6	-3,3	-3,7	-3,1	1,9	-0,8
Les entreprises	-3,8	-1,9	-4,4	-1,4	-3,1	-2,2

### - Les acteurs apporteurs des solutions techniques -

A la question suivante, le consensus est quasiment unanime. La composante MOE, les entreprises et les fournisseurs sont considérés comme les acteurs devant apporter les solutions techniques.

#### Qui devrait apporter les solutions techniques pour une utilisation des matériaux géo et biosourcés plus importante ?

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMISTE	UNE ENTREPRISE
La maîtrise d'ouvrage	-1,3	<b>-6,3</b>	-2,3	-0,6	1,3	-0,3
Les AMO	3,8	0,9	-0,4	1,7	1,9	1,5
Les architectes	<b>6,5</b>	<b>6,4</b>	<b>8,1</b>	2,2	3,8	4,8
Les bureaux d'études	<b>7,2</b>	<b>6,7</b>	<b>9,0</b>	5,0	<b>6,9</b>	<b>5,5</b>
Les économistes	4,0	3,2	<b>6,9</b>	0,6	<b>7,5</b>	4,7
Les entreprises	<b>6,2</b>	<b>6,8</b>	<b>7,7</b>	1,1	2,5	<b>5,8</b>
Les fournisseurs/industriels	<b>7,3</b>	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>	5,0	<b>8,1</b>	<b>7,8</b>
Les service de l'Etat	2,8	0,0	2,3	<b>6,1</b>	<b>6,9</b>	4,2

#### Leviers

- Développer une communication avec les entreprises sur les matériaux géo et biosourcés.
- Créer des formations mixtes entreprises et MOE.
- Développer la capacité des maîtres d'œuvre à être force de proposition.

### 3.1- Le niveau estimé de connaissance

Les acteurs interrogés considèrent que leur niveau de connaissance autour du sujet des matériaux géo et biosourcés est plutôt neutre, mauvais ou très mauvais selon les items.

#### Comment qualifiez-vous votre connaissance ... :

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMISTE	UNE ENTREPRISE
Des propriétés des matériaux géo et biosourcés ?	-1,7	-4,3	0,5	0,5	-1,9	-2,2
Des techniques de mise en œuvre des matériaux géo et biosourcés ?	-3,7	<b>-5,8</b>	-0,2	-1,0	-1,9	-3,3
Des réseaux de fournisseurs / d'entreprises spécialisées de matériaux géo et biosourcés?	-4,4	-4,0	-3,4	-5,0	-3,1	-3,7

### 3.2- Les sources d'informations actuelles

Selon les acteurs, les sources d'informations actuelles divergent légèrement.

Néanmoins, les sources les plus citées lors de l'enquête en ligne (voir questions et réponses ci-après) ont été dans l'ordre : « la documentation spécialisée » suivie par « les réseaux ». A noter que pour les bailleurs, la MOE et les entreprises pourtant a priori plus sachants viennent après.

#### Vers qui vous tournez-vous pour obtenir des informations sur les matériaux géo et biosourcés ?

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMISTE	UNE ENTREPRISE
Vos services	1,0	0,0	-1,0	-0,5	0,8	-2,4
Une organisation professionnelle	1,0	-3,5	0,7	-1,5	-0,8	-2,4
Les fournisseurs	1,7	-1,1	2,4	3,5	<b>8,8</b>	0,9
La MOE	2,5	0,4	2,6	-3,1	-0,8	-3,8
Les entreprises	1,7	1,4	1,3	0,5	1,4	-0,7
Les réseaux	3,8	-2,7	3,7	2,8	1,9	0,2
De la documentation spécialisée	4,8	-1,1	<b>7,1</b>	5,0	<b>6,9</b>	1,0
Les services de l'état	-4,8	-4,6	-4,2	<b>-5,6</b>	0,0	<b>-5,8</b>
Un centre de ressources	-3,4	-5,0	-2,9	-5,0	0,7	-4,3

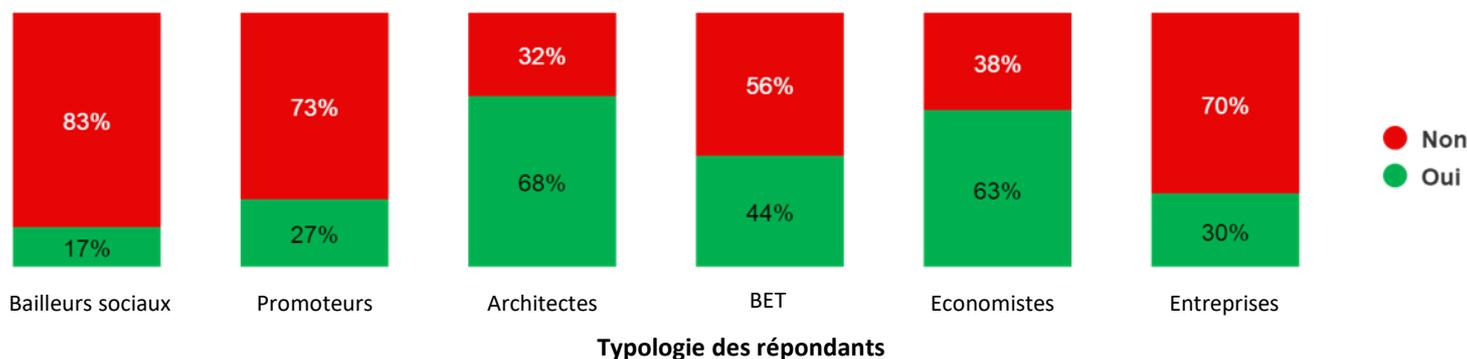
#### Leviers

- Proposer des visites de chantiers : aller voir des opérations référentes (40 logements...) avec un décodage des coûts, des normes (quelle confrontation des normes ? quelles problématiques rencontrées avec les matériaux ? etc.).
- Impulser des rencontres multi-acteurs dans une logique de co-organisation et des partages d'expériences.
- Créer un guide des solutions via une plateforme (ARPE citée en focus groupe par exemple) et à partager avec tous les acteurs.
- Pour les organisations professionnelles, inciter leurs adhérents à se former et davantage aller vers les matériaux géo et biosourcés.

### 3.3- La formation et ses canaux de diffusion

La MOA et les entreprises ont déclaré en moyenne connaître assez peu de formations sur les matériaux géo et biosourcés.

#### Connaissez-vous des formations sur les matériaux géo et biosourcés ?



A noter que les répondants ayant répondu « oui » à la question ci-dessus en ont bénéficié à 68%. Pour autant, l'ensemble des acteurs ont très largement plébiscité une meilleure formation initiale et continue sur les matériaux géo et biosourcés (note de 7,3 sur 10).

#### Leviers

- Répondre au premier palier, le besoin d'information pour engager le deuxième, la formation.
- Créer de la veille R&D via de la diffusion d'informations et de la formation incluant notamment l'innovation et les évolutions.
- Renforcer le volet matériaux géo et biosourcés dans les formations initiales.
- Favoriser un porter à connaissance avec des expériences concrètes sur du logement collectif avec des matériaux géo et biosourcés sur le triptyque « technique-coût-réglementation ».
- 1<sup>er</sup> niveau de formation avec des MOOC pour le maître d'ouvrage sur le montage opérationnel.
- 2<sup>ème</sup> niveau de formation avec des MOOC centrés sur la technique pour la maîtrise d'œuvre.
- Augmenter le volume de formations auprès de l'ensemble des acteurs (MOA, MOE, entreprises, bureaux de contrôle) et les territorialiser au maximum.
- Renforcer la formation sur le droit à bâtir, les subventions et les aides.
- Intégrer le critère « formation certifiante » dans les appels d'offres.

## 4.1- L'aspect financier

### - La connaissance des coûts -

Lors des entretiens qualitatifs, les interviewés étaient globalement d'accord sur deux points : construire avec des matériaux géo et biosourcés coûte plus cher qu'avec des matériaux dits conventionnels mais pour autant, personne ne sait dire combien et pourquoi.

Le traitement des réponses à l'enquête en ligne (voir ci-après) montre que la perception du niveau de connaissance des coûts des matériaux géo et biosourcés est mauvaise.

Les économistes estiment que, malgré le manque de recul et de retours d'expériences, des progrès ont été réalisés dans le chiffrage de la construction incluant des matériaux géo et biosourcés.

### Comment qualifiez-vous la connaissance des acteurs normands en général sur les coûts des matériaux géo et biosourcés ?

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMIS...	UNE ENTREPRISE
La maîtrise d'ouvrage	-0,8	<b>-6,3</b>	<b>-5,7</b>	-4,4	-4,4	-1,9
Les architectes	-1,2	-5,0	-0,4	-5,0	-3,1	-1,1
Les bureaux d'études	-1,8	-2,7	-2,6	-1,9	-0,6	-1,1
Les économistes	-1,0	-2,7	-0,9	-1,9	3,1	-1,5
Les entreprises	-0,8	-1,4	-1,7	0,0	0,6	0,6

« Nous avons besoin d'échanges sur des solutions techniques optimisées et à des coûts raisonnables »

- Un bailleur

## - La perception des coûts -

Une des questions de l'enquête en ligne portait sur l'importance donnée aux freins (en lien avec la question des coûts) spécifiques aux matériaux géo et biosourcés.

**Pour les matériaux géo et biosourcés, quelle importance donnez-vous aux éventuels freins ci-dessous ?**

	ÊTES-VOUS ?				
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMISTE
Disponibilité de la ressource sur le territoire normand	3,8	3,8	0,7	4,4	2,5
Coût d'achat de la matière première	<b>7,6</b>	<b>5,9</b>	4,8	3,8	<b>6,3</b>
Coût de mise en œuvre (yc coût matière première)	<b>7,0</b>	<b>6,4</b>	<b>7,4</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>
Difficulté d'intégrer les matériaux géo et biosourcés MGB en préfabrication	2,0	-1,0	-1,0	-1,3	-3,8
Coût de la phase conception	1,0	-1,5	-2,2	-1,3	-1,3
Coût de maintenance pour le parement	<b>5,8</b>	-0,5	-1,3	-5,0	-1,9
Coût de maintenance pour la structure	3,8	-1,5	-3,5	<b>-6,3</b>	-3,1
Coût de maintenance pour l'isolation	1,8	-0,9	-4,6	<b>-6,3</b>	-2,5

Trois éléments ressortent :

- ✓ Le coût d'achat de la matière première et le coût de mise en œuvre apparaissent en premier.
- ✓ Contrairement à la MOE et aux promoteurs, les bailleurs associent les matériaux géo et biosourcés comme des freins à la phase conception.
- ✓ Les bailleurs mettent largement en avant le coût de maintenance pour le parement (vieillessement et déformation visuelle du bardage bois essentiellement).

« En général, quand une nouvelle norme apparaît (ex : Réglementations thermiques), les acteurs craignent une forte augmentation des coûts. Finalement avec le temps, les prix se stabilisent car la filière s'organise »

- Un promoteur

Pour des bâtiments de conception architecturale simple, le coût de sortie est plus élevé (30 à 35%) avec une solution bois par rapport à une solution conventionnelle en béton.

Trois facteurs à cela :

- Le prix élevé du bois et en forte augmentation, une offre trop faible et une mauvaise organisation de la filière.
- Des entreprises et des BET pas souvent locaux (ça dépend des régions).
- La réglementation incendie au-delà de la 3ème famille » .

- Un promoteur

### Leviers

- Analyser et partager des bilans d'opérations incluant des matériaux géo et biosourcés pour mieux appréhender l'économie de ces opérations.
- Développer la sensibilisation et la formation sur les coûts réels pour tous les acteurs.
- Raisonner en coût global en développant des outils de compréhension et de mise en œuvre.
- Activer de l'expertise en amont pour une estimation du coût du bâtiment avec des matériaux géo et biosourcés.
- Inciter la MOA en phase programme à acheter une étude comparative des coûts sur les solutions du bâti et à rechercher les potentielles aides disponibles.
- En réhabilitation, investir dans l'enveloppe (donc dans l'isolation ce qui est compatible avec le biosourcé) plutôt que dans les éléments techniques (PAC, photovoltaïque,...) à cause de l'importance de leur coût de maintenance.
- Limiter le coût du foncier public et privé pour permettre le développement de projets innovants et donc plus coûteux.

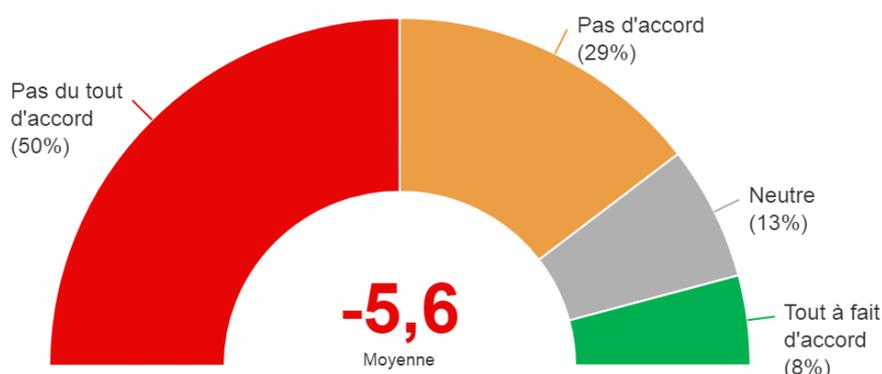
### - Les subventions et aides -

#### L'impact des aides et subventions :

La question des subventions et des aides est fondamentale pour les bailleurs sociaux, voire pour d'autres acteurs.

Sans celles-ci, ils disent ne pas pouvoir équilibrer leurs opérations les plus ambitieuses dont celles incluant des matériaux géo et biosourcés. Pour autant, ils sont plus que dubitatifs quant aux sommes proposées eu égard à l'enjeu, comme le montre les réponses à la question ci-dessous.

#### Pensez-vous que les aides et subventions seront suffisantes pour vous permettre d'intégrer les matériaux géo et biosourcés ?



#### Leviers

- Mettre en place un dispositif régional pour financer le surcoût des matériaux géo et biosourcés au moins le temps que les filières se structurent (exemple de la région Haut de France pour la compensation des plus-values).
- Augmenter les marges locales sur les bâtiments biosourcés.

### Les spécificités liées à la nature de l'opération (neuf ou réhabilitation) :

Aujourd'hui, les subventions spécifiques aux matériaux géo et biosourcés ne concernent quasi que la rénovation et pas la construction neuve.

Une exception à cela : les marges locales. Les marges locales (l'article R.353-16 du CCH) autorisent la majoration des loyers maximaux pour les logements PLUS et PLAI ayant fait l'objet d'investissements complémentaires pour atteindre un niveau élevé de qualité énergétique, environnementale et de service et contribuer ainsi à l'équilibre financier des opérations. Elles sont encadrées par l'Avis annuel des loyers, publié au Bulletin officiel du Ministère en charge du Logement. Elles peuvent venir s'ajouter au loyer plafond fixé par catégorie de logements (PLAI, Plus, et PLS) et par zonage (I, Ibis, II et III).

Aussi, pour aider les organismes à équilibrer financièrement les opérations intégrant des matériaux géo et biosourcés, une majorité des délégataires et Préfecture de Normandie ont permis, jusqu'ici aux organismes d'appliquer une marge locale au loyer maximum.

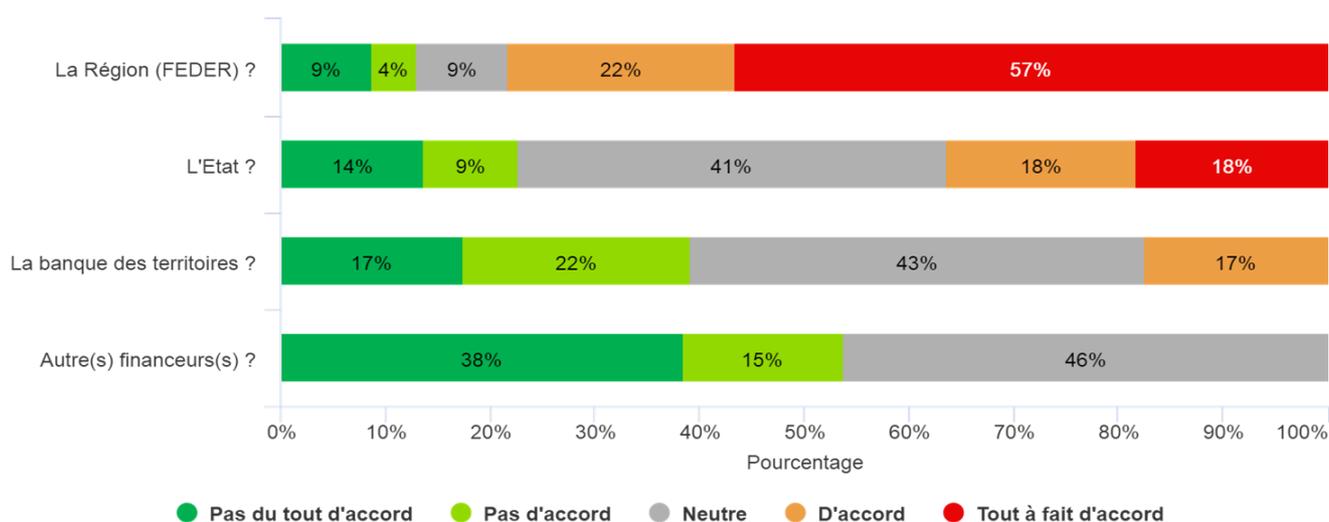
Les barèmes actuels de marges locales doivent être révisés pour tenir compte de la mise en œuvre de la Réglementation Environnementale 2020. En effet, l'utilisation des matériaux géo et biosourcés devient nécessaire pour aboutir à la décarbonation de la production de logements. Aussi, il est possible que cette marge locale disparaisse progressivement des barèmes locaux.

Ajoutée à cela, l'absence de subventions spécifiques pour le neuf, il est, d'après les bailleurs sociaux, beaucoup plus difficile d'équilibrer les opérations en neuf que celles en réhabilitation. Il semble probable que ce soit un facteur limitant au développement des matériaux géo et biosourcés, au moins pour le neuf.

### La perception du montage administratif des demandes d'aides et de subventions :

Le montage administratif est jugé aujourd'hui plus ou moins complexe selon le type d'aides et de subventions.

#### Est-ce que le montage administratif des dossiers d'aide est complexe pour les aides de...



- Le nouveau programme opérationnel Feder par la Région –



La Région Normandie et le FEDER soutiennent depuis 2007 la **rénovation de haute performance énergétique du parc social**. En effet, en application des objectifs communautaires, la loi Énergie-Climat du 8 novembre 2019 fixe des objectifs ambitieux de réduction de la consommation d'énergie finale, particulièrement pour les énergies fossiles, principal facteur d'émission de GES du parc immobilier. La Stratégie Nationale Bas Carbone prévoit également la mise au niveau « bâtiment basse consommation » (BBC) en moyenne de ce parc à l'horizon 2050.

Compte tenu des caractéristiques des logements et bâtiments publics normands (29% des consommations finales d'énergie, 50% du parc de logement construit avant 1974, prééminence de l'habitat individuel, taux de précarité énergétique des normands), le SRADDET précise les enjeux et les objectifs en Normandie, et appelle à la massification de la rénovation performante du parc de logements publics et privés et du parc tertiaire.

Le FEDER jouera un effet levier en permettant les rénovations ambitieuses qui ne pourraient être réalisées avec les seuls financements nationaux (éco-prêt logement social, certificats d'économie d'énergie, aides éventuelles nationales, régionales et locales).

Dans le cadre du nouveau Programme Opérationnel (PO) FEDER 2021/2027, l'objectif spécifique 2.1 vise à réduire les consommations d'énergie et in fine les émissions de gaz à effet de serre du parc de logements normands, par le soutien aux rénovations énergétiques performantes. Cet objectif spécifique contribuera également à la réduction de la précarité énergétique des habitants. Dans le cadre de cette mesure, le financement communautaire interviendra directement pour permettre la réalisation de travaux de rénovation performante des logements sociaux.

**L'innovation de ce nouveau PO est l'intégration de bonifications, via des options proposées par les certificateurs au sein de la certification BBC et HPE, pour favoriser les énergies renouvelables dans les opérations de rénovation, ainsi que le recours à des matériaux biosourcés et de réemploi, au raccordement à des réseaux de chaleur existants et/ou le passage d'un chauffage individuel à un chauffage collectif avec énergies renouvelables.**

### - Le nouveau programme opérationnel Feder par la Région –

**Pour le recours à des matériaux biosourcés**, le programme travaux devra comporter au moins une intervention sur un lot (c.-à-d. lot isolation des murs, lot menuiseries etc.) ayant comme matériau principal un matériau biosourcé ou utilisant le bois énergie. Ce lot devra répondre à l'un des critères suivants :

- Menuiseries : fenêtres en bois ou bois/aluminium pour l'ensemble des ouvertures changées. Les bois exotiques et bois non certifiés sont exclus.
- Isolation : isolation d'un lot enveloppe en matériau biosourcé (toiture, isolation des murs par l'intérieur ou l'extérieur, plancher bas). L'ensemble de la surface du lot rénové devra être traité en biosourcé sauf justification technique (sécurité incendie autour des conduits de fumée par exemple). L'isolant doit être fabriqué à partir de fibres végétales ou recyclées tels que le bois, le chanvre, le lin, la balle de céréales, le coton recyclé ou encore le papier recyclé. Les enduits isolants, conglomérat un granulat végétal (chanvre, bois, lin, colza, tournesol...) et un liant minéral (chaux par exemple) sont également autorisés.
- Bardage bois : mise en œuvre d'un bardage bois extérieur si une isolation par l'extérieur est mise en place. Les bois exotiques et bois non certifiés sont exclus.

## 4.2- ‘aspect normatif et assurantiel

Les aspects normatif et assurantiel ont souvent été mis en avant comme des freins importants lors des entretiens qualitatifs.

Quelle importance donnez-vous aux éventuels freins ci-dessous ?

	ÊTES-VOUS ?					
	UN BAILLEUR SOCIAL	UN PROMOTEUR	UN ARCHITECTE	UN BET	UN ÉCONOMISTE	UNE ENTREPRISE
L'application des normes (voire leur incompatibilité entre elle pour les matériaux géo et biosourcés)	7,8	3,3	5,7	5,6	6,3	6,6
Le manque d'avis technique pour les matériaux géo et biosourcés	7,2	5,9	5,7	6,3	8,8	6,6
L'assurabilité des matériaux géo et biosourcés mis en œuvre	6,0	3,8	3,0	2,5	5,6	5,5

L’ensemble des acteurs (MOA, MOE et entreprises) estiment qu’ils sont trop contraints par les documents normatifs et les bureaux de contrôle pour proposer des solutions innovantes.

Lors des focus groupes, un constat a été posé : les bureaux de contrôle prennent encore moins de risques en réhabilitation que pour les opérations en neuf quand il s’agit d’utiliser des matériaux géo et biosourcés.

Les bailleurs sociaux et un peu plus encore les promoteurs immobiliers estiment en moyenne (note pondérée au questionnaire en ligne de 2,4 pour les bailleurs et 3,3 pour les promoteurs) que les bureaux de contrôle sont suffisamment rémunérés pour qu’ils puissent faire des recherches plus poussées. La MOE est neutre sur cette question.

Le sujet de la réglementation incendie est omniprésent quand on évoque les matériaux biosourcés. L’utilisation de matériaux biosourcés dans les bâtiments de 3ème famille et plus entraîne souvent l’ajout de matériaux pour assurer la tenue au feu (plaques de placo, peintures intumescentes,...). D’une part, les filières doivent être soutenues pour produire les essais de comportement au feu manquants, d’autre part, une meilleure prise en compte des spécificités des matériaux biosourcés dans la réglementation en vigueur semble nécessaire.

Lors des entretiens qualitatifs et des focus groupes, les évolutions réglementaires sont souvent apparues comme des freins à court terme mais pas à long terme. En effet, les acteurs de la filière vont nécessairement, comme par le passé, intégrer les nouvelles contraintes et produits. Pour cela, il est important voire vital de mieux organiser collectivement la filière.

Enfin, la réglementation dont la RE2020 pousse à l’utilisation de matériaux géo et biosourcés. Pour autant, de nombreux acteurs de l’acte de construire posent la question de son ambition réelle et de sa cohérence.

« La réglementation permet de construire en ossature bois ... avec un isolant en laine de verre alors que les isolant biosourcés existent et sont très performants »  
- Un architecte

### - Point de vue d’un bureau de contrôle (SOCOTEC) -

Concernant les honoraires, le retour des différents acteurs est relativement neutre. Il est vrai que le prix des missions de Contrôle Technique n’a pas été réévalué, voire au contraire prend une part moins importante ces dernières années, alors que les systèmes constructifs sont de plus en plus divers, et même quelquefois créatifs. Mais cela ne nous empêche pas de réaliser notre étude de risque la plus consciencieusement possible.

Si les textes réglementaires justifiant de la mise en œuvre de matériaux n’existent pas, alors il n’est pas du rôle du contrôleur technique de les inventer ou de les concevoir. Pour mémoire, ses missions sont incompatibles avec toute activité de conception, d’exécution ou d’expertise d’un ouvrage. Ce point peut être parfois oublié. Par ailleurs, l’introduction tardive d’un contrôleur technique sur l’opération peut amener à des blocages, car une fois qu’une conception est calée, il est souvent difficile de faire marche arrière.

**Avez-vous le sentiment que les dossiers intégrant des matériaux géo et biosourcés soient plus problématiques/difficiles que ceux avec des matériaux conventionnels ? Quels sont les freins du côté des bureaux de contrôle spécifiques aux matériaux géo et biosourcés ?**

Tout dépend de la mise en œuvre et du projet dans lequel les matériaux géo et biosourcés sont prévus. L’assurabilité des matériaux géo et biosourcés n’est pas différente de celle des procédés ou matériaux conventionnels, lorsque l’on suit les mêmes étapes de qualifications.

La Commission Prévention Produits (C2P) évalue les différentes techniques et procédés. Elle les classe en deux catégories : Technique Courante et Technique Non Courante (technique non évaluée par la C2P ou faisant l’objet d’observations).

Lorsqu’une technique est dite « non courante », elle est inscrite, de fait, au rapport final de Contrôle Technique et est susceptible de faire l’objet de conditions spéciales de souscription d’assurance (ex : surprime,...).

De nombreux matériaux et procédés géo et biosourcés sont classés en « technique courante » sur un périmètre couvrant dans de nombreux cas l’utilisation sur des bâtiments de faible hauteur. C’est notamment le cas du béton de chanvre, ou de la paille.

Des complexités techniques s’observent alors principalement lorsque l’on souhaite les utiliser au-delà de ces limites d’application (par manque de retour d’expérience, et donc de référentiel).

Vient ensuite le fait que les matériaux géo et biosourcés sont bien souvent des techniques « nouvelles », ou oubliées et donc moins usuelles. En effet, construire avec des matériaux géo et biosourcés nécessite des connaissances et une maîtrise de leurs spécificités afin d’assurer une conception, une réalisation et une exploitation maîtrisées. Il est parfois compliqué de regrouper autour de la table l’ensemble des acteurs ayant une bonne assimilation des pratiques.

### Comment lever ces difficultés?

Il faut encadrer la mise en œuvre des matériaux biosourcés et sélectionner les techniques courantes, les procédés sous avis techniques ou encadrés par les textes réglementaires.

Il convient de s’entourer d’acteurs compétents et à l’écoute des filières et du marché. Pour cela, la formation des acteurs (MOA, Architectes, BET, Entreprises...) peut être un axe majeur afin d’assurer un emploi optimal de ces matériaux.

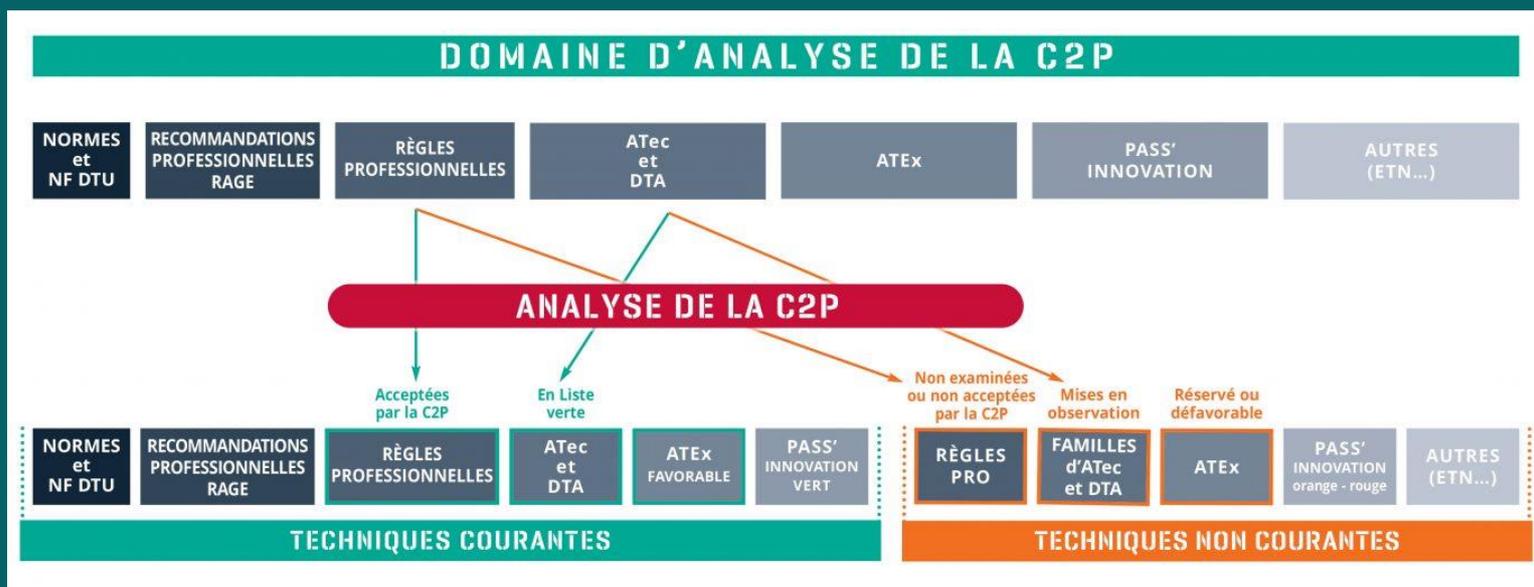
En travaillant le plus en amont possible avec le contrôleur technique, on peut mettre en évidence les normes/textes applicables, l’assurabilité des matériaux et soulever le manque d’avis techniques relatifs à l’intégration de matériaux géo et biosourcés, et ainsi éviter des problématiques en cours d’exécution.

### – Point de vue d’un assureur (SMA BTP) –

#### Quelles exigences vis-à-vis des matériaux ?

Les produits géo et biosourcés doivent répondre aux exigences de performances techniques et de durabilité attendues. Ces produits doivent donc faire l’objet de normes, d’avis techniques (ATec, DTA, ATEEx), de règles pour leur mise en œuvre (DTU) ou de règles professionnelles.

La classification faite par la Commission prévention produits (C2P) qui est décrite ci-dessous est essentielle pour les assureurs construction en France.



Les normes, les DTU, les recommandations professionnelles RAGE et les règles professionnelles renvoient parfois à un avis technique sur certaines mises en œuvre qui dépendent du produit ou du procédé du fabricant.

### Quelles assurances pour les matériaux biosourcés ?

En France les constructeurs sont présumés responsables des désordres affectant les ouvrages qu'ils construisent, et ce pendant 10 ans après la réception. Il s'agit d'une garantie légale à laquelle il n'est pas possible de déroger. Les désordres de nature décennale sont ceux qui portent atteinte à la solidité de l'ouvrage, ou qui le rendent impropre à sa destination : tassements de sol, défauts d'étanchéité à l'eau ou à l'air, moisissures, dégradation des matériaux...

Outre le coût des réparations de l'ouvrage, ces désordres peuvent engendrer des coûts supplémentaires non négligeables, comme les pertes de loyer ou de chiffre d'affaires, les frais de relogement, qui seront également à la charge des responsables.

Il est donc essentiel que les produits et procédés mis en œuvre par les constructeurs soient caractérisés, fiables et qu'ils permettent de construire en apportant durablement toute la sécurité nécessaire à l'ouvrage neuf ou rénové.

Les assureurs construction proposent des garanties permettant de couvrir la responsabilité décennale des constructeurs et ses conséquences, sachant que la plupart du temps cette assurance est obligatoire.

Pour cela l'assureur va s'appuyer sur les critères et contrôles élaborés par l'Agence qualité construction (AQC), via son pôle Prévention produit (C2P).

Un produit qui relève de la technique courante est garanti de base dans le contrat de responsabilité décennale du constructeur qui le met en œuvre.

Inversement tout produit ou procédé non classé en technique courante relève de la Technique non courante (TNC) et dans ce cas, l'entreprise ou l'artisan, avant toute mise en œuvre, doit se rapprocher de son assureur pour qu'il étudie les conditions d'assurabilité du procédé.

Exemples : un procédé qui relève de règles professionnelles acceptées par la C2P, le béton de chanvre par exemple, est considéré comme relevant de la technique courante ; la responsabilité décennale est donc garantie de base dans le contrat du constructeur qui met en œuvre ce produit dès lors que l'activité est déclarée au contrat.

Au contraire, l'entreprise qui souhaiterait réaliser un ouvrage en terre crue devra se rapprocher préalablement de son assureur pour en discuter.

Dans le domaine de l'assurance décennale, ce ne sont pas les matériaux en eux-mêmes qui sont ou non assurés, mais les entreprises et les artisans qui les mettent en œuvre, dans des conditions concrètes et normées.

Les référentiels doivent impérativement être respectés et les domaines d'emplois des matériaux vérifiés dans le contexte du chantier.

### Quelles assurances pour les matériaux biosourcés ? *suite*

Labels et législations ne suffisent pas à garantir le développement durable. En particulier, chaque niveau de label requiert un taux maximum d'incorporation de matière biosourcée.

Celui-ci dépend de l'usage principal auquel le bâtiment est destiné.

En conclusion, il est essentiel de bien connaître le produit à mettre en œuvre, le procédé et d'interroger dans le doute son conseiller en assurance pour éviter une absence de garantie décennale.

#### Leviers

- Amener de l'agilité et de la souplesse dans la réglementation.
- Réaliser du lobbying par les filières pour certifier des matériaux et garantir leur assurabilité.
- Faire évoluer la normalisation des pratiques et des règles professionnelles.
- Comprendre comment les bureaux de contrôle valident ce qui est proposé, voire organiser des échanges avec ceux-ci pour décoder ce sujet.
- Créer du dialogue et appréhender les problématiques de tous les acteurs de l'acte de construire. Accepter le discours critique et poursuivre l'investigation pour arriver à des consensus avec les bureaux de contrôle et accepter que cela prenne du temps.
- Développer du conseil sur l'assurabilité et les solutions pour débloquer les situations avec les bureaux de contrôle et ainsi éviter les risques de malfaçon.
- Développer un mode de consultation adapté pour les contrôleurs techniques avec une pédagogie sur les missions et les rôles. Favoriser ainsi une vraie sélection sur les motivations et la capacité technique et pas uniquement sur les coûts.
- Développer la formation des bureaux de contrôle en lien avec les matériaux géo et biosourcés.
- Réfléchir à la répartition de la responsabilité entre les architectes, les bureaux d'études et les bureaux de contrôles.

#### - L'assurabilité des matériaux issus du réemploi -

Un des enjeux pour le Bâtiment de demain réside dans sa décarbonation. Celle-ci passe notamment par le choix des matériaux employés dont ceux issus du réemploi (cf. RE2020). Or, l'assurabilité des matériaux issus du réemploi surtout quand ils sont géo et biosourcés n'est pas aisée. L'utilisation des produits neufs est donc largement privilégiée.



## II. Analyse de l'offre

1. Introduction aux matériaux géo et biosourcés
  - 1.1 – Définition des matériaux géo et biosourcés
  - 1.2 – Des matériaux manufacturés en fort développement (non produits en Normandie)
  - 1.3 – Des performances convaincantes
2. Les matériaux géo et biosourcés produits en Normandie
  - 2.1 – La pierre naturelle
  - 2.2 – La terre crue
  - 2.3 – Le bois d'œuvre
  - 2.4 – La paille
  - 2.5 – Le chanvre

## 1.1 – Définition des matériaux géo et biosourcés

Les matériaux biosourcés sont les matériaux partiellement ou totalement issus de la biomasse, tels que le bois (bois d'œuvre et produits connexes), le chanvre, le colza, le miscanthus, la balle de riz, la paille, les anas de lin, le liège, la rafle de maïs, le roseau, la laine de mouton... Les matériaux géosourcés sont les matériaux issus de ressources d'origine minérale, tels que la terre crue ou la pierre sèche. En particulier lorsqu'ils sont locaux et peu transformés, les matériaux géo et biosourcés présentent généralement une faible empreinte environnementale. Certains matériaux sont également issus du réemploi ou de la revalorisation de déchets, de sous-produits et de co-produits, tels que la ouate de cellulose, les textiles recyclés, le bois de palette, le carton... Ils s'inscrivent alors dans une logique d'économie circulaire.

Ministère de la transition écologique et solidaire, Ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales, Les matériaux de construction BIOSOURCÉS & GÉOSOURCÉS,

La norme européenne NF EN 16575 définit les produits biosourcés comme issus de la biomasse (hors fossile), composés totalement ou partiellement de ressources **d'origine végétale ou animale**. Cependant cette norme ne précise pas le pourcentage minimum de matière d'origine végétale ou animale pour qu'un produit soit qualifié de « biosourcé ». La vigilance de l'utilisateur est donc requise pour s'assurer que le produit qu'il prévoit de prescrire ou de mettre en œuvre corresponde bien à ses attentes en termes de composition.

On peut aussi regrouper les matériaux géo et biosourcés en deux grandes familles, selon le degré de transformation nécessaire à leur utilisation.

### Matériaux “non manufacturés” ou « intégrés » à des systèmes constructifs non industrialisés

Il s’agit de matériaux bruts, ou ayant subi peu de phases de transformation (par exemple, défibrage et dépoussiérage), ayant recours au savoir-faire du professionnel pour sa mise en œuvre au sein d’un système constructif. Ils s’intègrent aux “Systèmes constructifs non industrialisés (SCNI)”, dont la définition élaborée par la Fédération Ecoconstruire (en l’absence de définition officielle), est la suivante :

“Systèmes constructifs utilisant des matériaux de proximité (terre, pierre, chaux, plâtre...) et/ou des matériaux biosourcés (bois massif, paille, chanvre...) permettant, d’une part, de sauvegarder des métiers, des gestes, des techniques et des savoir-faire ancestraux et d’assurer, d’autre part, la diversité nécessaire à la conservation de la planète.

Source : Fédération Ecoconstruire, Etat des lieux des formations faisant référence à des systèmes constructifs utilisant des matériaux biosourcés et/ou des matériaux utilisés dans les SCNI hors bois d’œuvre, janvier 2013

Les matériaux géo et biosourcés non manufacturés sont les seuls produits sur le territoire régional. Ils font l’objet d’une analyse détaillée dans le présent rapport. Seule exception, la gamme de peintures naturelles Natura Tassili, produite à Brionne / Pont Authou.

### Matériaux “manufacturés”

Nous regroupons sous cette appellation les matériaux issus d’une transformation dans une unité de production, généralement relevant de la 2<sup>e</sup> transformation.

*Exemple :*

*La tige de chanvre, une fois coupée, subit une étape de défibrage, c’est-à-dire de séparation de la chènevotte (partie rigide de la tige) et de la laine (fibre). Ces deux matériaux, issus de cette première transformation, sont utilisables dans le bâtiment au sein de SCNI : isolation en laine de chanvre ou de chènevotte en vrac, confection et mise en œuvre de béton de terre-chènevotte ou chaux-chènevotte.*

*La laine de chanvre entre dans la fabrication de panneaux d’isolants, souples ou semi-rigides. Au sein de l’unité de fabrication, plusieurs nouvelles étapes sont nécessaires : confection des matelas d’isolation - avec dans certains cas ajout d’un liant polyester - découpe du matelas en panneaux de formats identiques, conditionnement... Les produits issus de cette seconde transformation sont qualifiés de “manufacturés”. Ainsi, une même ressource peut être utilisée sous forme manufacturée et non manufacturée.*

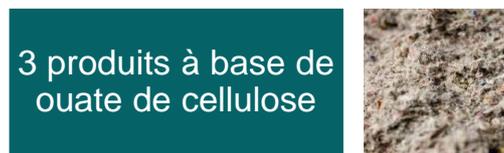
## 1.2 – Des matériaux manufacturés en fort développement (non produits en Normandie)

Cette partie vise à transmettre au lecteur des éléments de culture générale des matériaux géo et biosourcés. Elle ne vise pas à une présentation exhaustive de la gamme et des performances des matériaux géo et biosourcés manufacturés.

### Une gamme très étendue



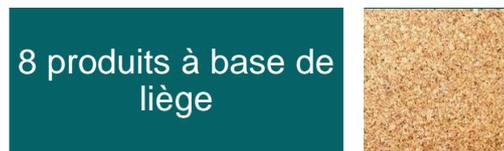
89 produits à base de fibre de bois



3 produits à base de ouate de cellulose



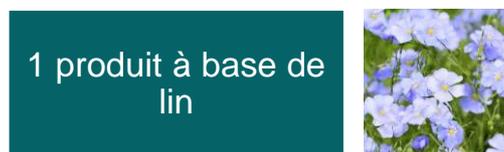
10 produits à base de chènevotte ou de laine de chanvre



8 produits à base de liège



1 produit à base d'herbe



1 produit à base de lin



7 produits à base de textile recyclé



9 produits à base de laine de mouton

La gamme des matériaux géo et biosourcés manufacturés s'est considérablement étendue depuis une vingtaine d'années. Elle témoigne de la croissance continue du marché.

L'Association des Industriels de Construction Biosourcée (AICB) indique qu'en 2020, 27 millions de m<sup>2</sup> d'isolants biosourcés ont été posés en France, soit l'équivalent de 84 000 maisons individuelles isolées totalement. Ce volume est en progression de 87% en 4 ans et représente 975 000 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> stockées depuis 2016. En 2019, les isolants biosourcés vendus représentaient 10% du marché de l'isolation (contre 8% en 2015). L'AICB prévoit un doublement du volume de ventes en 5 ans et ses membres indiquent investir dans le doublement de leurs moyens de production.

A titre illustratif, le guide pratique de l'isolation écologique, édité par le magazine La Maison Écologique en décembre 2015, référence **128 produits d'isolation biosourcés** en rouleaux et panneaux semi-rigide, commercialisés en France, dont : 89 produits à base de fibre de bois, 3 à base de ouate de cellulose, 10 à base de chènevotte ou de laine de chanvre, 8 à base de liège, 1 à base d'herbe, 1 produit à base de lin, 7 produits à base de textile recyclé, 9 produits à base de laine de mouton...

S'y ajoutent quelques matériaux géosourcés, qui répondent à des usages spécifiques, notamment en milieu humide, comme le verre cellulaire sous forme de granulat (ex Misapor©) ou de panneau (Foamglas©).

La gamme de matériaux couvre un grand nombre de domaines d'application :

- Structure / maçonnerie / gros œuvre / charpente
- Façade
- Couverture / étanchéité
- Menuiseries intérieures et extérieures
- Isolation par l'intérieur et par l'extérieur
- Cloisonnement
- Revêtement de sols et murs

### Des produits de plus en plus normés et facilement accessibles

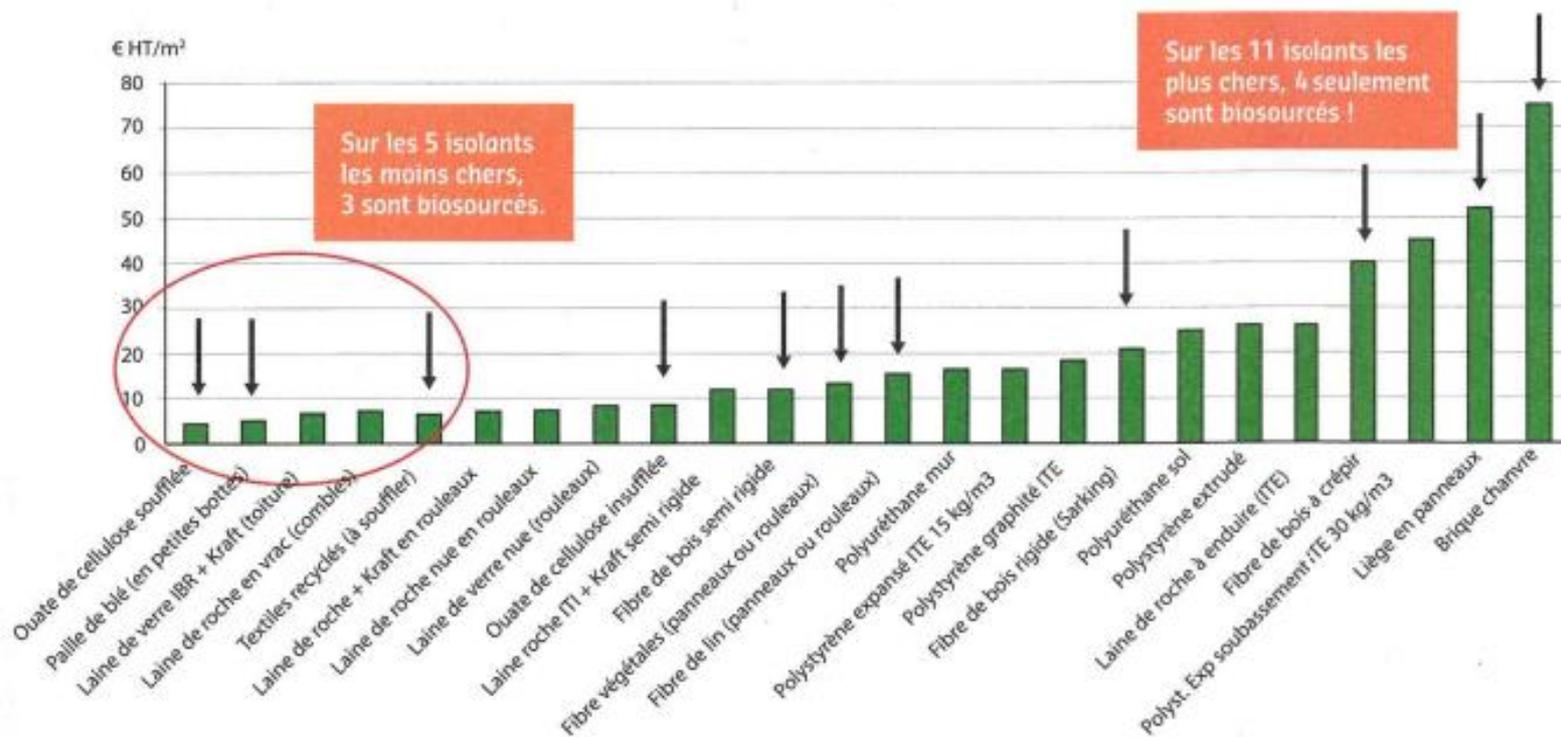
A mesure que leur utilisation se développe, la gamme des matériaux géo et biosourcés manufacturés dispose des avis techniques nécessaires, et notamment d'ACERMI, téléchargeables sur les sites Internet des fabricants.

De même, les fournisseurs de matériaux intègrent ces matériaux dans leur gamme de produits. En complément, les magasins spécialisés dans la distribution de matériaux géo et biosourcés référencent les produits les plus courants mais aussi des produits spécifiques. Selon les entreprises, leur gamme de prix est souvent concurrentielle avec les distributeurs classiques, ce qui fait que leur clientèle professionnelle s'étoffe d'année en année. Ils connaissent bien les caractéristiques techniques des produits qu'ils distribuent.

### Des prix qui se rapprochent des matériaux conventionnels

Les produits géo et biosourcés restent globalement plus chers que les matériaux conventionnels. L'écart de prix est très variable d'un matériau à l'autre. En revanche, sur la gamme des isolants les plus diffusés, l'écart de prix est faible, il doit être analysé au regard de l'ensemble des caractéristiques techniques.

Le graphique de la page suivante compare le prix de plusieurs isolants biosourcés et conventionnels, hors pose. Il indique que, contrairement aux idées généralement admises, le prix des matériaux biosourcés est comparable aux isolants conventionnels. Il invite à mettre la question du prix du matériau en perspective. Signalons qu'aucune étude de ce type n'a été réalisée depuis 2014.

Coût des produits isolants (hors pose) pour  $R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  en € HT/m<sup>2</sup> (valeurs août 2014 - source Energetech)

### La difficile question du coût des solutions géo et biosourcées

Indiquer des coûts au m<sup>2</sup> de systèmes constructifs géo et biosourcés, à destination de la maîtrise d'ouvrage bailleurs sociaux et promoteurs immobiliers, est un exercice difficile et, à ce jour, peu fiable.

Les données actuelles (prix au m<sup>2</sup>, fourniture et pose) concernent des marchés de la rénovation et de la construction de maisons individuelles, qui constituent l'essentiel de l'activité des entreprises du secteur de l'écoconstruction. Elles ne sont pas applicables à des opérations de plus grande envergure.

De plus, les coûts doivent être comparés à des systèmes constructifs équivalents, d'un point de vue des performances tant thermiques qu'environnementales. Par exemple, une opération isolée en bottes de paille atteignant un niveau de performance E3C2, ne peut être comparée qu'avec une solution conventionnelle de même classement.

Enfin, une opération doit être analysée dans sa globalité. Plusieurs exemples de construction géo et biosourcée réalisés à "prix du marché" existent en Normandie, principalement pour des bâtiments publics. Comprendre comment la maîtrise d'œuvre a équilibré l'économie de son projet est primordial.

A ce jour, l'établissement d'un coût fiable pour une opération en matériaux géo et biosourcés, pour des logements sous maîtrise d'ouvrage bailleurs et promoteurs, demanderait une étude fine des opérations réalisées en région, hors région et des opérations en cours.

## 1.3 – Des performances convaincantes

Plébiscités pour leur faible impact environnemental et leur innocuité pour la santé, les matériaux géo et bio sourcés disposent surtout de performances techniques et environnementales tout à fait intéressantes, assorties à certaines précautions d'emploi.

### Des isolants efficaces

Les matériaux d'isolation sont ceux qui présentent des performances les mieux caractérisées. Les valeurs de conductivité thermique sont proches des valeurs des matériaux "conventionnels" :

- conductivité laine de verre : à partir de 0,032 W/(m.K)
- conductivité laine de bois : à partir de 0,036 W/(m.K)

Les valeurs de capacité thermique massique sont en revanche bien supérieures pour des matériaux biosourcés :

- capacité thermique massique laine de verre (Isover GR32) : environ 840 J/(Kg.K)
- capacité thermique massique laine de bois (Isonat flex 55) : environ 1900 J/(Kg.K)

Ces valeurs renseignent sur la capacité d'un matériau à retarder les transferts de chaleur. Plus la capacité thermique massique est élevée, plus le confort d'été sera important.

Les densités importantes relevées pour les matériaux d'isolation biosourcés industriels (de 30 à 140 kg/m<sup>3</sup>, avec une majorité des matériaux positionnés entre 40 et 55 kg/m<sup>3</sup>), les rendent particulièrement insensibles au tassement et garantissent la pérennité de leur mise en œuvre et de leur efficacité.

Enfin, les matériaux géo et biosourcés sont en capacité de gérer les flux de vapeur d'eau, et pour certains, comme la terre crue, le béton de chanvre..., de réguler l'ambiance hygrométrique des espaces intérieurs. Ce qui apporte un confort thermique générateur d'économie d'énergie (réduit la sensation de paroi froide).

Les bétons végétaux bénéficient également du phénomène physique de changement de phase de l'eau, qui apporte quelques calories en hiver et en consomme en été. Récemment décrit et mesuré, ce bénéfice n'est pas intégré dans les moteurs de calculs mais explique pourquoi les bâtiments en béton biosourcé (chaux-chanvre, terre-chanvre, terre-paille...) réalisent, en exploitation, des consommations d'énergie bien inférieures aux simulations des moteurs de calculs.

## Des ressources renouvelables

D'un point de vue environnemental, les termes matériaux géo et biosourcé sont communément associés à ressource inépuisable ou renouvelable. La notion de ressource inépuisable est à modérer tant la pression sur les ressources naturelles est intense, mais peut cependant s'appliquer sans risque à la terre argileuse, disponible en grande quantité sur tout le territoire régional. De plus, elle présente l'intérêt d'être réutilisable à l'infini si elle n'est pas adjuvantée d'un liant hydraulique.

La notion de ressource renouvelable est plus facile à évaluer même s'il faut apporter quelques précisions :

- Le renouvellement de la ressource peut être rapide, par exemple, annuel pour les cultures agricoles (paille de céréale, chanvre...), ou lent, plusieurs décennies pour le bois d'œuvre.
- La ressource ne doit pas présenter de concurrence d'usage avec le secteur alimentaire ou textile, ce qui est le cas dans la construction, puisque les matériaux biosourcés produits en Normandie sont issus de co-produits de l'agriculture. Ce point sera détaillé pour les ressources normandes au chapitre II.

Enfin, certains isolants dits "écologiques" sont issus du recyclage, comme les isolants à base de coton recyclé.

## Un bilan environnemental favorable

Il existe plusieurs indicateurs du bilan environnemental d'un produit, cependant, depuis la Réglementation Environnementale 2020 (RE2020), la fiche de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) est le document de référence. Elle est réalisée par les fabricants ou des collectifs d'acteurs, selon une norme européenne et une procédure de vérification des données. Elle renseigne plusieurs items sur l'impact environnemental d'un produit lors de ses phases d'extraction des matières premières, de fabrication, de vie en œuvre et de fin de vie, le critère intégré dans le moteur de calcul de la RE2020 étant l'impact sur le réchauffement climatique.

Pour illustrer notre propos, comparons les valeurs "réchauffement climatique" des produits géo et biosourcés à performances thermiques équivalentes:

- impact sur le réchauffement climatique laine de verre GR32 nu 140 mm (R=4,35) : 4,35 kg CO2 eq.

[lien base Inies](#)

- impact sur le réchauffement climatique laine de bois (Isonat Flex 55) 145 mm (R=4) : 1,49 kg CO2 eq.

[lien base Inies](#)

Les données disponibles pour les filières normandes sont détaillées dans les chapitres dédiés.

Ces données mettent clairement en avant le bilan environnemental avantageux des matériaux géo et biosourcés et valorise le stockage temporaire du carbone (matériaux biosourcés uniquement) : la plante absorbe du carbone pendant sa croissance, ce carbone est stocké pendant toute la vie en œuvre du matériau, puis partiellement relargué en fin de vie selon le scénario de fin de vie. Le stockage temporaire du carbone n'existe pas pour les matériaux pétrosourcés.

### Un comportement hydrique particulier

D'une manière générale, les isolants biosourcés (manufacturés ou non) ont un comportement particulier à l'eau, qu'elle soit sous forme liquide ou sous forme de vapeur d'eau. Ils sont capillaires et ouverts à la diffusion de vapeur d'eau.

Cette caractéristique les rend particulièrement adaptés à l'isolation du bâti ancien (construit avant 1948), dont les matériaux structurels sont eux-mêmes plus ou moins capillaires et ouverts à la diffusion de vapeur d'eau.

A contrario, leur sensibilité à l'eau induit une attention particulière à :

- leur protection à l'eau en phase chantier
- leur mise en œuvre au sein de systèmes constructifs laissant transiter la vapeur d'eau (attention aux revêtements extérieurs non capillaires et non perméables à la vapeur d'eau)
- la mise en œuvre de dispositifs adaptés en pied de mur si présence permanente d'humidité.

A noter que les laines isolantes conventionnelles voient également leur résistance thermique et leur pérennité dégradées en cas de présence d'humidité.

Quelques matériaux de la gamme géo et biosourcés apportent des solutions en milieu humide, par exemple le liège, le verre cellulaire ou le bois naturellement classe 4. Leur bilan environnemental, s'il est souvent moins favorable que les autres isolants biosourcés, est à mettre en rapport avec les solutions conventionnelles.

### En synthèse

Avant d’aborder la production normande de matériaux géo et biosourcés, il paraissait opportun de donner quelques repères sur la gamme de matériaux disponibles et sur ses caractéristiques principales. Ils mettent en exergue :

- un marché en forte croissance
- une gamme étendue de produits
- des performances intéressantes et caractérisées
- des documents normatifs de plus en plus nombreux, facilitant leur utilisation dans une vaste plage de situations techniques
- des matériaux référencés par la plupart des négoce de matériaux.

Les matériaux dits “industriels” ou “manufacturés”, sont à ce jour fabriqués à l’extérieur du territoire régional, et l’absence d’unité de production de matériaux géo et biosourcés en Normandie est à noter, et probablement dommageable à la dynamique régionale de secteur de l’écoconstruction. Cependant, les réseaux de distribution, qu’ils soient spécialisés ou non, assurent un accès aux matériaux géo et biosourcés les plus demandés.

## 5 filières ...

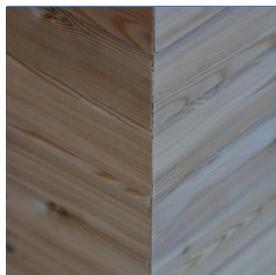
Plusieurs matériaux géo et biosourcés sont produits en Normandie. Le comité de pilotage a choisi d'intégrer à l'étude les filières matures ou proches de la maturité. D'autres filières sont en phase de développement, à base de coproduits du lin ou du miscanthus, cependant, les matériaux ne sont actuellement pas commercialisés, et donc pas disponibles pour un usage dans le bâtiment.



la **Pierre naturelle**, utilisée principalement en structure et en parement,



la **terre crue**, utilisée principalement en structure et en parement,



le **bois d'œuvre**, utilisé principalement en structure et en parement,



la **paille**, utilisée principalement en remplissage et en isolation thermique,



le **chanvre**, utilisé principalement en remplissage et en isolation thermique.

## 2.1 – La pierre naturelle

### Une ressource abondante en Normandie

Carte des carrières de France 2020



La pierre naturelle est un matériau majeur du patrimoine normand, y compris le patrimoine de la Reconstruction. La généralisation des systèmes constructifs à base de béton a considérablement réduit son utilisation. Aujourd'hui, elle est présente :

- majoritairement en tant que granulats pour diverses utilisations, dont la fabrication de béton.
- dans la restauration du patrimoine bâti
- en tant que pierre d'ornement

Bien présente sur le marché de la restauration du patrimoine, la pierre massive est aujourd'hui une exception dans la construction neuve. Quelques projets récents de logements collectifs, notamment sociaux, remettent en avant les qualités de ce matériau.

Ce chapitre s'intéressera donc particulièrement à la pierre massive porteuse, comme matériau structurel de construction.

### Une ressource géologique peu exploitée pour la construction

La Normandie n'est pas une région majeure pour l'extraction de pierre, comparativement à d'autres régions françaises. Elle compte cependant plusieurs carrières de pierre massive en exploitation :

- Les Carrières de la plaine de Caen, située à Cintheaux (14), extraient une pierre calcaire blanche en sous-sol, nommée pierre de Caen ou dite « pierre de Quilly ».
- La carrière Girard et Fossez à Creully (14), exploite 2 bancs de calcaires fermes et durs, à ciel ouvert.
- La carrière d'Urville (14), extrait une pierre calcaire ferme, appelée "Pierre des Aucrais". La vocation de cette carrière est d'extraire des granulats, cependant, les pierres de grande dimension, qui ne rentrent pas dans le concasseur, sont vendues à des entreprises de taille de pierre par l'intermédiaire de la carrière Degan (60).
- La société des Carrière du Val de Seine extrait 2 variétés de "Pierre de Vernon". Il s'agit de pierre calcaire incrustée de silex. Les bancs de pierre, très fragmentés, génèrent beaucoup de perte à l'extraction et au façonnage, d'où un coût important de la matière première. Son principal débouché sont les chantiers de restauration du patrimoine.

D'autres carrières produisent, des moellons, non adaptés à la construction en pierre massive (Carrière du Rocher Blin au Mesnil Villeman pour la pierre de Beauchamps et la Carrière Chatel à Saint Michel de Montjoie, toutes 2 localisées dans la Manche).

La ressource est disponible sur le long terme. Au rythme actuel de l'exploitation (1500 m<sup>3</sup> extraits par an), les carrières de la Plaine de Caen ont une disponibilité de la matière estimée à 200 ans.

L'exploitation des ressources géologiques est organisée, à l'échelle régionale, par le Schéma Régional des Carrières. En Normandie, ce document est en cours d'élaboration.

Pour la pierre massive, qu'elle soit destinée à la construction, à l'aménagement paysager ou à l'ornementation, l'extraction produit une masse importante de déchets. Seul 30% de la pierre extraite est commercialisée, les 70% restants étant considérés comme déchets. Ceci est lié à la présence de fissures ou d'impuretés (coquillages) dans les bancs, qui affectent leur aspect esthétique. Il y a donc un enjeu sur la valorisation de cette masse de matériaux. La construction en pierre massive, dans la mesure où elle utilise un matériau qualifié de "second choix" en raison de la présence de défauts esthétiques, est une piste intéressante de valorisation noble d'une partie de ces "rebus".

### Produits / matériaux

Les carrières assurent l'extraction d'un matériau brut qui est ensuite débité dans un atelier de transformation. Certaines carrières en France disposent d'un atelier de taille de pierre à proximité immédiate du site d'extraction. En Normandie, ce n'est pas le cas, ou bien à petite échelle. Les blocs extraits sont de grande dimension et vendus à des entreprises de taille de pierre.

Plusieurs organisations existent au sein des carrières de Normandie. Certaines travaillent sur commande et demandent un délai d'extraction du matériau, d'autres constituent un stock de blocs à débiter. Par exemple, les Carrières de la Plaine de Caen ont un stock de 2000 m<sup>3</sup> de blocs. Connaître les capacités et délais de fournitures d'une carrière est un élément important à prendre en compte pour l'organisation d'un projet de construction

Les entreprises de taille de pierre assurent la transformation en éléments de construction, d'aménagement intérieur et extérieur et d'ornement.

On distingue 2 types d'ateliers de transformation.

- La première catégorie d'entreprises taillent uniquement pour leurs propres chantiers.
- La seconde catégorie transforme pour le compte d'entreprises de maçonnerie.

Enfin, certaines entreprises sont uniquement positionnées sur le marché du Monument Historique.

Dans tous les cas, il n'existe pas de produit standardisé ou préfabriqué, ce qui rend plus complexe sa prescription en construction neuve. Elle est possible et perçue comme très qualitative dans notre région. La production des éléments en pierre s'organise en fonction d'un calepinage, qui indique le nombre et les dimensions d'éléments à produire pour réaliser un ouvrage.

## Carrière de pierre de Vernon



© TERH Monuments historiques

### L'approvisionnement

Suivant sa position dans l'acte de construire, l'interlocuteur sera différent :

- l'entreprise de taille de pierre s'adresse à la carrière
- l'entreprise de maçonnerie s'adresse à l'entreprise de taille de pierre

### Caractéristiques techniques

Les caractéristiques techniques des pierres sont disponibles auprès des carrières d'extraction. Les valeurs de résistance à la compression sont supérieures à un béton de haute densité.

Une fois polie, la pierre ne nécessite pas de finition. Elle ne nécessite pas d'intervention en façade après la pose et peut accueillir une isolation par l'intérieur.

Un matériau d'isolation doit être ajouté pour assurer la performance thermique sur bâtiment. Ce matériau doit être compatible avec le comportement hygrométrique de la pierre. Citons pour mémoire que le projet de construction de 65 logements sociaux à Plan des Ouates (Suisse), livré en 2021 par l'architecte Gilles Perraudin, construit en pierre massive, n'a pas nécessité l'ajout d'une isolation thermique par l'intérieur ni par l'extérieur. Le matériau de construction lui-même assure la finition intérieur et extérieur. Une veille sur le comportement thermique de ce projet serait donc à assurer pour tirer des conclusions sur ce choix technique inhabituel.

Les carrières de Creully et de la Plaine de Caen extraient des calcaires demi-fermes, fermes et durs, utilisables pour la construction en tant que matériau structural, parement, aménagement intérieur ou extérieur (dallage), décoratif (ornement). Elles semblent spécifiquement adaptés à la production de pierres massives pour la construction neuve.

#### Blocs extraits de la carrière de Cintheaux au Sud de Caen



© Lithothèque de Normandie

## Les systèmes constructifs

Les usages de la pierre naturelle sont nombreux. Il nous semble pertinent de mettre en avant les systèmes constructifs où la pierre joue un rôle structurel.

La maçonnerie en pierre massive est constituée d'éléments ayant une épaisseur supérieure à 80 mm. Pour le gros œuvre, les éléments de maçonnerie doivent avoir une épaisseur d'au moins 20 cm, pour reprendre les charges de compression et éviter la pénétration d'eau par capillarité.

Les éléments de maçonnerie peuvent être constitués de moellons, de petits éléments modulaires ou de pierres de taille de grande dimension, hourdés au mortier de chaux.

La construction contemporaine utilise des grands éléments de pierre préparés en atelier et assemblés sur chantier, sur un principe de préfabrication. Ce principe n'implique pas de stockage sur chantier, nécessite peu de manipulations, peu de nuisances et une exécution rapide.

La société Ingépierre (27) développe actuellement un système constructif à base de grands éléments de pierre, assemblés au joint mince à l'aide d'engins de levage. Cette technique, utilisant des grands modules de pierre, permet de valoriser des blocs de second choix et d'augmenter sensiblement la vitesse d'exécution sur chantier. La face visible est polie et ne nécessite pas de finition. Positionnée à l'intérieur, elle joue le rôle d'étanchéité à l'air et de finition. Elle est isolée par l'extérieur à l'aide d'un isolant biosourcé.



© Ingépierre

La pierre naturelle présente comme intérêts :

- apport d’inertie et donc de confort thermique, été comme hiver
- régulation de l’ambiance hygrométrique (suivant le type de pierre)
- bonne isolation phonique
- pas d’ajout nécessaire de finition sur la ou les faces vues
- possibilité d’utiliser des grands modules de matériaux et de travailler en préfabrication
- valorisation de pierres délaissées par le secteur de l’ornement
- pérennité dans le temps.

Les autres usages de la pierre sont mieux connus des prescripteurs et maîtres d’ouvrage et ne feront pas l’objet d’un développement dans la présente étude : pavage, dallage, bordures, éléments décoratifs, parement.

### Typologies de travaux

Aujourd’hui, les principaux marchés de la pierre naturelle sont l’ornement et la restauration du patrimoine bâti. Quelques ouvrages neufs en pierres massives mettent en avant qu’une conception et une exécution bien maîtrisées permettent de réaliser des logements en construction neuve, les références les plus significatives figurent en annexe.

### Points de vigilance (chantier, conception...)

#### En amont du chantier :

- de par sa nature même, la pierre massive ne se prête pas à tous les types d'architecture. Adapter l'architecture aux possibilités techniques de la pierre utilisée permet de réaliser des économies dans la mise en œuvre du projet.
- particulièrement pour ce matériau à haut niveau de savoir-faire, faire appel à des équipes de maîtrise d'œuvre et des entreprises spécialisées est indispensable.
- se renseigner sur les délais de fourniture, pour organiser le chantier en conséquence.

#### En phase chantier :

- assurer la mise en œuvre du matériau par des professionnels compétents. Les risques liés à un défaut de compétences sont des désordres esthétiques (mauvais assemblage, éclats) pouvant impliquer un ravalement de façade, donc un surcoût.

#### Les préconisations sont :

- faire appel, tout au long du projet, à des professionnels compétents.

## Un écosystème, des acteurs

Il existe peu d'entreprises dans l'écosystème de la pierre massive en Normandie.

Les carrières ont été décrites dans un paragraphe dédié.

Les entreprises de taille de pierre sont peu nombreuses et de petites tailles. Quelques entreprises émergent par leur taille plus importante. Des entreprises bien structurées, aujourd'hui spécialisées dans le secteur de la restauration du patrimoine, pourraient aussi être sollicitées.

Au sein de cet écosystème organisé pour répondre à des opérations de restauration du bâti, d'ornement et d'aménagement paysager, quelques acteurs - carrières, bureaux d'études et entreprises - semblent aptes à se positionner sur une opération de construction en pierre massive.

### Enjeux

En synthèse, la pierre massive est un matériau de construction qui refait surface, comme alternative à la maçonnerie conventionnelle à base de solutions béton. Sa réintroduction dans l'acte de bâtir permettrait d'une part, de **valoriser les volumes importants de co-produits d'extraction** et d'autre part, d'augmenter le volume de production des carrières et faire baisser les prix. Son **bilan environnemental est intéressant**, son utilisation ne semble pas présenter de difficulté technique non maîtrisée.

Comme toutes les solutions techniques présentées dans cette étude, ce matériau demande un savoir-faire spécifique en conception et mise en œuvre. Aujourd'hui rare, il existe en Normandie à travers un **petit nombre d'acteurs**, dont certains présentent des références sur des réalisations hors région.

Le paysage architectural s'est enrichi récemment de **nouveaux logements collectifs en pierre massive**, d'autres sont actuellement à l'étude, il serait utile d'analyser ces opérations pour mieux comprendre le bilan économique et les modalités de réussite de ces opérations.

### Pour en savoir plus...

Une sélection de ressources bibliographiques et de références de logements sous maîtrise d'ouvrage bailleurs sociaux et promoteurs immobiliers figure en annexe.

## 2.2 - La terre crue

### Une ressource très abondante et omniprésente

La “terre à bâtir” se situe sous la couche de terre végétale. En Normandie, elle est essentiellement composée de limon et d’argile, ce qui la rend utilisable pour une vaste gamme de techniques constructives, comme en témoigne la diversité du patrimoine en terre crue observable sur les 5 départements.

La ressource en “terre à bâtir” est très abondante, omniprésente et sans concurrence d’usage. Elle présente des caractéristiques variables suivant les couches géologiques : gamme de couleurs étendue, présence ou pas de cailloux (rendant son utilisation plus difficile), proportion d’argile et limon variable (nécessitant l’ajout de sable ou de fibres suivant l’utilisation souhaitée). Cette ressource hétérogène induit une adaptation dans la phase de préparation du matériau, voire de la technique utilisée, en fonction du gisement de terre.

L’approvisionnement en terre à bâtir ne passe pas, dans la plupart des cas, par l’achat du matériau chez un producteur. Plusieurs solutions ont été observées chez les professionnels :

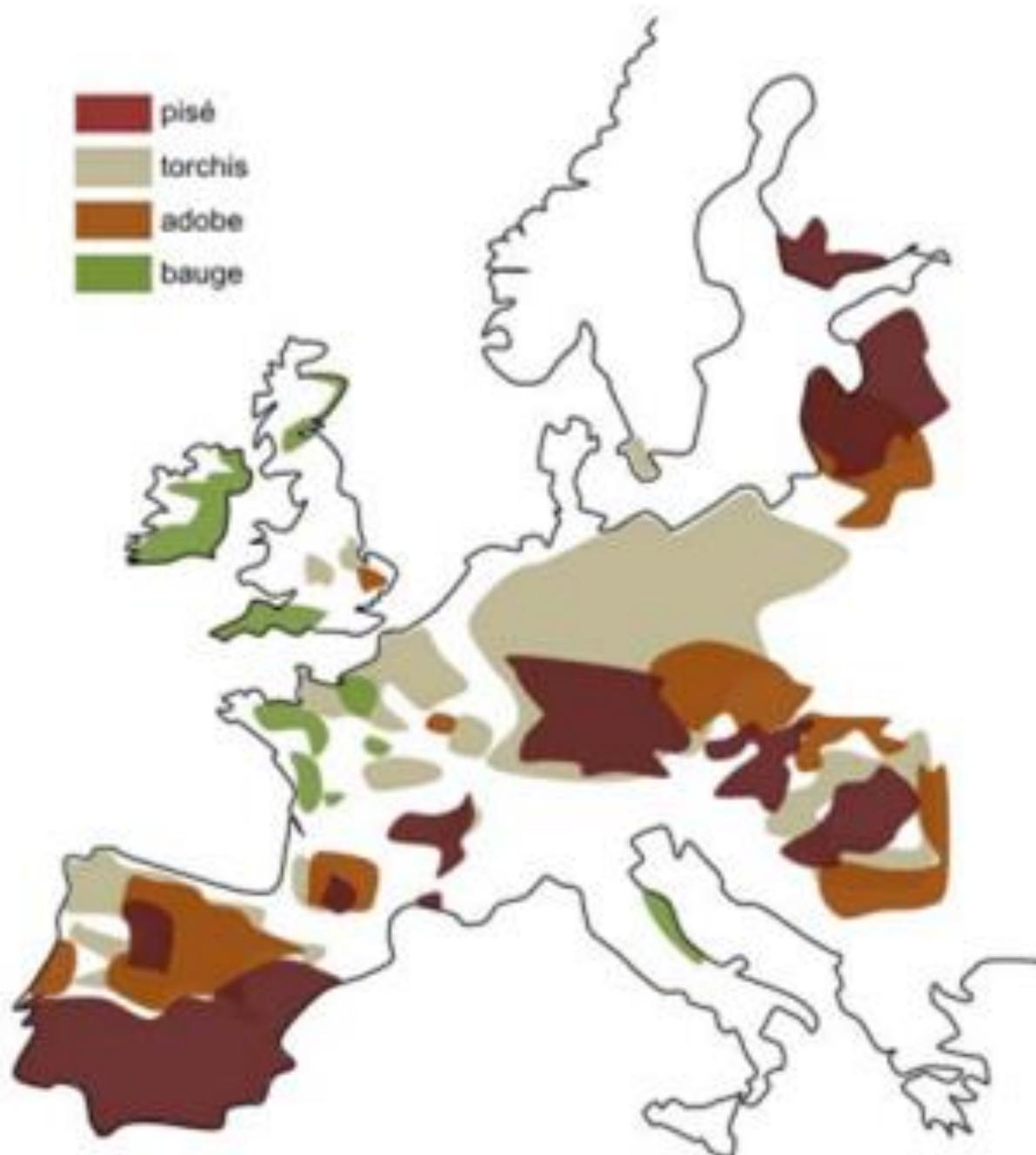
- L’approvisionnement sur le chantier : cette pratique traditionnelle utilise la terre de décaissement ou de démolition, disponible sur place, pour réaliser les ouvrages. Les coûts d’achat et de transport sont nuls, mais en contrepartie, cette pratique nécessite une bonne préparation en amont du chantier (caractérisation de la terre, préparation de la terre sur chantier) et mobilise toute l’expertise du professionnel. Dans les secteurs ayant subi des pollutions des sols, l’utilisation de la terre de site n’est pas recommandée.
- La constitution d’un stock de terre par le maçon : Il s’agit le plus souvent de terre de terrassement. Le maçon dispose alors d’une ressource abondante, disponible immédiatement, dont il connaît les caractéristiques, et qu’il peut préparer à l’atelier en fonction de ses besoins.
- L’approvisionnement chez une entreprise de terrassement : les entreprises de terrassement constituent un gisement très important de terre mobilisable pour la construction. Les professionnels qui ont eu recours aux terrassiers mettent en avant le besoin de tisser des liens réguliers, et surtout de former les terrassiers au type de terre recherché.
- L’approvisionnement dans une carrière à ciel ouvert : Les carrières de granulats génèrent 2 types de terres utilisables dans la construction : les terres de décapage et les boues de lavage. Suivant les caractéristiques de ces terres, elles peuvent constituer un gisement intéressant.
- L’approvisionnement dans une poterie ou une briqueterie : les entreprises produisant de la terre cuite disposent d’un gisement de terre crue (sur site ou à proximité) homogène et dont elles connaissent parfaitement les caractéristiques. Ce type d’approvisionnement structuré garantit un matériau de qualité constante, prêt à l’emploi, conditionné et livrable sur tout le territoire régional.

### Une gamme de matériaux et de systèmes constructifs répondant à de multiples usages

La terre crue se prête à de multiples usages dans le bâtiment, répondant à différentes fonctions. 6 techniques principales ont été identifiées, faisant l'objet de guides de bonnes pratiques.

Pour illustrer les techniques de construction terre, ce schéma reprend les principales techniques de construction terre traditionnelle :

#### Répartition des techniques de construction en Europe



Source: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01698988/document>



### La terre structurelle : bauge

La bauge est une technique de terre porteuse - ou structurelle - traditionnelle de la Normandie, et de tout l'arc ouest de la France. Le maçon élève un mur en empilant les mottes de terre crue à l'état plastique, amendée ou non de fibres végétales, sans stabilisant d'origine minérale (ciment ou chaux), sur une hauteur de 1 m maximum par levée.

La mise en œuvre traditionnelle s'effectue sans coffrage, les faces sont dressées au maximum 1 jour après la levée, avec un outil tranchant. Quelques entreprises mécanisent aujourd'hui la préparation du mélange et la mise en œuvre. Certaines ont recours au coffrage pour gagner en productivité.

Le mur en bauge se caractérise par une emprise au sol importante, nécessaire à sa stabilité : 50 cm en moyenne. S'y ajoute un dispositif d'isolation, par l'intérieur ou par l'extérieur. En termes de rendement, une équipe de 2 à 3 personnes peut réaliser 7 m linéaire de bauge par jour sur 50 cm de hauteur. Le rendement est multiplié par 3 dans le cas de la bauge banchée.

Comme pour toutes les techniques utilisant de la terre à l'état plastique, le temps de séchage est important, 3 semaines pour recevoir la charge des planchers et de la charpente ou d'une nouvelle levée, 6 mois avant de réaliser les finitions. L'équilibre hydrique est obtenu au bout d'un an. Le travail de la terre en hiver est déconseillé.

Très peu d'entreprises sont capables de réaliser des chantiers importants en bauge. Cela peut engendrer des montants de travaux importants, notamment pour des projets loin du siège social de l'entreprise (coût de déplacement des équipes sur une longue période).



© enerterre

### La terre structurelle : la brique de terre crue

La terminologie “brique de terre crue” comprend 4 produits modulaires de fabrication et de caractéristiques différentes :

- L'adobe est fabriquée dans un moule sans pression mécanique
- La brique de terre compressée est fabriquée à partir de terre plastique comprimée dans une presse à une pression minimale de 1MPa.
- La brique extrudée, la terre est poussée à travers une filière, puis recoupée en sortie.
- La brique de terre adjuvantée - dite “stabilisée” - consiste à ajouter une part de liant minéral (chaux ou ciment) dans un mortier de terre crue, dans l'intention d'accroître les performances mécaniques et de réduire le temps de séchage. La part de liant hydraulique peut atteindre 10%, selon la norme XP13\_901.

Dans tous les cas, le séchage est réalisé à l'air libre.

La gamme de briques disponibles en Normandie est assez vaste et les capacités de l'outil de production sont importantes et supérieures à la demande actuelle. Les producteurs sont :

- Association Enerterre (50) : adobes
- Briqueterie Dewulf (60) : adobes, briques de terres compressées
- Carrelage Saint Samson (60) : brique rainurée pour mur chauffant et parement intérieur de carreaux de terre crue comprimée.

Tous les types de briques peuvent avoir une fonction structurelle ou de parement intérieur. Cependant, le cadre réglementaire et normatif cible des usages non structurels pour les briques ne comportant pas de liant hydraulique. De ce fait, la brique de terre crue est aujourd'hui essentiellement utilisée pour la réparation de murs en bauge et en cloisonnement intérieur.

La mise en œuvre des briques de terre crue “dans les règles de l'art” est décrite dans le guide de bonnes pratiques “brique de terre crue”, normes et avis techniques produits. Elle se réalise avec un mortier présentant une formulation proche de la brique utilisée, généralement un mortier de terre crue. Elle ne présente pas de difficulté particulière. Les temps de séchage sont rapides, comparés à un chantier utilisant de la terre humide (bauge, torchis, enduits...).



Détail de la Maison Rauch, inaugurée en 2008 en Autriche.  
© Beat Bühler

### La terre structurelle : le pisé

Le pisé est une technique de construction à base de terre crue légèrement humide, damée au sein d'un coffrage stable et rigide. Technique emblématique de la Région Rhône-Alpes, où abonde une terre faiblement argileuse et caillouteuse propice à cette mise en œuvre, elle est absente des traditions constructives normandes. En région, les caractéristiques de la terre disponible, notamment son taux d'humidité, ont conduit les bâtisseurs à mettre au point la technique de la bauge.

Le pisé fait l'objet d'études et de projets contemporains depuis les années 1980 en Rhône-Alpes, c'est pourquoi cette technique de terre structurelle y est mieux connue des maîtres d'œuvre. Une poignée de projets récents ont été réalisés en pisé en Normandie.



### La terre en remplissage d'une structure bois : le torchis

Le torchis est un mélange de terre crue et de fibres végétales, appliqué sur un support bois, lui-même solidaire de la structure porteuse (en bois également). Il a pour fonction de réaliser une paroi opaque verticale - mur extérieur ou cloison intérieure - ou horizontale - plancher ou plafond.

La préparation du mélange est réalisée mécaniquement à l'aide d'un malaxeur planétaire ou d'une centrale à torchis et d'une pelle mécanique. L'application de la matière sur la structure bois est en revanche manuelle et faiblement mécanisable.

Mis en œuvre à l'extérieur, le torchis reçoit un enduit (à base de terre, chaux, ou plâtre), ou un bardage bois (ou toute autre vêtue ventilée) pour le protéger des intempéries.

Bien qu'associé à l'architecture en colombage, le torchis peut tout à fait être utilisé en construction neuve en remplissage d'une ossature conçue selon le DTU 31.1.

Sa plasticité permet de créer des formes courbes, contemporaines et les montants bois peuvent être masqués par le torchis.



### La terre en isolation thermique d'une structure bois ou d'une paroi maçonnée : la terre allégée

Les terres allégées sont un mélange de terre argileuse et de fibres ayant pour fonctions d'assurer l'isolation thermique et phonique d'un mur. La fibre la plus utilisée par les professionnels est la chènevotte, de par sa disponibilité et sa mise en œuvre par projection mécanisée possible, c'est pourquoi cette technique est traitée dans le chapitre "chanvre". D'autres fibres naturelles sont compatibles, notamment la paille de céréales.

### La terre en protection et en finition : l'enduit

L'enduit de terre crue est constitué de terre crue et de sable. Un ajout de fibres fines et courtes (anas de lin, paille hachée...) est souvent nécessaire dans la couche de finition pour éviter la fissuration, en remplacement ou en complément d'une trame en fibre de verre. Il est possible d'ajouter un colorant naturel dans la couche de finition, suivant l'effet recherché.

L'enduit traditionnel s'effectue en 3 passes, qu'il est aujourd'hui possible de mécaniser. Le séchage de chaque couche est nécessaire avant application de la suivante.

L'enduit de terre crue remplit plusieurs fonctions :

- finition décorative
- protection du support
- étanchéité à l'air (sous réserve que les points singuliers soient traités avec soin)
- confort thermique et régulation hygrométrique

L'enduit terre est assez fragile et doit être protégé dans les zones de passage, ce qui ne le rend pas adapté à tous types d'usages.

L'utilisation de terre crue en revêtement extérieur est déconseillée, sauf à être protégée par des dispositifs architecturaux spécifiques.

### Les produits en terre adjuvantée - dits “stabilisés”

Plusieurs acteurs ont mis sur le marché des produits à base de terre crue adjuvantée d'un liant hydraulique (chaux ou ciment). Sans en faire l'inventaire, citons les procédés les plus connus :

- les briques de terre stabilisée sont des briques pouvant contenir jusqu'à 10% de liant hydraulique. Elles assurent une fonction structurelle.
- le procédé Cematerre est un procédé consistant à valoriser dans la construction la terre du site. Adjuvanté d'un liant hydraulique, le mélange à base de terre crue est coulé entre des banches, assurant une fonction structurelle.
- le procédé Saint Gobain / Norper consiste à nettoyer des terres de recyclage, pour éliminer les particules d'argile, puis à incorporer un liant et une faible part de fibres naturelles. Le mélange, projeté mécaniquement dans une ossature bois, apporte inertie thermique, hydro-régulation performante, isolation acoustique dans les parois d'une construction bois.

A travers l'ajout d'un liant hydraulique, ces procédés poursuivent plusieurs objectifs:

- augmenter la résistance à la compression, à l'abrasion et au ruissellement
- rapprocher la mise en œuvre des techniques maîtrisées par les entreprises de maçonnerie dite “traditionnelle”.
- réduire le temps de séchage

Selon les procédés, la part de liant hydraulique peut atteindre 10%, (norme XP13\_901 pour les briques de terre crue). Cette technique est à la limite de la terre crue, dans la mesure où elle intègre une part de liant cuit. En pratique, une brique pleine de terre adjuvantée de 10% de ciment contient beaucoup plus de ciment qu'un “parpaing” ou aggloméré creux de béton, qui en contient 7% environ.

Ces objectifs techniques sont au prix d'un impact environnemental plus important et de la perte du caractère réversible et réutilisable du matériau terre crue lors de la fin de vie de l'ouvrage.

Pour une unité fonctionnelle comparable (1m<sup>2</sup> de mur porteur en brique de terre crue de 30 cm d'épaisseur), l'impact sur le réchauffement climatique d'une brique sans liant minéral est de 16,3 kg CO<sub>2</sub> eq\*, à comparer avec la valeur pour une brique stabilisée à 3,7% de chaux NHL, qui présente une valeur de 36,1 kg CO<sub>2</sub> eq\*\*, soit un facteur de 2,2. La valeur de 36,1 kg CO<sub>2</sub> eq est proche de la valeur d'une brique de terre cuite.

\* FDES mur en adobe, Confédération de la Construction en Terre Crue

\*\* FDES paroi en bloc de terre comprimée porteuse d'environ 30 cm, Cycle Terre



### L’approvisionnement

Les techniques “terre crue” utilisent traditionnellement un matériau disponible directement sur le chantier et préparé par le maçon. De ce fait, les circuits d’approvisionnement des produits en terre crue sont limités. Sont disponibles auprès des fabricants :

- de la terre tamisée et séchée prête à l’emploi, conditionnée en vrac, en big-bag ou en sac. Cette terre est principalement utilisée pour la réalisation de terre-chanvre en projection mécanisée et d’enduits. Le coût de la fourniture et du transport est évidemment supérieur : entre 110 € et 280 € HT la tonne départ usine. A proximité de la Normandie, la Briqueterie Dewulf (60) livre en Normandie de la terre prête à l’emploi.

Fournisseurs : Association Enerterre (50), Briqueterie Lagrive (14), Briqueterie Dewulf (60).

- du torchis ou de la bauge prêts à l’emploi, sur demande, auprès des maçons terre-crue équipés d’un malaxeur planétaire. Certaines entreprises sont équipées d’outils de grande capacité, commercialisent et livrent ces produits : Meslin (27), Construction d’Antan (76)...
- des briques adobes et briques de terre compressées : Association Enerterre, Briqueterie Dewulf (60), Briqueterie Saint Samson (60).
- de l’enduit fibré prêt à l’emploi : Briqueterie Dewulf (60).

## Caractéristiques techniques

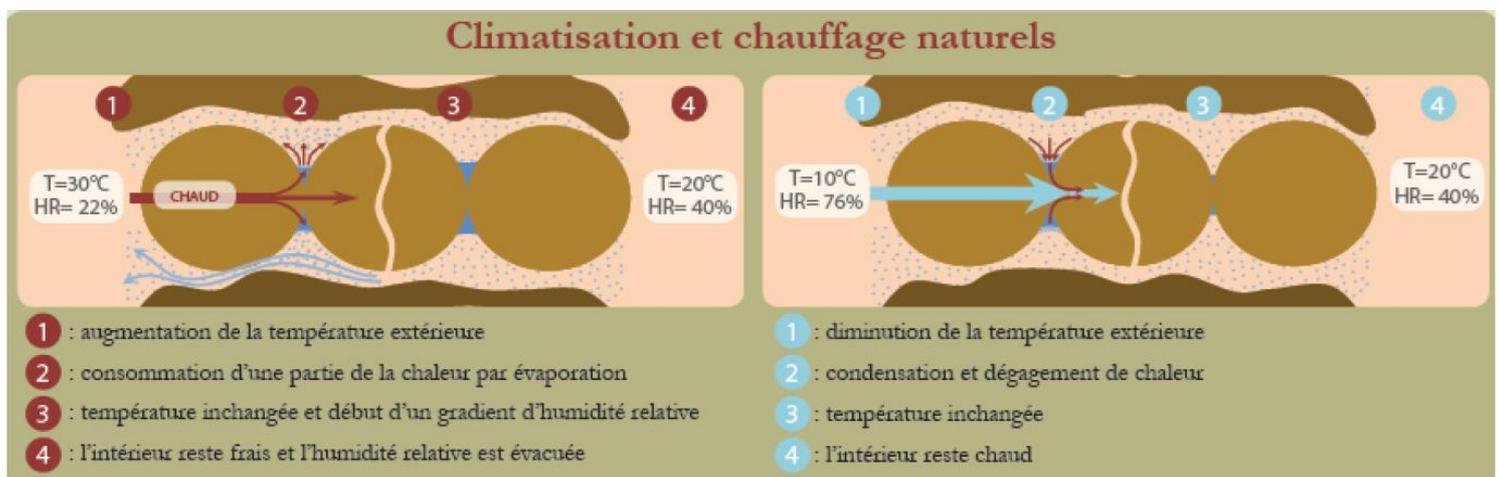
La terre crue comporte des caractéristiques intrinsèques qui sont communes à l'ensemble des techniques de construction en terre crue :

- ressource très abondante et disponible quasiment partout.
- réutilisable à l'infini (lorsqu'elle n'est pas adjuvantée), ou bien compostable (si elle est pourrie en raison du compostage des fibres végétales), elle ne génère aucun déchet .
- forte inertie et régulation de l'ambiance hygrométrique, engendrant un fort confort estival et hivernal, pas besoin de système de climatisation.
- matériau sain pour la qualité de l'air intérieure.
- liant non agressif pour les artisans du bâtiment (contrairement à la chaux ou au ciment).
- classement incombustible (A1 ou M0) par convention pour les mélanges à forte densité.
- matériau composant l'identité architecturale et paysagère de la région.

Ce matériau constitue une alternative à l'épuisement des ressources disponibles :

- certaines techniques ne mobilisent pas de ressources en tension comme le sable et le bois d'œuvre normé : bauge, terre allégée.
- Le torchis permet de valoriser les bois locaux d'essence feuillue et de petite section.

Les effets des changements de phase enthalpique de l'eau ont été documentés à travers la thèse de Champiré en 2014, expliquent l'effet de la terre crue sur le confort thermique ressenti tant hivernal qu'estival. Ces données ne sont à ce jour pas intégrées dans les moteurs de calculs réglementaires.



Effet des changements de phases de l'eau dans un mur en pisé (Champiré *et al.*, 2014)

Les données techniques disponibles sont regroupées dans les Guides de Bonnes Pratiques Terre Crue, cités dans les références bibliographiques (en annexe). S’y ajoutent les données liées aux produits en terre crue disponibles auprès des fabricants.

### Typologies de travaux

La gamme de techniques terre crue autorise son utilisation dans une vaste gamme de typologie de travaux, en réhabilitation du bâti existant et en construction neuve :

- parois porteuses périphériques ou intérieures
- remplissage d’ossature bois
- isolation des ossatures bois et des parois maçonnées
- cloisonnement intérieur
- protection des parois et décoration

Les limites de l’usage de la terre crue sont à ce jour plutôt liées au cadre normatif et à l’écosystème d’acteurs.



© six pieds sur terre

## Cadre réglementaire et normatif

En préambule, il est nécessaire de préciser que les techniques de construction en terre crue s'appuient sur une ressource d'une grande variabilité d'un gisement à l'autre. Sa qualification fait appel à différents savoir-faire, certaines de ses caractéristiques (changement de phase de l'eau) sont par ailleurs difficilement modélisables. Cela en fait un matériau difficile à appréhender dans une société où la normalisation et la modélisation guident les choix constructifs. Construire en terre crue requiert aujourd'hui une coopération étroite de tous les intervenants.

Les documents techniques faisant référence sont les Guides de Bonnes Pratiques Terre Crue. Ces guides sont des documents normatifs, mais ne rentrent pas dans les techniques courantes du bâtiment, au sens de l'Agence Qualité Construction. Il existe cependant plusieurs situations.

### En réhabilitation du bâti existant :

Les techniques terre crue sont des techniques traditionnelles faisant référence aux règles de l'art. A ce titre, les entreprises, qui en font la demande et apportent la preuve de leur compétence, peuvent être couvertes en décennale par leur assureur. Il est conseillé de vérifier avec l'entreprise que cette technique figure bien dans son contrat d'assurance.

### En construction neuve :

La réalisation d'enduits en terre crue est décrite dans les documents techniques régissant la mise en œuvre des matériaux "à enduire", principalement :

- Règles Professionnelles "Isolation en bottes de paille"
- Règles Professionnelles "Mise en œuvre d'enduits sur supports composés de terre crue"

En complément, il existe plusieurs ATEx de cas "a" auprès du CSTB, qui couvrent une petite part des techniques de la construction en terre crue :

- ATEx 2957\_V1 - Murs porteurs en Blocs de Terre Comprimée Stabilisée (BTCS) de bâtiments à usage d'habitation, bureaux, locaux à usage commercial et d'établissements recevant du public, dont la hauteur ne dépasse pas R+4. Cet ATEx est cité pour mémoire mais il ne concerne pas, à notre sens, une technique de construction en terre crue du fait de l'ajout d'un liant cuit dans la formulation.
- ATEx 2911\_V1 - Cloisons en maçonnerie de Briques de Terre Compressée (BTC), destinées aux bâtiments de type établissement recevant du public, maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, constructions scolaires et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole. Les cloisons peuvent être des cloisons distributives ou séparatives de logement.

Enfin, la construction récente de bâtiments en terre crue montre qu'il est possible, pour une entreprise, d'obtenir une assurance décennale pour une technique de construction non-courante, sans surcoût, à condition qu'elle apporte la preuve de sa compétence auprès de son assureur.

### Points de vigilance (chantier, conception...)

La construction en terre crue est majoritairement réalisée à base de produits non industrialisés, et dans un cadre normatif inadapté, ce qui requiert un dialogue particulièrement qualitatif entre tous les intervenants d'un chantier.

#### En amont du chantier :

- en cas de recours à une terre brute (issue du chantier, démolition, excavation), considérer les caractéristiques du gisement identifié pour proposer une technique adaptée.
- sélectionner une maîtrise d'œuvre formée ou expérimentée en systèmes constructifs non industrialisés.
- sélectionner un contrôleur technique expérimenté en systèmes constructifs non industrialisés.
- repérer les savoir-faire mobilisables (entreprises) pour la réalisation des travaux.
- intégrer les temps de séchages dans l'ordonnancement et la planification des travaux (à compris saisonnalité). Ces temps peuvent être longs, par exemple, 6 mois avant la réalisation d'un enduit de finition sur un torchis frais.

#### En phase chantier :

- pour les chantiers en voie humide, s'assurer que les conditions optimales de séchage des maçonneries soient réunies.
- la terre crue étant sensible à l'eau liquide et au ruissellement, être attentif à la protection des ouvrages en cours de chantier et aux désordres induits par l'intervention des autres corps d'état.

### Un écosystème, des acteurs

La Normandie possède un maillage d'acteurs professionnels compétents. Les maillons de la production, de la transformation, de la prescription et de la mise en œuvre sont représentés, mais par un nombre trop faible d'acteurs. Aucun acteur n'est identifié, à ce jour, pour les maillons "ingénieur structure" et "contrôleur technique", ce qui constitue un frein pour la construction neuve. Quelques acteurs spécialisés sont identifiés en France et peuvent être sollicités pour des projets en Normandie.

Parmi les acteurs les plus significatifs (non exhaustif), sont repérés à ce jour :

- 3 acteurs associatifs et collectivité
- 1 centre de formation
- 9 architectes et maîtres d'œuvre
- 1 bureau d'études techniques, environnementaux, économistes
- 6 fabricants et fournisseurs de terre prête à l'emploi
- 17 maçons terre-crue dont 4 ayant une équipe et des équipements suffisants pour réaliser des chantiers importants.

Deux sources d'informations existent pour identifier les professionnels de la construction paille :

- La cartographie des acteurs normands de l'éco-construction de l'ARPE Normandie : <http://arpenormandie.org/conseils-aux-particuliers/la-cartographie-des-acteurs/>
- La cartographie des fournisseurs normands d'éco-matériaux de l'ARPE Normandie : <https://arpenormandie.org/developpement-des-filieres/la-cartographie-des-eco-materiaux/>

### Enjeux

La terre crue est une ressource disponible en très grande quantité, et peut être utilisée sous différentes techniques, permettant de s'adapter tant aux caractéristiques de la ressource disponible localement, qu'à l'usage recherché (structure, remplissage, isolation ou finition).

Le corpus normatif s'appuie aujourd'hui essentiellement sur les guides de bonnes pratiques, documents à visée normative reconnus par les professionnels, mais qui ne constituent pas des techniques courantes du bâtiment. L'utilisation de la terre crue pour des usages porteurs, quoique validée par le patrimoine existant, reste donc une démarche engageante pour toute l'équipe projet. En technique non porteuse, son utilisation est plus accessible - notamment en réhabilitation du bâti ancien - et ses atouts dans le confort hygrométrique, thermique et acoustique sont à considérer.

Un écosystème de producteurs et de maîtres d'œuvre existe, il est peu développé. Les capacités de production de matériaux sont sous-exploitées, une poignée d'entreprises peuvent s'engager sur des chantiers importants. Les experts techniques, en phase conception, sont très peu nombreux, en Normandie comme à l'échelle nationale. Cependant, ces acteurs sont volontaires pour répondre à une demande de plus en plus importante, mais mettent en garde contre les prescriptions techniques inadaptées.

Développer l'usage de la terre crue semble donc possible, à condition de s'inscrire dans une démarche de montée en charge progressive et parfaitement concertée avec les acteurs de la filière.

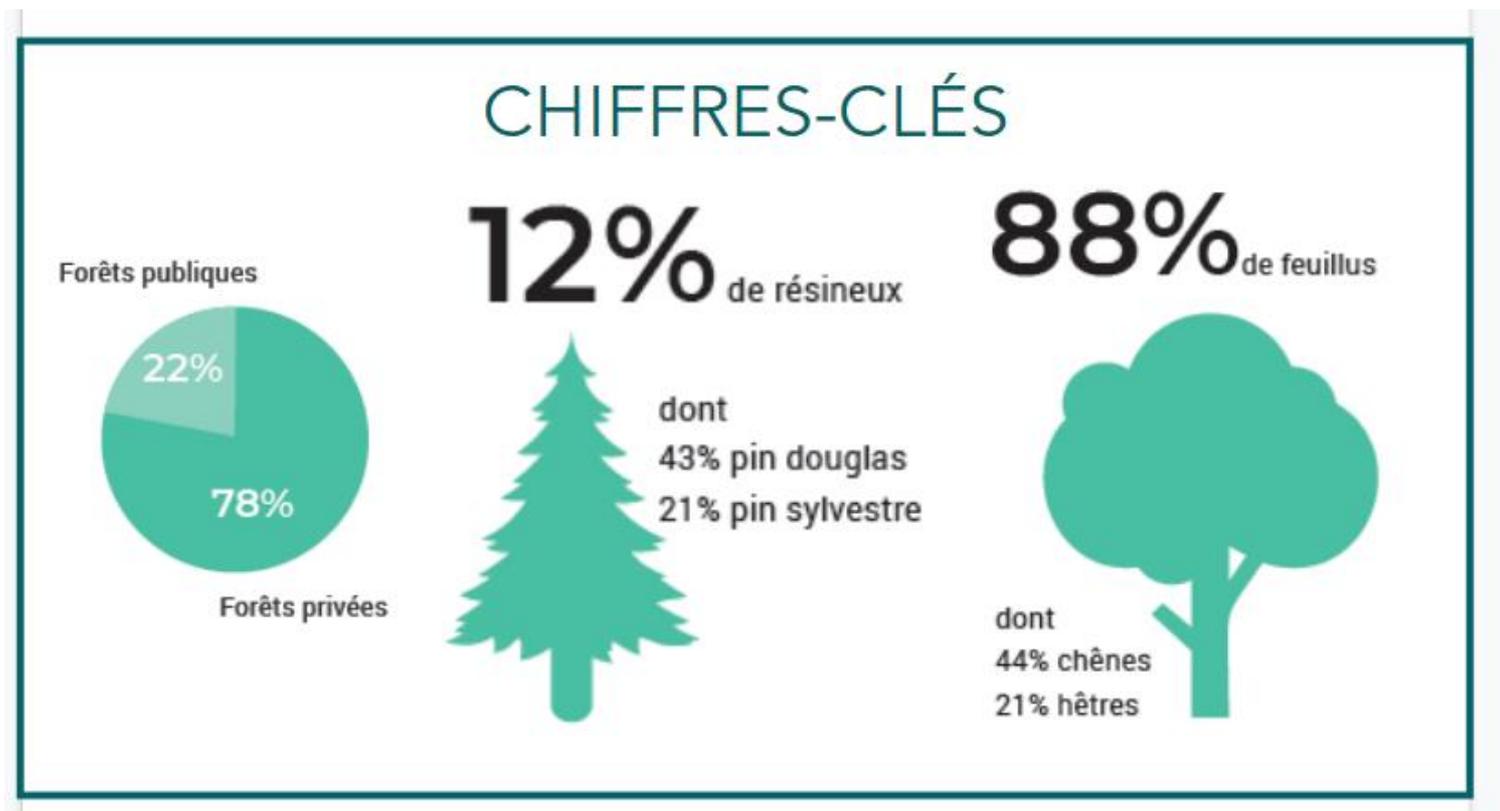
### Pour en savoir plus...

Une sélection de ressources bibliographiques et de références de logements sous maîtrise d'ouvrage bailleurs sociaux et promoteurs immobiliers figure en annexe.

## 2.3 – Le bois d’œuvre

## Une ressource abondante en Normandie

La région est héritière d’une longue tradition de charpente et de pan de bois issus des forêts locales. Avec l’essor de nouveaux systèmes constructifs, le bois en Normandie connaît un regain d’intérêt, de même que sur le reste du territoire national.<sup>1</sup>



## Disponibilité de la ressource:

La forêt couvre 14% du territoire normand (moyenne nationale : 31%), soit 421 000 hectares, ce qui en fait une région moyennement boisée, comparée à la moyenne nationale. On note une prépondérance du feuillu dans la production biologique en forêt.

La forêt normande possède 81 millions de m<sup>3</sup> sur pied, avec un accroissement annuel de 2,8 millions de m<sup>3</sup> et une récolte de 1,2 millions de m<sup>3</sup> de bois. 42% de l’accroissement biologique annuel des forêts est récolté. Le bois récolté est transformé, à 36% en bois d’œuvre<sup>2</sup>, 48% en bois énergie et 16% en bois d’industrie<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> [https://www.fibois-normandie.fr/wp-content/uploads/2022/04/NOR\\_activite2020-4.pdf](https://www.fibois-normandie.fr/wp-content/uploads/2022/04/NOR_activite2020-4.pdf), Prévisions de croissance pour l’année 2022

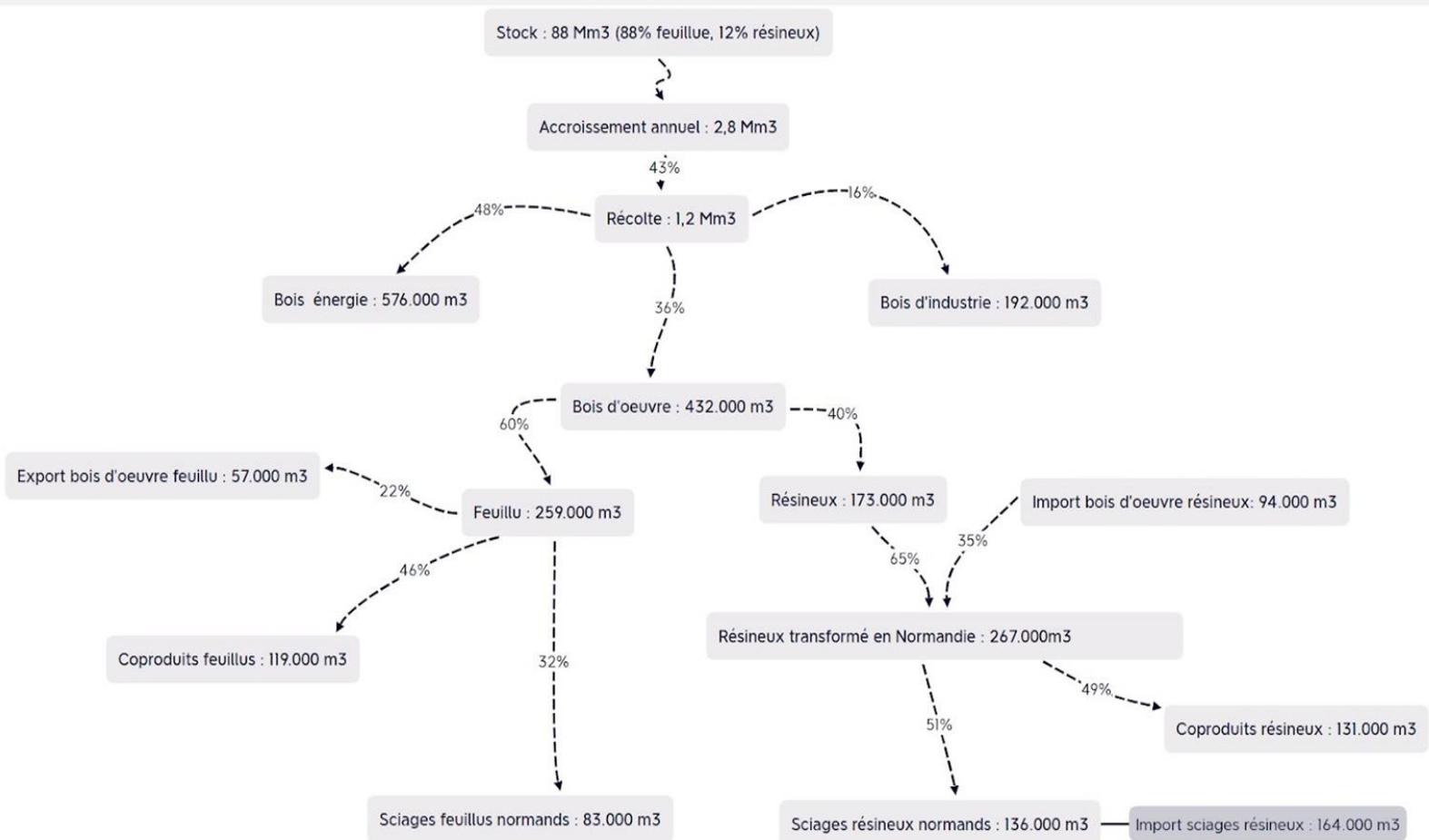
<sup>2</sup> Bois d’œuvre = bois de construction, de menuiserie, d’ameublement (hors panneaux).

<sup>3</sup> Bois d’industrie = panneaux de particules, pâte à papier, carton.

On différencie feuillus et résineux car ceux-ci constituent deux grandes catégories pour l’industrie. Les feuillus ont une croissance plus lente (de l’ordre de 80-150 ans) et produisent un bois plus dur, tandis que les résineux ont une croissance plus rapide (30-60 ans) et produisent un bois plus tendre. Les machines et procédés industriels sont généralement spécifiques aux feuillus ou aux résineux. Exception notable : le peuplier, qui quoique feuillu, pousse vite et donne un bois tendre.

Note : les chiffres donnés dans les sections suivantes sont obtenues à partir de l’outil “Sankey flux biomasse” développé conjointement par l’INRA et l’INRIA : [https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey\\_bois/Normandie](https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey_bois/Normandie)

Les chiffres donnent une estimation annuelle de l’année 2018. Ces chiffres sont un ordre de grandeur qui doivent être compris avec une marge d’erreur de l’ordre de 10%. Cet outil donne des valeurs en “mètres cubes équivalent fibres de bois” que l’on a converties en mètres cubes de bois.



Source : Fibois Normandie

### Les feuillus:

Parmi les feuillus, les essences les plus courantes sont le chêne, le hêtre, le châtaignier, le frêne, l'érable et le robinier. 259 000 m<sup>3</sup> de feuillus extraits des forêts en Normandie sont destinés à devenir du bois d'œuvre. 57 000 m<sup>3</sup> sont exportées (22%). Environ un tiers (32%) est effectivement transformé en sciages par les scieries normandes (83 000 m<sup>3</sup>), le reste constituant des "coproduits de sciages" réorientés vers l'industrie ou l'énergie.

### Les résineux:

Les deux essences principales de résineux en Normandie sont le douglas et le pin sylvestre. 173 000 m<sup>3</sup> de résineux sont extraits des forêts en Normandie et transformés dans la région en bois d'œuvre. S'y ajoutent 94 000 m<sup>3</sup> (35%) importés pour un total de 267 000 m<sup>3</sup> utilisés par les transformateurs Normands.

Au total, pour les résineux, 267 000 m<sup>3</sup> de grumes sont transformées localement, dont 173 000 m<sup>3</sup> sont originaires de forêts normandes. En sortie des scieries, on obtient 136 000 m<sup>3</sup> de produits de construction, et par ailleurs 164 000 m<sup>3</sup> de produits de construction transformés sont importés dans la région. In fine

# 45%

du bois d'œuvre résineux utilisé dans la région est issu d'unités de transformations normandes

# 30%

du bois d'œuvre résineux utilisé en Normandie est issu de forêts normandes et scié en Normandie

Il semble donc pertinent de chercher à développer particulièrement l'usage du feuillu dans la construction. Les besoins en résineux actuels semblent en effet déjà dépasser les capacités de production régionale (qui pourraient être augmentées cependant via des investissements si le marché envoie des signes positifs à long terme).

### Gamme de matériaux

La première transformation est assurée par les scieries. En 2020, la Normandie comptait une soixantaine de scieries, majoritairement réparties dans l'Orne et dans l'Eure. La plupart des scieries régionales, 39 entreprises, consomment moins de 4 000 m<sup>3</sup> de grumes par an, 18 scieries produisent entre 4 000 et 20 000 m<sup>3</sup> par an et 9 dépassent les 20 000 m<sup>3</sup>.

Les scieries de taille industrielle ou semi-industrielle sont généralement spécialisées sur un type d'essence, les scieries de taille artisanale sont plus polyvalentes et travaillent généralement tous types d'essences.

De nombreuses scieries modestes ont dû fermer lors des dernières décennies, rendant plus difficile l'approvisionnement local pour de nombreux acteurs.

Les types de produits proposés dépendent de l'essence travaillée et du volume de production. Plus le volume est important, plus l'offre est constituée de produits standardisés visant l'industrie ou les négoce.

On note une certaine difficulté des scieries normandes à fournir en quantité des matériaux à qualité constante, notamment en ce qui concerne le séchage.

Signalons un produit particulier qui vise à valoriser une essence locale dans la construction : le lamellé collé de hêtre, produit par l'entreprise Manubois aux Grandes Ventes (76).



© Lisc Barthe

## Cartographie des scieries en Normandie :



## L'approvisionnement

L'approvisionnement en bois local se fait de différentes manières :

- directement auprès des scieries
- chez des négociants spécialisés
- chez certaines grandes enseignes de négoce de matériaux

Les grandes enseignes de négoce ne cherchent généralement pas à se fournir localement. Il arrive que ce soit le cas sur certains produits, mais cela n'a rien de systématique.

Certaines entreprises de construction se posent la question de la "scierie comme service" : elles se mettent directement en contact avec des exploitants forestiers pour leur approvisionnement en demandant aux scieurs de travailler pour eux, plutôt que d'acheter les produits à la scierie. L'intérêt de cette méthode est de pouvoir valoriser de manière spécifique des lots de bois modestes. Le propriétaire forestier peut valoriser ses bois autrement qu'en énergie. Le scieur n'a pas à supporter le stock ou l'avancement de trésorerie pour acheter des grumes. L'utilisateur final peut obtenir des matériaux sur mesure. Les inconvénients sont liés au fait que cela demande une anticipation plus importante de l'opération et un lieu de stockage pour les bois transformés avant utilisation.

La question de l'approvisionnement local est complexe : les bois locaux constituent souvent des flux qui manquent de régularité et d'homogénéité, entraînant une vraie difficulté pour les entreprises de construction bois qui préfèrent souvent se tourner vers des négoce d'envergure nationale ou internationale.

## Caractéristiques techniques

Les principales essences de bois régionaux utilisables en construction sont :

**Le chêne** est l'essence de bois de loin la plus présente en Normandie. Il contient beaucoup de tanin susceptible d'occasionner des coulures les premières années et nécessite l'emploi d'une quincaillerie inoxydable adaptée. Il s'agit d'un bois d'une très grande durabilité tant en intérieur qu'en extérieur, en témoignent les nombreuses constructions à pan de bois présentes dans notre région.

**Le châtaignier** est une essence de bois locale très durable particulièrement adaptée à des usages extérieurs sans traitement, par exemple en bardage, en façade ou en toiture ou encore en platelage ou clôture. Ce bois contient par ailleurs beaucoup de tanin qui peut engendrer des coulures s'il n'a pas été ressuyé ou traité au préalable.

**Le hêtre** est un bois sensible à l'humidité mais à l'aspect visuel agréable. Particulièrement adapté pour des travaux d'aménagement intérieur ou pour réaliser du mobilier ou des huisseries. On lui trouve des applications innovantes en poteaux structurels grâce à sa grande résistance mécanique.

**Le robinier** est une essence de bois très nerveuse ce qui la rend difficile à mettre en œuvre sur de grandes longueurs. Le procédé d'aboutage permet de pallier ce problème. Un contrefil est parfois apparent : il convient d'affûter correctement les outils d'usinage pour éviter que celui-ci soit disgracieux. Le robinier est un bois particulièrement durable naturellement, tout désigné pour des utilisations en extérieur : bardage, platelage, clôtures...

**Le Douglas** est un bois à la teinte rosée très caractéristiques. Il contient parfois des poches de résine qui peuvent suinter une fois le bois mis en œuvre. Le séchage artificiel à plus de 70°C permet d'éliminer cet inconvénient. Il s'agit d'un bois durable, utilisable aussi bien en parement qu'en structure.

**L'épicéa** est un bois assez léger mais résistant particulièrement adapté pour la réalisation de charpentes ou d'isolations thermiques. Non-traité, ce bois est sensible à l'humidité et doit être protégé. Il s'agit principalement d'un bois structurel aux caractéristiques mécaniques très bien caractérisées : les normes concernant l'épicéa sont bien établies.

**Le pin sylvestre** est une essence plutôt répandue parmi les résineux normands, ayant une durabilité naturelle moyenne. Il s'agit d'une essence standard en structure (charpente, ossature ou ITE). Le bois de pin peut contenir des poches de résine. Il peut être traité pour lui conférer la durabilité nécessaire à un emploi en extérieur, mais on préférera l'utiliser à l'abri en ossature, les normes le concernant étant bien établies.

**Le Lamellé collé de hêtre** : produit par l'entreprise Manubois à partir de bois régionaux, ce produit allie des performances structurelles importantes (supérieures à un poteau béton de même section) et des qualités esthétiques.



© Fibois Normandie

Les performances techniques des bois normands sont standards. Cependant, la détermination des propriétés mécaniques et de durabilité des bois - appelé “caractérisation”, réalisée par l’unité de transformation, n’est pas toujours bien faite, parfois par manque de compétence. Les bois locaux souffrent actuellement d’une trop grande variabilité de la qualité, en comparaison des bois d’import, plus homogènes.

Il n’y a pas de production de CLT (lamellé-croisé) en Normandie.

Le matériau bois est particulièrement intéressant dans le cadre de la RE 2020, spécialement lorsqu’il dispose de FDES spécifiques (ce qui est de plus en plus le cas). En effet, son bilan carbone faible, voire négatif, est un vrai atout pour atteindre les objectifs d’émission de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> de plancher d’un bâtiment.

Cependant, en Normandie, peu de produits disposent d’une telle FDES spécifique. Le développement de ces FDES constitue un levier d’action identifié pour améliorer la compétitivité des solutions bois d’un point de vue environnemental.

Il existe un outil pas forcément connu de toutes les entreprises qui permet de configurer des FDES pour les chantiers à partir des fiches collectives, mais en restant souvent moins valorisantes que des FDES spécifiques : le configurateur DE Bois : <https://de-bois.fr/>

### - FDES -

Une fiche de déclaration environnementale et sanitaire - FDES - “individuelle” est réalisée par un fabricant pour un produit spécifique. Elle présente souvent une valeur d’impact sur le réchauffement climatique plus favorable, parce qu’elle mesure précisément les impacts environnementaux générés pour la fabrication, la mise en œuvre, la vie en œuvre et la fin de vie de ce produit.

Une FDES “collective”, réalisée par un groupement de producteurs, mesure l’impact environnemental d’un produit fabriqué par plusieurs producteurs. Elle présente des valeurs justes, mais tient compte des variantes dans les différentes étapes de vie des produits. Exemple pour la filière chanvre : la FDES “béton de chanvre” réalisée par l’association “Construire en Chanvre”.

## Les systèmes constructifs

Les principaux systèmes constructifs utilisant du bois d'œuvre sont :

- la structure en poteaux/poutres, contreventée ou stabilisée par un noyau central maçonné (généralement en béton, assurant les circulations intérieures verticales. (DTU 31.1)
- la construction à ossature bois (COB), composée de murs porteurs réalisés en bois massif de faible section, espacés de 60 cm maximum et rigidifiée, généralement par un panneau contreventant. (DTU 31.2)
- la façade à ossature bois non porteuse (FOB) est une structure non contreventante rapportée à la superstructure d'un bâtiment, cette dernière pouvant être réalisée en bois, béton ou acier (DTU 31.4)
- pour la vêtture : le bardage bois extérieur (DTU 41.2)

Les usages et mises en œuvre de ces techniques sont détaillés dans les documents normatifs correspondants, et nécessitent un savoir-faire en conception et en réalisation.

Les bois utilisés pour la structure sont à ce jour très majoritairement issus d'essences résineuses. Le résineux possède des avantages indéniables : croissance plus rapide, bois moins cher, plus léger, plus facile à travailler, disponible très largement à l'import avec une qualité constante. Par conséquent, les professionnels sont majoritairement plus habitués à travailler avec les résineux qu'avec les feuillus.

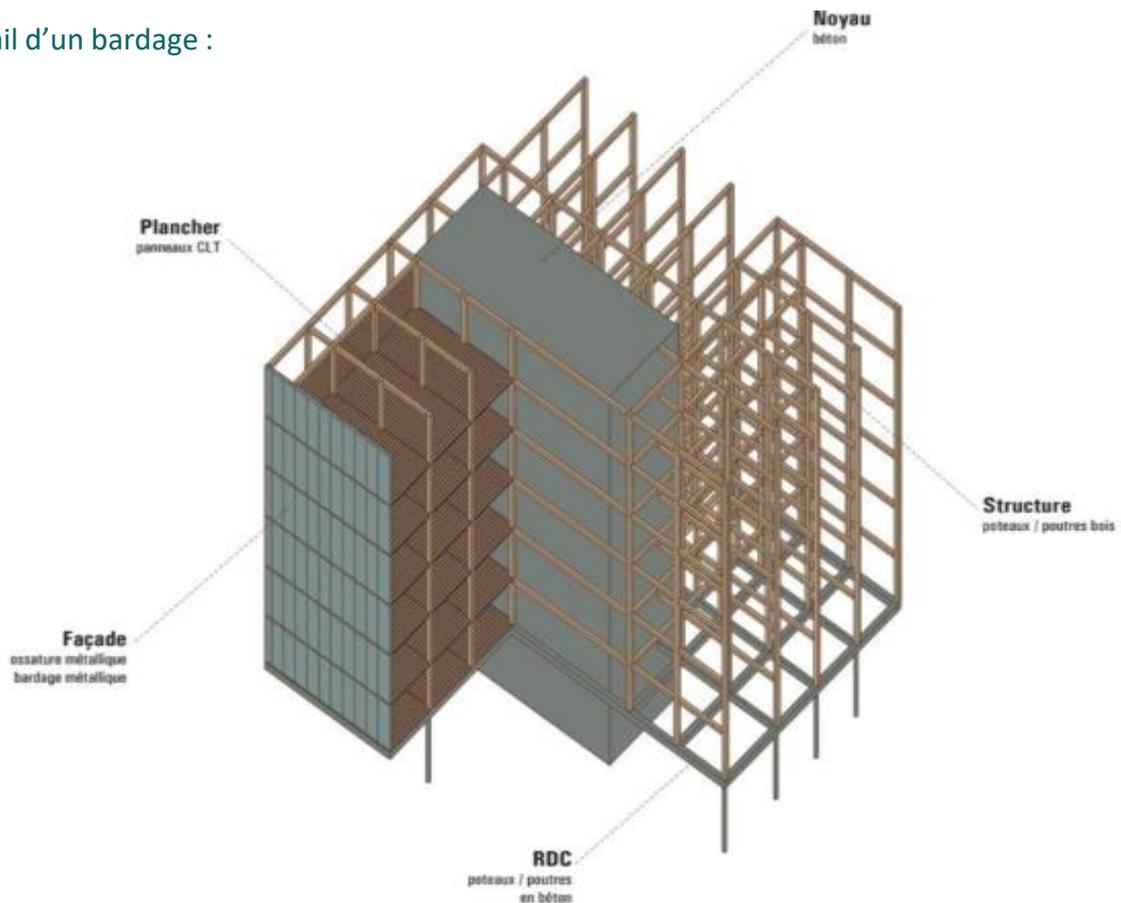
Bardage en robinier :



Bardage en châtaignier :



Coupe de détail d'un bardage :



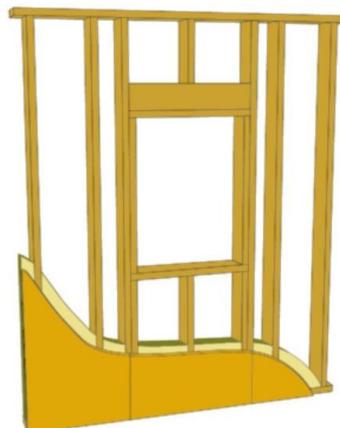
### Exemple de conception poteaux-poutres sur noyau béton

Source : Justine Tripier, [issuu.com](http://issuu.com)

La construction bois est aujourd'hui majoritairement préfabriquée en atelier, ce qui sécurise les process de fabrication et de pose sur chantier (notamment liés à la sensibilité aux intempéries en phase chantier) et réduit le temps d'intervention et les nuisances en phase chantier.

Les chantiers bois n'utilisent pas d'eau, contrairement au béton. Les déchets sont moins nombreux, la poussière moins présente, les temps de séchage inexistant.

La préfabrication en atelier permet également un travail plus agréable pour les compagnons : ceux-ci peuvent travailler abrités à hauteur d'homme dans de bonnes conditions.



Principe de réalisation d'un chevêtre (Ossature Bois)  
Source : guide RAGE FOB, disponible sur le site du CNDB



© © GODFROY-MARGAT-ARCHITECTES Carole et Jean-Gabriel

### Typologies de travaux

Le bois d’œuvre peut être utilisé dans de multiples situations :

- construction neuve, en structure
- l’extension de constructions existantes (y compris surélévations)
- l’isolation des murs par l’extérieur
- vêtture (bardage ventilé)
- l’aménagement intérieur.

Le bois est le matériau par excellence associé aux isolants biosourcés, pour la structure porteuse de la construction paille, l’ossature secondaire de maintien des laines ou bétons isolants, les vêttures des projets biosourcés.

### - Le bois non-structurel –

La structure d’un bâtiment représente des volumes importants pour y placer du bois... mais ce n’est pas la seule utilisation possible pour ce matériau.

Le bois peut également être utilisé en aménagements intérieurs, en menuiseries, en huisseries, en parquet, en mobilier... Autant d’usages pour lesquels des essences comme le hêtre ou le chêne sont particulièrement indiqués. Le cadre normatif existe déjà, et des entreprises de transformation et de pose sont identifiées en Normandie : Manubois pour le hêtre en intérieur, Laudescher pour de panneaux de bois de revêtements intérieurs...

Cela peut être intéressant, dans un premier temps, de massifier l’emploi d’essences feuillues locales pour ces usages plutôt que pour la structure, qui est plutôt un objectif à long terme.

### Cadre réglementaire et normatif

La construction bois fait l’objet d’un corpus normatif détaillé et suffisant pour les principales utilisations. Les DTU correspondants sont indiqués dans les techniques constructives.

Les documents normatifs autorisent, en technique courante, une hauteur du plancher bas du dernier niveau à 28 mètres maximum.

Cependant, un besoin de caractérisation des essences régionales émerge avec la volonté - politique régionale et locale, de la maîtrise d’ouvrage et des acteurs de la filière - de mieux valoriser les essences locales de bois feuillus. Tous ces acteurs sont d’accord sur un constant : il est absurde de ne pas utiliser en construction des bois qui pourraient l’être faute de cadre normatif approprié. Il faut donc faire évoluer ce cadre d’une part, et mieux connaître les caractéristiques techniques des bois de pays, d’autre part (via des tests sur échantillons par exemple) pour justifier la légitimité de leur usage dans ce cadre.

Une attention particulière doit être portée sur les évolutions de la réglementation incendie pour les immeubles de 4e famille et de grande hauteur. La question du bois apparent est au cœur de discussions en cours avec les pompiers.



Pôle enfance (50)  
© Simon Guienne

### Points de vigilance (chantier, conception...)

Il existe plusieurs enjeux importants :

- Pour que les projets soient bien conseillés, bien suivis, et qu’ils se déroulent dans les meilleures conditions possibles, les maîtres d’ouvrage doivent définir précisément les besoins et objectifs, notamment en matière de performances écologiques et RSE, le cas échéant avec l’aide d’une AMO - et doivent accepter d’investir lors de la phase de conception pour éviter des mauvaises surprises qui coûtent souvent bien plus cher. Le bois est un matériau qui nécessite des compétences spécifiques, en phases conception et mise en œuvre.
- Développer de la capacité à produire de manière semi-industrielle réclamé par les acteurs du secteur de la construction (entreprises comme maîtrise d’œuvre et maîtrise d’ouvrage).
- Pour sécuriser un approvisionnement en bois régional, réaliser un sourcing en amont, pour s’assurer de trouver, en grande quantité, des matériaux de qualité constante. Lorsque ce travail n’est pas fait, on assiste souvent à l’abandon de l’aspect “local” du projet, faute de matériaux disponibles.
- Pour le cadre normatif, la réglementation actuelle permet de construire avec des essences locales, mais son application restrictive conduit à mettre de côté toutes techniques hors DTU. Un travail de pédagogie est nécessaire auprès des assureurs, souvent réticents par méconnaissance technique.



© Fibois Normandie

## Un écosystème, des acteurs

Les acteurs de l’écosystème construction bois sont très nombreux. La présente étude n’intègre pas les acteurs de la sylviculture. L’interprofession du bois en Normandie - Fibois Normandie - a identifié :

- 60 scieries (environ)
- 3 négociants spécialisés
- 1390 entreprises de construction bois, dont plusieurs acteurs majeurs et des entreprises intermédiaires en développement
- 15 BET structure, dont 4 sont identifiés comme experts.
- Un réseau d’architectes identifiés via le Prix Régional de la Construction Bois

Tous les maillons de la chaîne d’acteurs de la construction bois sont présents en Normandie. Les acteurs majeurs sont par ailleurs formés PRO-PAILLE ou expérimentés en construction paille. L’écosystème des entreprises de mise en œuvre et des architectes existe, en revanche, certains maillons, comme les BET, les économistes et les bureaux de contrôle, sont trop peu nombreux à être formés sur le sujet.

### - FIBOIS NORMANDIE –

Fibois Normandie est l’association interprofessionnelle de la filière forêt-bois de Normandie. Elle a vocation à servir de lieu de rencontre et d’expression pour tous les acteurs de cette filière, de la forêt à l’entreprise de construction, en passant par les transformateurs ou les entreprises du bois énergie. Fibois Normandie s’efforce de promouvoir le bois, notamment en construction via l’action de ses deux prescripteurs. Leur mission est d’aider les projets de construction bois en Normandie à se dérouler sans accroc, et ils peuvent donc être sollicités au besoin par tous les acteurs. Plus d’informations sur <https://www.fibois-normandie.fr/>

### Enjeux

La construction bois s'appuie sur une filière ancienne et structurée, bien présente en Normandie. Si la ressource en bois d'œuvre est présente dans les forêts normandes, son usage massif dans la construction pose de nouveaux défis.

Dans une optique de massification, la compétence des intervenants apparaît comme un enjeu fort pour les acteurs de la filière. Cette question est notamment liée aux évolutions des marchés de la construction bois : pour les bailleurs sociaux, les opérations de réhabilitation vont augmenter, et demandent des compétences techniques pointues au sein des équipes de maîtrise d'œuvre et d'entreprises.

Les conditions de réussite d'un projet sont intimement liées à la compétence des intervenants du projet, notamment en phase conception, compétence détenue par un petit nombre d'acteurs normands. La réussite d'un projet dépend aussi fortement de la clarté de la commande formulée par la maîtrise d'ouvrage (avec l'aide d'un AMO, le cas échéant), et de sa capacité à consacrer le budget nécessaire en phase conception.

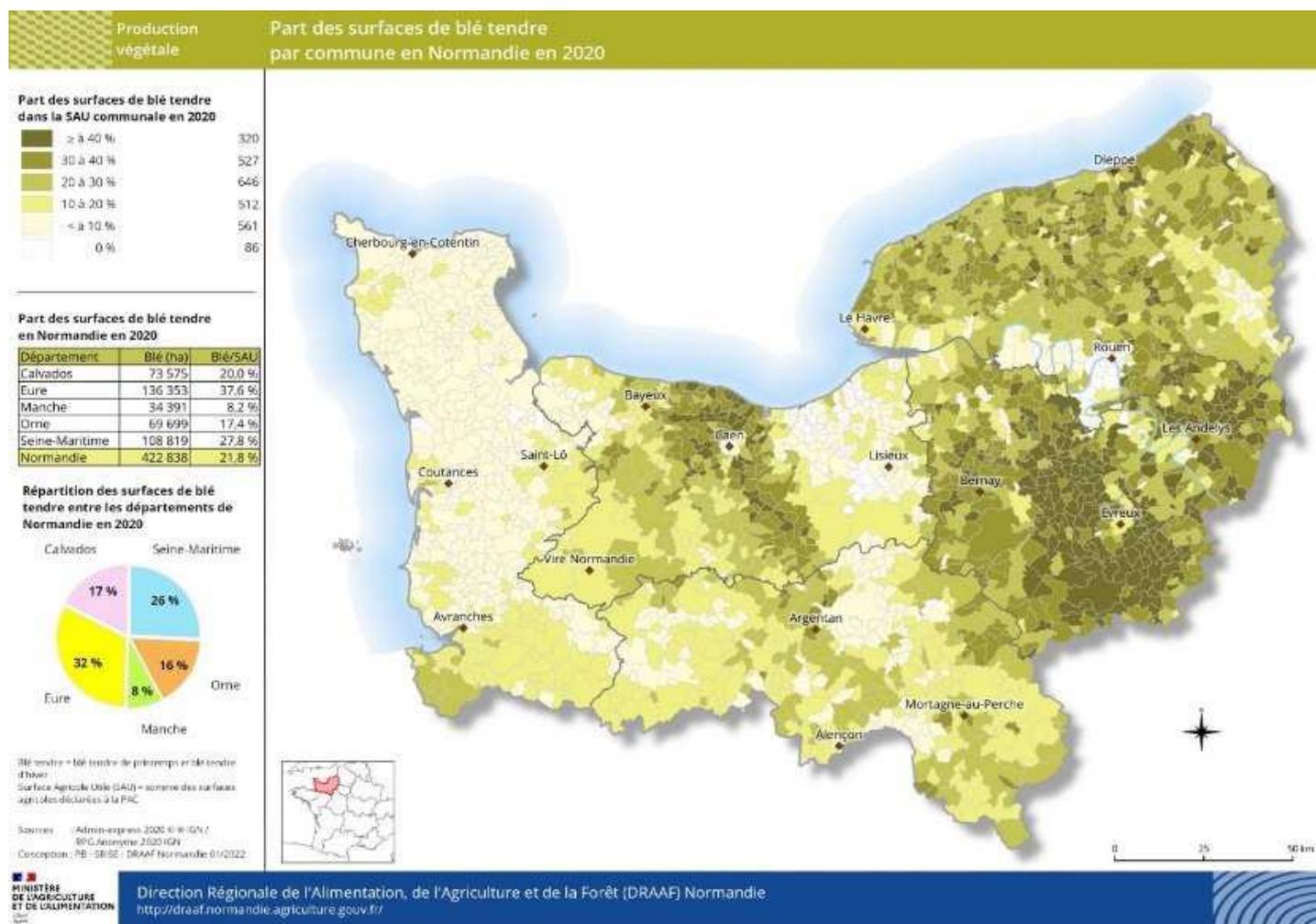
Dans une logique de massification, s'engager dans des projets de construction bois est une première étape, privilégier l'origine française est un pas supplémentaire, cibler un approvisionnement local constitue la démarche la plus aboutie. L'approvisionnement local nécessite un travail de sourcing important dont il faut avoir conscience. L'utilisation de bois français est plus simple et permet d'envoyer un message à la filière locale afin que celle-ci se développe.

### Pour en savoir plus...

Une sélection de ressources bibliographiques et de références de logements sous maîtrise d'ouvrage bailleurs sociaux et promoteurs immobiliers figure en annexe.

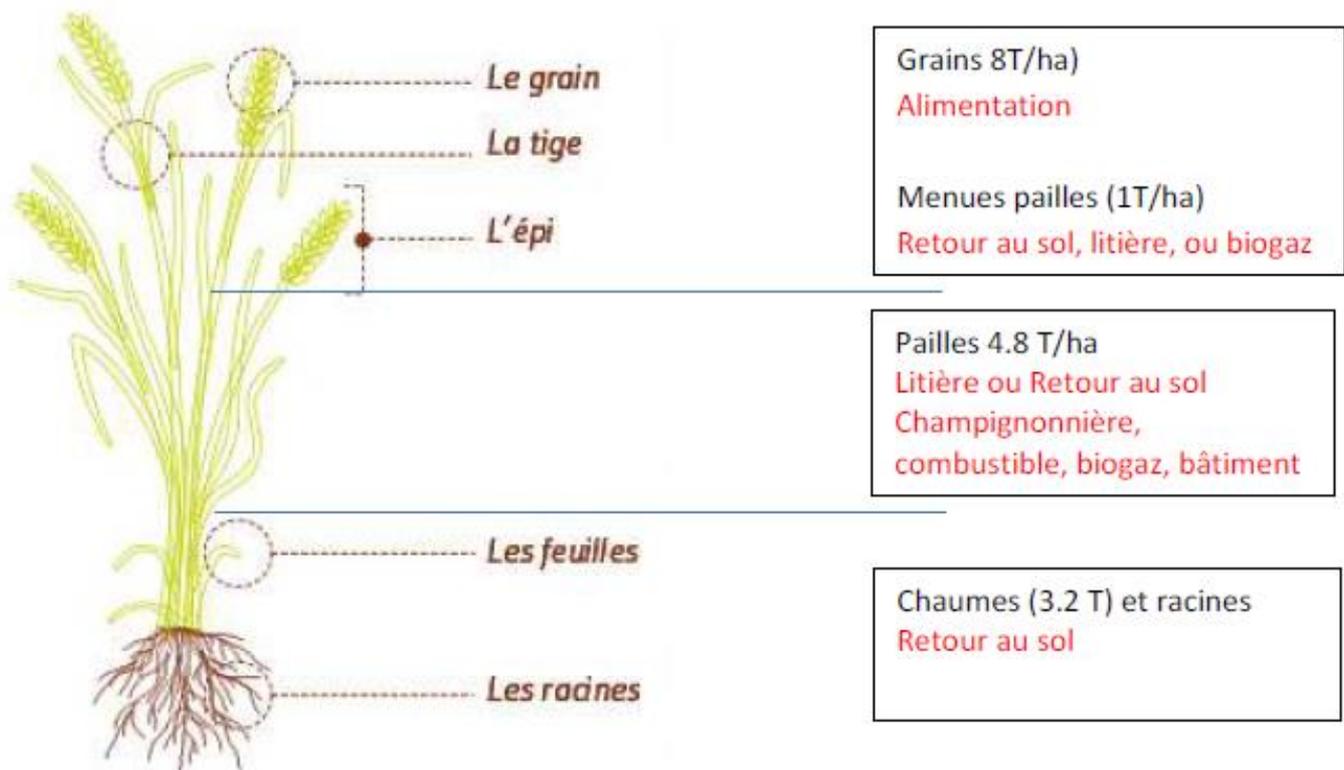
## 2.4 - La paille

## Une ressource abondante en Normandie



En France, environ 20 millions de tonnes de paille de céréales sont techniquement récoltables chaque année. Pour la construction, seule la construction en paille de blé est réglementée à ce jour, nous ne nous intéresserons donc qu'à cette ressource.

## Le compartiment paille dans un plant de Blé



Source : (CRAN et illustration : vivescia)

## Les différents coproduits :

La plante à maturité est constituée de trois compartiments qui ont chacun des utilisations différentes. Les grains, à raison d'un rendement de 4 à 11 tonnes par ha, sont récoltés lors de la moisson. Les pailles sont exportées ou enfouies au champ. Les chaumes et les racines restent dans le sol et participent ainsi à restituer du carbone et des éléments minéraux prélevés par la plante.

Il est possible de retenir comme rendement brut de paille exploitable d'un blé d'hiver, une valeur de 3,5 à 6 tonnes/ha en région Normandie selon la localisation des parcelles.

### Concurrence d'usage :

Chaque année en Normandie, 1 910 912 de tonnes de matière sèche (tMS) sont techniquement récoltables. Environ 600 000 tMS retournent au sol, ce qui laisse 1 322 657 tMS de paille à valoriser en dehors du champ. L'élevage en consomme 84% pour la constitution des litières des bovins, ovins, caprins, porcins et volailles (12,1 millions de tonnes de paille à l'échelle nationale et 1,1 million en Normandie). L'élevage bovin est le plus important utilisateur. La quantité de paille restante et disponible pour la construction est de 206 998 tonnes.

Une botte de paille "agricole" habituelle est de format 37x47x100 cm. Lorsque son poids est d'environ 20 kg, elle atteint une densité de 100kg/m<sup>3</sup>. Elle permet d'isoler 0,5 m<sup>2</sup> de paroi. La quantité de paille restante (200 000 tonnes) correspond à 10 000 000 petites bottes de paille, permet d'isoler 5 000 000 de m<sup>2</sup> de parois opaques par an, avec un niveau de performance Passiv Haus.

Autre indicateur, l'isolation de toutes les parois d'une maison individuelle en paille correspond à 230 m<sup>2</sup> d'isolant, soit 460 bottes de paille. La quantité de paille disponible en Normandie pour la construction correspond donc à l'isolation de 21 740 maisons individuelles neuves par an.

A noter également que la surface de culture (sole) de céréales à pailles augmente : de 4,7% de 2000 à 2010 et de 6,3% de 2010 à 2019 (Agreste 2019).

La ressource n'est donc pas le facteur limitant de l'isolation en bottes de paille. Ce constat ne doit pas masquer des disparités entre les secteurs géographiques : à l'échelle régionale, le département de la Manche produit le moins (environ 8% de la production régionale de paille) alors qu'il est le plus gros consommateur de paille, à l'inverse, l'Eure concentre la plus grande production de Normandie (37,6%) et la plus faible consommation de paille.

Parallèlement, l'évolution des techniques agricoles génère des pailles de plus en plus courtes et de plus en plus broyées lors de la moisson. Ces évolutions ne mettent pas en péril la confection de bottes de paille pour la construction. De plus, les agriculteurs connaissent bien les techniques de récoltes et sont en capacité d'adapter leurs pratiques à la demande en bottes de paille pour la construction, si le développement du marché et le prix de vente le justifient.

Un élément pourra, à l'avenir, réduire, à la marge, la quantité de paille disponible : l'augmentation du prix des engrais pourrait conduire les agriculteurs à laisser une plus grande quantité de la paille du champ. En effet, la paille laissée au champ apporte de la potasse et du phosphore nécessaires aux cultures. Cependant, vu la très faible consommation de bottes de paille par le secteur du bâtiment, cette évolution possible ne semble pas remettre en cause la disponibilité de la ressource.

## Un matériau agricole

Botteleuse de l'entreprise Poret-Trans, négociant de bottes de paille pour la construction :



© Lise Bazire

Le matériau issu de la paille de blé et utilisable dans le secteur du bâtiment est la botte de paille. Cette botte est produite de plusieurs manières :

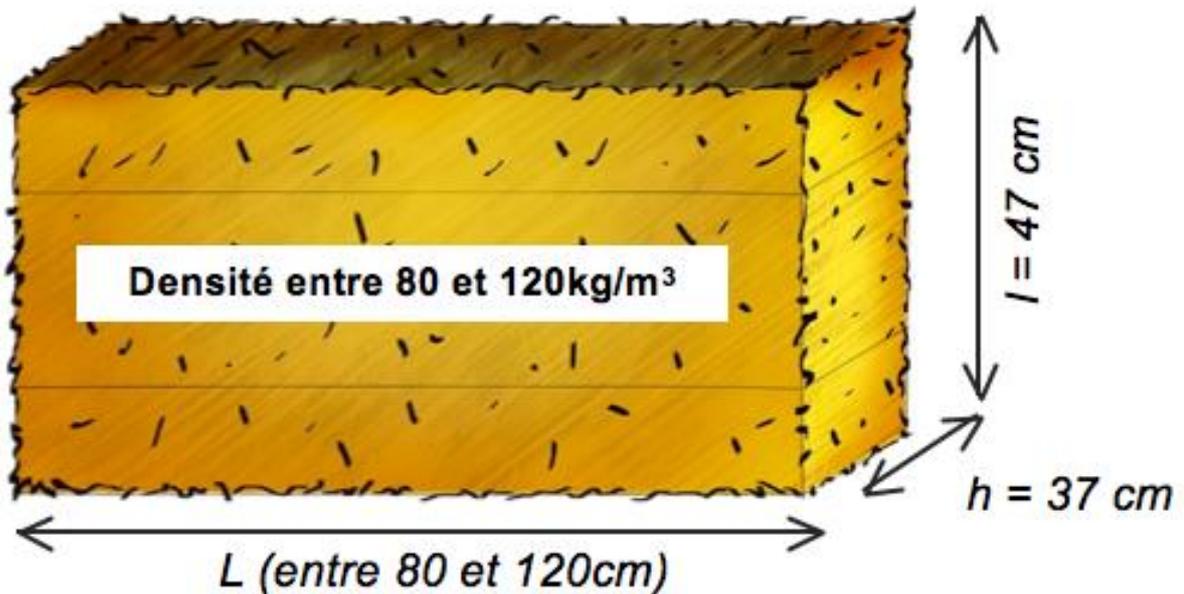
- sur champ lors de la moisson : les andins sont pressés par une presse à petit canal, les bottes sont ensuite ramassées individuellement ou bien groupées par paquets de 12 à 16 et manipulées avec engins de levage. Cette technique "traditionnelle" est contraignante pour les agriculteurs pour des raisons de rendement et de manutention. Elle est très dépendante des conditions météorologiques.
- pressées "en poste fixe" à la demande, à partir de paille décompactée, généralement issue de balles rondes. Le plus souvent, l'agriculteur utilise sa presse en stationnaire sous un hangar.

Dans tous les cas, la qualité de la botte de paille dépend :

- de la presse utilisée
- de la moissonneuse batteuse utilisée (à secoueur ou à rotor)
- du savoir faire de l'agriculteur lors de la moisson et du pressage
- des conditions météorologiques

Le format de la botte de paille est contraint par le machinisme agricole. Les presses les plus courantes produisent des bottes de format 37 cm x 47 cm (plus ou moins 1 cm selon les presses), la longueur étant réglable de 55 à 120 cm.

## Dimensions d'une botte de paille



© RFCP

Les Règles professionnelles de la construction paille définissent les conditions d'utilisation d'une botte de paille dans la construction :

- teneur en eau inférieure à 20%
- ficelle "type 350"
- densité comprise entre 80 et 120 kg du m<sup>3</sup> sur base sèche

En plus de ces règles normatives, le charpentier recherchera :

- une régularité dimensionnelle (longueur des bottes homogènes)
- une botte bien formée, des angles bien nets

Certains fournisseurs de bottes de paille pour la construction, conscients des contraintes de la botte agricole, proposent des produits aux formats adaptés aux usages de la construction : insertion dans une ossature bois "standard" d'entraxe 60 cm, épaisseur réduite à 22 cm. Si la réduction de l'épaisseur entraîne une diminution de la performance thermique, elle réduit également la consommation de bois d'œuvre et s'adapte plus facilement à l'isolation thermique par l'extérieur. Deux producteurs, situés en Maine et Loire et en Vendée, fabriquent et commercialisent ces produits, il s'agit d'Isolenpaille (49) et de Profibres (85).

Carte des fournisseurs de paille en Normandie



## L'approvisionnement

L'approvisionnement se fait directement auprès du producteur. L'entreprise doit vérifier la conformité des bottes de paille à l'achat et à la mise en œuvre, selon une procédure décrite dans les règles professionnelles de la construction paille.

Les principaux producteurs de bottes de paille conformes aux Règles Professionnelles de la construction paille sont référencés sur :

- le site de l'ARPE Normandie : <https://fournisseurs-ecomateriaux.gogocarto.fr/>
- l'annuaire du Réseau Français de la Construction Paille : <https://www.rfcp.fr/annuaire-de-la-construction-paille/>

### Caractéristiques techniques

La botte de paille a fait l'objet de nombreux essais permettant de caractériser ses performances techniques et environnementales, principalement coordonnés par le Réseau Français de la Construction Paille - RFCP.

Tous les rapports d'essais réalisés par le Réseau Français de la Construction Paille sont disponibles sur [www.rfcp.fr](http://www.rfcp.fr), ainsi que les rapports d'essai libres de droits.

Les principales caractéristiques sont regroupées dans ce tableau :

Conductivité thermique	0,048 W/(m.K) Norme EN 12-667
Résistance thermique	$R > 7,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Coeff. de transmission thermique	$U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Déphasage	Entre 12 et 16 heures
Capacité thermique massique	$C_p = 1558 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	$\mu = 1,04$ ( $S_d = 0,12\text{m}$ )
Classement de la réaction au feu	B – S1 – do Paille enduite à la chaux
Comportement au feu des façades	3 essais LEPIR II réussis
Affaiblissement acoustique	-43 dB Paille enduite à la terre crue
Valeur pour label bâtiment biosourcé	40 kg/m <sup>2</sup>
Empreinte carbone (FDES)	-14 kg EqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
Etiquette qualité de l'air	A+

Source: RFCP

Au regard de la RE2020, la donnée relative à l'impact sur le réchauffement climatique nous intéresse particulièrement. Le Réseau Français de la Construction Paille réalise actuellement 4 FDES collectives, les données relatives à l'impact sur le réchauffement climatique sont les suivantes :

- [Botte de paille issue de l'agriculture conventionnelle](#) : -9,11 kg CO<sub>2</sub> eq. par m<sup>2</sup>.
- [Botte de paille issue de l'agriculture bio](#) : -9,94kg CO<sub>2</sub> eq. par m<sup>2</sup>
- Botte de paille « fabriquée à façon », produite en atelier -> en cours de vérification
- Paille hachée pour l'utilisation en vrac -> en cours de vérification

L'association d'une ossature bois et d'une isolation en bottes de paille est à ce jour le système constructif le mieux placé pour atteindre le niveau C2 de la RE2020.

## Les systèmes constructifs

Dans le cadre des Règles Professionnelles de la Construction Paille, la botte de paille est utilisée en tant que matériau d'isolation thermique, en remplissage d'ossature, en caissons préfabriqués, en isolation thermique par l'extérieur ou en combles perdus. Elle peut aussi être utilisée en tant que matériau structural, ou "paille porteuse". Pour toute conception d'un ouvrage isolé en bottes de paille, il convient de se référer impérativement aux Règles Professionnelles de la Construction Paille (version actualisée).

En construction neuve :

### TECHNIQUE : **REPLISSAGE**



- |                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 1 OSSATURE BOIS              | 4 PARE-PLUIE |
| 2 BOTTES DE PAILLE           | 5 BARDAGE    |
| 3 PANNEAU DE CONTREVENTEMENT |              |

### TECHNIQUE : **PAILLE EN CAISSONS**



- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| 1 OSSATURE BOIS      | 4 CAISSON |
| 2 BOTTES DE PAILLE   | 5 BARDAGE |
| 3 PANNEAU PARE-PLUIE |           |

Utilisée en tant que matériau d'isolation répartie non porteuse, la botte de paille est insérée dans une structure bois de conception adaptée :

- poteau-poutre (DTU 31.1) et remplissage en bottes de paille maintenue par une ossature secondaire
- mur ossature bois, ou MOB, (DTU 31.2) et remplissage des caissons par des bottes de paille
- façade ossature bois, ou FOB (DTU 34.1) et remplissage des caissons par des bottes de paille



© depierresetdebois

Le calepinage de la structure est alors adapté à la dimension des bottes (entraxe des montants, épaisseur des murs). L'épaisseur importante des murs (36 à 37 cm) est gérée de plusieurs manières : ossature centrée, ossature excentrée, ossature traversante. Le choix du type d'ossature dépend du contreventement et de la finition choisie.

La gamme de finitions intérieures et extérieures est vaste : enduit (à base de terre crue, chaux, plâtre) sur support paille, sur support d'enduit rapporté, bardage, plaques de parement (plâtre, gypse-cellulose...), vêtements ventilés... Les Règles Professionnelles de la Construction Paille indiquent des précautions à prendre dans le choix des parements en fonction de l'exposition de la paroi à l'eau (liquide et vapeur d'eau).

La préfabrication des caissons en MOB ou FOB est aujourd'hui majoritaire dans la production de murs en paille. Cette technique permet d'optimiser et de sécuriser la fabrication des murs, en s'assurant que la botte de paille reste parfaitement sèche tout au long du processus de fabrication des parois.

### En réhabilitation :

La botte de paille ne peut pas être utilisée en isolation thermique par l'intérieur d'un mur maçonné, en raison de l'impossibilité d'assurer une migration de la vapeur d'eau vers l'extérieur.

Son utilisation en rénovation est donc limitée à l'isolation des combles perdus ventilés, des versants de toiture, et à l'isolation thermique par l'extérieur. Ces systèmes constructifs ne sont pas décrits dans les Règles Professionnelles de la Construction Paille mais leur mise en œuvre permet de respecter les préconisations de ce document normatif.

#### TECHNIQUE : ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR (ITE)



- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1 MUR EXISTANT             | 4 OSSATURE EN BOIS   |
| 2 SOUBASSEMENT             | 5 BOTTES DE PAILLE   |
| 3 ISOLATION COMPLÉMENTAIRE | 6 PAREMENT EXTÉRIEUR |

#### L'isolation des combles perdus :



L'utilisation de la botte de paille en isolation par l'extérieur n'est pas adaptée à tous types de projets en raison du format fixe de la botte de paille, qui peut poser des difficultés techniques, notamment au niveau des ouvertures. Cependant, plusieurs projets d'isolation par l'extérieur de murs et toitures existants ont vu le jour en Normandie, et récemment en Île de France. La mise en œuvre se fait nécessairement sur chantier (peu de possibilité de préfabrication), ce qui induit une organisation spécifique.

## Deux systèmes atypiques : la paille structurale et la paille hachée insufflée

**TECHNIQUE : PAILLE STRUCTURELLE**

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 LISSE BASSE            | 5 LISSE HAUTE                  |
| 2 MONTANT                | 6 GROSSE SANGLE DE COMPRESSION |
| 3 PRÉCADRE DE MENUISERIE | 7 PAREMENT EXTÉRIEUR           |
| 4 BOTTES DE PAILLE       |                                |

## Insufflation de paille :



La technique de la paille porteuse consiste à conférer à la botte de paille un rôle structurel, en plus d'être un isolant thermique. Il n'y a pas de structure bois verticale, les bottes de paille sont liaisonnées entre elles par des broches et maintenues en compression entre la lisse haute et la lisse basse par des sangles. Les bottes de paille portent la charpente et les planchers intermédiaires. Les bottes de paille utilisées sont majoritairement des "grosses bottes", de format 70 x 120 x 240 cm, d'une densité supérieure aux petites bottes. La mise en œuvre des murs, avec un engin de levage, est très rapide. Bien que cette technique ne fasse l'objet d'aucun référentiel normatif, plusieurs bâtiments publics R+1 ont été érigés en France depuis une dizaine d'années.

La paille hachée insufflée est un nouveau produit en cours de développement. Sur le modèle des isolants en vrac, cette technique consiste à insuffler sous pression des paillettes de paille hachée dans des caissons. La densité recherchée est 110 kg/m<sup>3</sup>. Elle permet l'utilisation de la paille en isolation par l'intérieur des bâtiments existants, ainsi que toutes les parois en ossature bois. La valeur de conductivité thermique est légèrement plus favorable que la botte de paille, à 0,043 W/m.k. Actuellement, plusieurs bâtiments en cours de construction permettent à ce nouveau produit d'envisager la publication d'Atex de cas "b" en 2023.

## Typologies de travaux

Les Règles Professionnelles indiquent quelques limites d'utilisation de la botte de paille en tant qu'isolant, pour les locaux dont l'activité entraîne une forte production d'humidité et de vapeur d'eau, par exemple.

La principale limite dans le champ d'application des Règles Professionnelles concerne la hauteur des bâtiments : le niveau bas du plancher haut est limité à 8 m au-dessus du niveau du sol, pour des raisons d'accès des secours. Cependant, plusieurs bâtiments de logements en France dépassent cette limite normative. Dans ce cas, un dialogue avec le contrôleur technique, voire la production d'un Avis technique expérimental (Atex), est nécessaire.

Hormis cette contrainte, une vaste typologie de bâtiments de toutes tailles et de tous usages sont aujourd'hui isolés en bottes de paille : équipements publics, équipements sportifs, locaux d'activité, logements individuels, groupés, collectifs, sous maîtrise d'ouvrage privée ou bailleurs sociaux...

La mise sur le marché de nouveaux produits - bottes de paille de 22 cm, paille hachée - permet d'envisager l'isolation en paille pour la réhabilitation du bâti existant, dans les années à venir.

## Cadre réglementaire et normatif

La construction paille bénéficie, depuis 2012, de Règles Professionnelles "Construction en paille, remplissage, isolant et support d'enduit", acceptées par la C2P (Commission Prévention Produit de l'Agence Qualité Construction) sans suivi nécessaire du retour d'expérience, dites RP-A ou liste verte.

Dans ce cadre, les ouvrages isolés en paille, conçus et construits conformément à ces règles appartiennent aux « techniques courantes » de construction. À ce titre, les concepteurs (architectes, bureaux d'études) et les entreprises de construction de bâtiments en paille qui le demandent, peuvent bénéficier de barèmes d'assurance standards (décennale notamment).



### Points de vigilance (chantier, conception...)

La quasi-totalité des désordres constatés sur des projets isolés en bottes de paille a pour origine un défaut de compétences, de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre, de l'entreprise en charge du lot paille ou des autres intervenants sur le bâtiment en phase chantier.

#### En amont du chantier :

- une conception architecturale inadaptée aux caractéristiques techniques des bottes de paille (dimension des bottes, sensibilité à l'humidité...).
- pièces de consultation des entreprises mal rédigées (allotissement inadapté, erreurs techniques), entraînant des marchés infructueux.
- manque d'anticipation de l'approvisionnement en bottes de paille par l'entreprise, lié à la saisonnalité du produit.

#### En phase chantier :

- la sensibilité à l'eau liquide, soit par infiltration, soit par condensation. Ces risques sont réduits par une application stricte des Règles Professionnelles de la Construction Paille et par la préfabrication des murs en atelier, à condition que la protection des parois soit parfaitement assurée pendant le transport, jusqu'à la livraison du bâtiment.
- la coordination entre les corps de métiers, en phase chantier : la compréhension des enjeux de la botte de paille doit être partagée avec l'ensemble des corps d'état pour éviter les interventions inadaptées postérieures à la pose de l'isolant
- la réalisation d'enduits sur support bottes de paille en façade extérieure. Cette technique est tout à fait possible et pérenne dans le temps, à condition de maîtriser parfaitement l'écoulement des eaux de ruissellement et la projection d'enduit sur support paille.

#### Les préconisations sont :

- utiliser la botte de paille dans un contexte architectural et technique adapté.
- recourir uniquement à des professionnels formés Pro-Paille, tant en conception qu'en réalisation
- concernant la rédaction des pièces écrites des marchés, prendre connaissance des recommandations du Guide de la Commande Publique en Construction Paille : [https://arpenormandie.org/boite\\_outils/la-commande-publique-en-paille/](https://arpenormandie.org/boite_outils/la-commande-publique-en-paille/)

## Un écosystème, des acteurs

L'ARPE Normandie a identifié 79 acteurs professionnels de la construction paille en Normandie (liste non exhaustive). La plupart de ces acteurs ont suivi la formation Pro-Paille, formation théorique et pratique de 5 jours aux Règles Professionnelles de la construction paille, destinée aux équipes de maîtrise d'œuvre et entreprises.

Sont identifiés :

- 3 acteurs associatifs et collectivité (sensibilisation)
- 1 centre de formation
- 1 promoteur immobilier
- 28 architectes et maîtres d'œuvre
- 8 bureaux d'études techniques, environnementaux, économistes
- 9 fournisseurs de bottes de paille
- 12 entreprises de construction bois
- 17 artisans, principalement des charpentiers.

A noter que l'ARPE Normandie en partenariat avec CEREF BTP dispensent 2 formations Pro-Paille par an, soit 25 à 30 nouveaux professionnels formés, quasi-exclusivement normands. La demande et le nombre de professionnels formés s'accroît d'année en année.

### - Formation Pro-paille -

Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) a mis en place une formation "PRO-PAILLE" dès la sortie des Règles Professionnelles en 2011. Considérant que la construction paille requiert une collaboration des différents intervenants de l'acte de construire, la formation s'adresse aux professionnels de la conception et de la mise en œuvre. Elle permet aux participants d'acquérir une connaissance fine des Règles Professionnelles de la construction paille, et de mettre en pratique les acquis sur un plateau technique comprenant plusieurs systèmes constructifs. Pendant les 5 jours de formation, les participants sont encadrés en permanence par un binôme de formateurs validés par le RFCP, souvent un architecte et un charpentier. Les stagiaires valident leurs acquis par un test en fin de formation. Très appréciée par les participants, la formation Pro-Paille est organisée par l'ARPE Normandie et le CEREF-BTP au rythme de 2 sessions par an. Une centaine de professionnels, quasiment tous normands, ont été formés depuis 2019.

Pour toutes informations complémentaires : <https://arpenormandie.org/nos-evenements/les-formations/>

### Un écosystème, des acteurs

La densité et la diversité des acteurs permettent de répondre à la diversité des opérations des bailleurs et des promoteurs. Parmi ces professionnels formés figurent des agences d'architectures et des entreprises capables de répondre à des programmes importants. Certains programmes de logements sociaux et/ou collectifs isolés en bottes de paille sont d'ailleurs en cours de conception ou de réalisation, par des concepteurs et des entreprises régionales.

Enfin, les règles des marchés publics ne permettent pas, à priori, de flécher des professionnels régionaux. En pratique, l'écosystème d'acteurs professionnels s'élargit aux régions limitrophes, voire au-delà. Il est courant que, pour un projet normand de construction paille, un maillon (ou plusieurs) de la chaîne d'acteurs soit basé en dehors de la région. Cela élargit encore l'écosystème d'acteurs à disposition des maîtres d'ouvrages normands.

Pour s'assurer toutes les chances d'éviter un marché infructueux, en plus de la qualité des pièces du marché, il peut être intéressant d'informer les réseaux spécialisés (Réseau Français de la Construction Paille, ARPE Normandie, Fibois Normandie...) qui relayeront avec leurs outils de communications habituels.

3 sources d'informations existent pour identifier les professionnels de la construction paille :

- La cartographie des acteurs normands de l'éco-construction de l'ARPE Normandie : <http://arpenormandie.org/conseils-aux-particuliers/la-cartographie-des-acteurs/>
- La cartographie des fournisseurs normands d'éco-matériaux de l'ARPE Normandie : <https://arpenormandie.org/developpement-des-filieres/la-cartographie-des-eco-materiaux/>
- L'annuaire de la construction paille du Réseau Français de la Construction Paille : <https://www.rfcp.fr/annuaire-de-la-construction-paille/>

### Enjeux

La ressource en paille est abondamment disponible sans concurrence avec les usages alimentaires et agricoles, cependant, l'approvisionnement régional manque encore de structuration.

Le dynamisme de la filière nationale a permis de produire un grand nombre de données techniques et d'inscrire la construction paille dans les techniques courantes du bâtiment. Si toutes les typologies de bâtiments ne sont pas couvertes par les Règles Professionnelles, une large part de la production des bailleurs peut être isolée en bottes de paille.

Le nombre de professionnels formés en Normandie est important, tant parmi la maîtrise d'œuvre que des entreprises. Parmi ces dernières, plusieurs majors de la construction bois sont formés "Pro-Paille". Les références de logements collectifs en paille sont nombreuses en France, quelques opérations existent en Normandie et plusieurs sont en cours. Ces opérations permettront d'accroître le retour d'expérience, notamment sur le volet économique. La filière paille semble donc bien positionnée pour répondre à la demande des bailleurs sociaux.

Comme pour toutes les filières locales, concevoir et construire en paille nécessite un changement de posture de tous les acteurs de l'acte de bâtir. Faire appel à des équipes de maîtrise d'œuvre et des entreprises formées est une condition majeure de réussite d'un projet. Des AMO spécialisées existent également.

### Pour en savoir plus...

Une sélection de ressources bibliographiques et de références de logements sous maîtrise d'ouvrage bailleurs sociaux et promoteurs immobiliers figure en annexe.

## 2.5 - Le chanvre

### Une ressource en croissance en Normandie

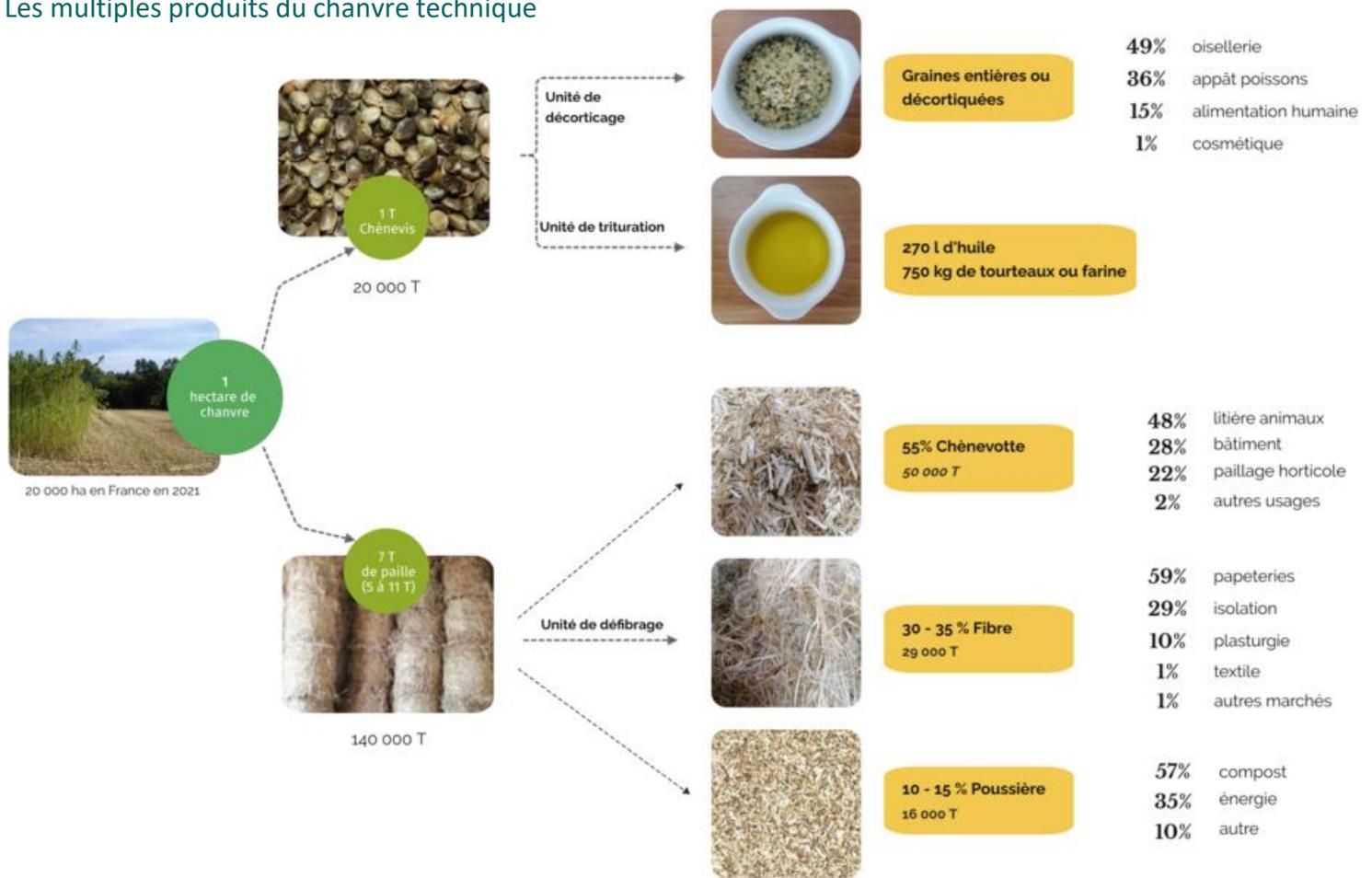
71% de la production nationale de chanvre est localisée dans la Région Grand Est. Présente depuis plus de 50 ans en Normandie, la production de chanvre, qui représente 1% de la production nationale, a depuis les années 1970 été orientée pour la production papetière. Depuis 2008, elle se diversifie et touche de nouveaux marchés. La Normandie dispose d'une unité de défibrage du chanvre : Agrochanvre, située à Barenton (50).

Le territoire du Perche dispose également d'une unité de défibrage artisanale, organisée autour d'un agriculteur et de la SCIC Eco-Pertica, membres de l'association Chanvriers en Circuit Court. La philosophie de ces acteurs est de permettre le développement de micro-filières locales de production de chanvre fermier pour l'éco-construction en France. Suite à une rupture mécanique, cette unité n'est plus en activité depuis 2021 et la SCIC Eco-Pertica est en cours de cessation d'activité.

(source : Agreste - statistique agricole annuelle 2020)

Le développement récent de la filière chanvre textile va sans doute apporter une modification significative de la quantité de chènevottes disponible en Normandie : + 30% en 2023 et rapidement + 100% en 2024, avec des projections de croissance durable sur les années qui suivront. La disponibilité de la ressource en chènevotte pour le bâtiment est donc assurée en grande quantité et sur le long terme.

Les multiples produits du chanvre technique



Source: CRAN - d'après CRAN et Interchanvre

Les différents coproduits :

Pour un hectare de chanvre, l'agriculteur récolte :

1 tonne de chènevis, valorisée en Normandie depuis 2010.

5 à 11 tonnes de paille, composée de 3 coproduits séparés lors de l'opération de défibrage : la chènevotte, la fibre et les poussières.

Les fibres (30 à 35 % de la plante) sont aujourd'hui majoritairement utilisées pour produire les papiers spéciaux (billets de banque, papier à cigarettes). La valorisation des fibres se développe désormais dans le secteur du bâtiment (isolant thermique et phonique) et dans la production de biens d'équipement, en particulier en renfort de plastique (emballages, mobilier, secteur automobile). Le chanvre confère aux matériaux plastiques de nouvelles propriétés : renfort mécanique, capacité de déformation... Une filière textile émerge, notamment en Normandie.

La partie ligneuse de la plante appelée chènevotte, qui représente 50 à 55 % de la plante, est reconnue pour ses qualités d'absorption des liquides. Les usages de la chènevotte se développent dans le bâtiment (enduits, bétons légers, isolants, blocs chaux chanvre). Ses caractéristiques hygrothermiques, phoniques et sa capacité à stocker du carbone sont alors mises en valeur.

La poussière est valorisée en paillage pour les bovins, compostage, méthanisation et chauffage.

## 2 coproduits valorisés dans le secteur du Bâtiment

### La chènevotte :

La chènevotte est un granulats végétal principalement utilisé en voie humide associée à un liant pour réaliser du béton végétal isolant. Le liant le plus utilisé est la chaux ou le ciment prompt naturel. Ce mélange est communément appelé “béton de chanvre” ou “béton de chaux-chanvre”. Elle peut également être associée à la terre crue pour produire un “béton de terre-chanvre” ou une “terre allégée”. Ce matériau a fait l’objet de recherches particulièrement développées en Normandie avec les projets [Ecoterra](#) et [Chanvrisol](#), animés par la SCIC Eco-Pertica.

Enfin, une utilisation en voie sèche est possible.

Plusieurs gammes de chènevotte sont commercialisées :

La chènevotte label CenC est utilisée pour la réalisation de béton de chanvre, dans le cadre des Règles Professionnelles “Construire en Chanvre”. Elle est conditionnée en sacs de 200 litres (décompactés).

La chènevotte fibrée est un mélange de chènevotte et de fibrille de chanvre. Elle est conditionnée en sacs de 200 litres (décompactés).

La chènevotte fine est utilisée pour la réalisation des enduits de finition. Elle est conditionnée en sacs de 200 litres (décompactés) ou en big bag.

### La gamme de chènevotte :



Chènevotte labellisée CenC



Chènevotte fibrée



Chènevotte fine

### *Les produits à base de chènevotte :*

Les blocs à maçonner à base de chènevotte sont une alternative intéressante à la projection du béton de chanvre directement sur chantier. Aujourd'hui, ces blocs ne sont pas fabriqués en Normandie (plusieurs unités de fabrication existent en France et en Belgique), cependant, une ligne de production de bloc existe en Normandie et les porteurs de projet s'organisent autour d'Agrochanvre pour la remettre en fonction. Cette unité est adaptée à la fabrication des 2 produits suivants :



- le bloc chaux-chanvre : actuellement disponible en Normandie chez les distributeurs spécialisés en écomatériaux, il s'agit d'une brique de chaux-chanvre qui adopte les mêmes caractéristiques que le béton de chanvre, il entre dans la catégorie des isolations réparties non porteuses. Prêt à l'emploi, il offre l'avantage de ne présenter aucun temps de séchage sur chantier. Il se maçonne au mortier de chaux naturelle, ce qui réduit les contraintes de logistique et de compétence par rapport à un béton de chaux projeté mécaniquement. C'est une alternative intéressante pour utiliser du chaux-chanvre en s'affranchissant des contraintes de mise en œuvre et de séchage. Les dimensions courantes sont L : 60 cm, l : 30 cm, la gamme propose plusieurs épaisseurs allant de 7 à 36 cm.
- le bloc de terre-chanvre : ce produit est à l'étude en Normandie. Il est basé sur le même principe que le bloc chaux-chanvre, hormis le liant utilisé : la terre crue en remplacement de la chaux.

### La fibre (ou laine) de chanvre :

La fibre de chanvre peut être utilisée brute ou bien entrer dans la composition de panneaux/matelas/feutres isolants. Utilisée brute, la laine de chanvre ne contient aucun additif.

La laine de chanvre est disponible chez Agrochanvre en bottes de 120cm X 75cm X 80cm pour un poids avoisinant les 200 kg. Agrochanvre commercialise aussi la fibre courte de chanvre, utilisée pour fibrer les enduits de finition. Elle est conditionnée en sac de 20kg ou en big bag.

### La gamme de fibres :



Laine de chanvre



Fibre courte de chanvre

### Les produits à base de fibre de chanvre :

Agrochanvre est un des fournisseurs de la CAVAC (groupe coopératif polyvalent dans les domaines de l'agriculture et de l'agro-transformation), qui produit la gamme de panneaux isolants Biofib. Son unité de production est située à Saint Gemme la Plaine en Vendée.

Ces produits biosourcés industriels en panneaux semi-rigides présentent de nombreux avantages en termes de facilité d'approvisionnement (chez les distributeurs spécialisés et conventionnels) et de mise en œuvre.



Biofib trio ©



Biofib'Chanvre

Carte des fournisseurs de chanvre en Normandie



## L'approvisionnement

Les produits d'isolation à base de chanvre sont aujourd'hui distribués par les magasins spécialisés en écomatériaux, mais également par les négoce de matériaux et les grandes enseignes de bricolage. Cependant, il s'agit, dans la quasi totalité des cas, de produits extra-régionaux : Biofib, chènevotte labellisée des chanvrières de l'Aube (10)...

Les produits d'Agrochanvre sont disponibles en vente directe mais aussi chez certains distributeurs :

- Echo Vert Normandie à Saint Aubin sur Gaillon (27)
- Carrelage de Saint Samson à Saint Samson la Poterie (60)
- Biotero à Criquetot sur Ouville (50)
- Boule Leroy à Ger (50)

De 2008 à 2019, en moyenne 40 producteurs normands produisent du chanvre chaque année sur 350 ha, essentiellement à destination d'Agrochanvre. Agrochanvre collecte également le chanvre dans les régions voisines, pour un total de 600 ha et 2500 T.

Agrochanvre annonce une progression importante de son chiffre d'affaires en 2021 et l'augmentation des surfaces plantées, entre 700 et 800 ha pour 2022.

(source : <https://www.agrochanvre-ecoconstruction.com/>)

Agrochanvre a une capacité de production de 975 T de fibre de chanvre par an dont 100 T à destination du bâtiment (en marché vrac auprès des artisans et particuliers, ou auprès de la CAVAC pour la production de feutre isolant).

Agrochanvre produit également 1300 T de chènevotte, dont 360 T environ à destination du bâtiment auprès d'artisans et particuliers.

## Caractéristiques techniques

## Les bétons de chaux-chanvre :

(Valeurs de conductivité thermique issues des fiches techniques Tradical©)

Conductivité thermique à 325 kg/m <sup>3</sup>	0,087 W/(m.K)
Conductivité thermique à 280 kg/m <sup>3</sup>	0,076 W/(m.K)
Conductivité thermique à 190 kg/m <sup>3</sup>	0,056 W/(m.K)
Résistance au feu d'un mur non porteur en béton de chanvre avec ossature bois <a href="#">essai lepir</a>	EI 240
Impact sur le réchauffement climatique pour 1m <sup>3</sup> de béton de chanvre - soit entre 3 et 10 m <sup>2</sup> , suivant épaisseur - (FDES)	57,5 kg CO <sub>2</sub> eq. (FDES Akta) 123 kg CO <sub>2</sub> eq. (FDES Construire en Chanvre)

## Les bétons de terre-chanvre :

(Valeurs issues de la SCIC Eco-Pertica, mesures de conductivité thermique réalisées selon la norme NF EN 12667, valeurs certifiées COFRAC)

Classement au feu validé COFRAC

Conductivité thermique (200-250 kg/m <sup>3</sup> )	0,061 W/(m.K)
COFRAC Conductivité thermique (250-350 kg/m <sup>3</sup> )	0,090 W/(m.K)
Classement au feu surface nue Classement au feu surface enduite barbotine	C-s1-d0 B-s1-d0
Impact sur le réchauffement climatique pour 1m <sup>3</sup> de terre chanvre similaire	Pas de données disponible, technique équivalente : <a href="#">FDES terre paille</a> 19,5 kg CO <sub>2</sub> eq.

## La chènevotte en vrac :

(Valeurs issues de la SCIC Eco-Pertica, mesures de conductivité thermique réalisées selon la norme NF EN 12667, valeurs certifiées COFRAC)

Densité	103 kg/m <sup>3</sup>
Conductivité thermique	0,045 W/(m.K)

## Laines de chanvre fermier :

(Valeurs issues de la SCIC Eco-Pertica, mesures de conductivité thermique réalisées selon la norme NF EN 12667, valeurs certifiées COFRAC)

Conductivité thermique (35 kg/m <sup>3</sup> )	0,051 W/(m.K)
Conductivité thermique (50 kg/m <sup>3</sup> )	0,046 W/(m.K)
Conductivité thermique (70 kg/m <sup>3</sup> )	0,046 W/(m.K)

## Les systèmes constructifs

### Le béton de chaux-chanvre :

Il est constitué de chènevotte, de chaux et d'eau, mélangés sur site. Il peut être :

- mis en œuvre au sein d'une structure bois porteuse, pour combler les vides entre les montants. Il s'agit dans ce cas d'une isolation répartie non porteuse, mise en œuvre au sein d'une construction ossature bois (en neuf) ou entre colombages, en réhabilitation du bâti existant.
- appliqué en doublage intérieur ou extérieur d'un mur maçonné, avec pose éventuelle d'une ossature secondaire, en fonction de l'épaisseur d'isolant ajouté. Cette pratique concerne essentiellement la réhabilitation du bâti existant.
- appliqué en isolation des rampants de toiture. Dosé plus faiblement en chaux, ce mélange d'une densité de 190 kg/m<sup>3</sup> est mis en œuvre avant la réalisation de la couverture. Une attention doit être portée sur le temps de séchage avant recouvrement.
- appliqué en isolation des sols, sur hériçon ventilé, il apporte une solution d'isolation biosourcée, mais sa prescription doit être maîtrisée compte tenu des risques liés à l'usage d'un bâtiment (dégât des eaux, par exemple).

Sa mise en œuvre peut-être manuelle ou mécanisée :

- Enduit ou banchage chaux correcteur thermique : le mélange peut être préparé puis appliqué à la truelle (pour une petite épaisseur < 5 cm), ou coulé entre des banches. Ces techniques donnent un mélange d'une densité de 300 à 400 kg/m<sup>3</sup>, ce qui amoindrit sa résistance thermique.



© BatiEthic

- Béton Végétal Projeté : le chaux-chanvre se prête aussi à la projection mécanisée par l'intérieur ou l'extérieur, le fond de projection étant constitué, soit d'un mur maçonné, soit, dans le cas d'une ossature bois, d'une plaque de contreventement (fermacell, osb, vaporbloc, ...) ou d'une canisse si l'ossature assure le contreventement. Cette méthode permet d'obtenir un mélange plus léger (jusqu'à 190kg/m<sup>3</sup>), et donc plus performant thermiquement. La mise en œuvre est plus rapide et le temps de séchage plus court qu'une application manuelle.

← projection de chaux chanvre par BatiEthic



© Wall'Up

### - Le début de la préfabrication -

Des expériences de construction en ossature bois / remplissage chaux chanvre en préfabrication ont été menées principalement par 2 entreprises françaises : LB Eco Habitat (35) et Wall Up (77), cette dernière ayant développé une unité de fabrication spécifique avec ce procédé, appelé "panneau Wall Up", qui dispose d'une FDES spécifique. Cette piste est certainement à explorer en Normandie pour faciliter la prescription du béton de chanvre en construction neuve.

Le temps de séchage dépend de la densité du mélange et du nombre de faces de paroi ventilée (1 cm par semaine par face de paroi ventilée, en projection mécanisée). Ces données peuvent être optimisées par des déshumidificateurs d'air ou ventilateur de chantier.

Quelque soit la mise en œuvre, les Règles Professionnelles Construire en Chanvre imposent l'usage d'un couple validé chènevotte/liant qu'il convient de respecter. La chènevotte labélisée produite par Agrochanvre est validée avec les produits Saint Astier et Tradical.

Le béton de chanvre peut être recouvert :

- de préférence, par un enduit de finition à la chaux ou à la terre. Dans ce cas, toute fixation supérieure à 3kg dans le mur nécessite l'ajout d'un support de fixation (pièce de bois), avant la réalisation de l'isolant. Le passage des réseaux et les points singuliers de l'étanchéité à l'air doivent être anticipés.
- ou bien par une plaque de parement (plaque de plâtre, plaque de gypse-cellulose). Dans ce cas, le maintien des éléments fixés dans le mur est assuré par la plaque de parement.



© Bâtir en terre – Julien Lucas

### Le béton de terre-chanvre :

Il est constitué de chènevotte, de terre argileuse crue et d'eau, mélangées sur site. Il a pour fonction d'assurer l'isolation thermique et phonique d'un mur maçonné ou en structure bois.

L'objectif recherché est d'incorporer la plus grande quantité de fibre possible, pour obtenir les meilleures performances d'isolation. Suivant la capacité cohésive de la terre utilisée, la masse volumique varie entre 200 et 350 kg/m<sup>3</sup>, à comparer aux 600 à 900 kg/m<sup>3</sup> d'un torchis traditionnel.

Ses applications sont identiques au béton de chaux-chanvre, à savoir :

- appliqué au sein d'une structure bois ou en doublage d'un mur maçonné.
- mis en œuvre manuellement ou en béton végétal projeté mécaniquement.
- en construction neuve ou en réhabilitation du bâti existant.
- finition intérieur par enduit ou plaque de plâtre ou gypse-cellulose.
- finition extérieur par enduit ou bardage ou tout type de parement ventilé.

Comme pour le béton de chaux chanvre, la projection mécanisée offre de nombreux avantages : meilleure maîtrise de la performance thermique, mise en œuvre et séchage plus rapides.



© ARPE Normandie

### Les blocs chaux-chanvre et terre-chanvre:

Les blocs chaux-chanvre s'assemblent avec un mortier à base de chaux naturelle et reçoivent une finition enduite (à base de terre ou de chaux), ou bien une plaque de parement (à base de plâtre ou de gypse-cellulose). Ils n'assurent pas de fonction structurelle.

Les blocs de terre-chanvre, si le projet de production arrive à son terme, se maçonneront au mortier de terre crue et auront sensiblement les mêmes domaines d'application que les blocs chaux-chanvre.

### La chènevotte en vrac :

La chènevotte peut s'utiliser comme isolant en vrac, par déversement ou insufflation entre un mur maçonné et une paroi, ou au sein d'une ossature bois. L'association des Chanvriers en Circuits Courts (3C) et la SCIC Eco-Pertica privilégient son usage en isolation des parois horizontales et chapes sèches sous plancher. Sa densité, jusqu'à 130 kg/m<sup>3</sup>, lui permet de reprendre la charge d'un plancher en coupant les transmissions solidiennes du bruit, et d'apporter ainsi une meilleure correction acoustique.

### La laine de chanvre brute :

Selon les recommandations d'Eco-Pertica et de l'association des Chanvriers en Circuits Courts, la laine de chanvre brute s'utilise :

- en soufflage entre solives ou sur plancher en combles perdus (35kg/m3).
- en soufflage dans ossature bois, isolation intérieure, extérieure ou cloison (50kg/m3).
- en soufflage dans des caissons (50kg/m3).

La mise en œuvre est manuelle ou bien à l'aide d'une souffleuse-insuffleuse. Comme tout isolant, elle doit être protégée par les dispositifs d'étanchéité à l'air et à l'eau adéquats. La mise en œuvre est détaillée dans le guide des bonnes pratiques du chanvre fermier dans l'habitat. [GDBP chanvre fermier\\_bd.pdf](#)

### Les produits manufacturés :

Les produits biofib s'utilisent dans les configurations suivantes :

- Isolation des combles perdus, planchers et des rampants
- Isolation des murs par l'intérieur
- Isolation des murs en ossature bois
- Isolation des murs par l'extérieur
- Isolation acoustique et phonique des parois

Leur format standardisé - panneaux semi-rigides et vrac - permettent une mise en œuvre aisée et maîtrisée par tous les professionnels.

## Typologies de travaux

Les typologies de travaux sont détaillées ci-dessus. Elles s'appliquent aussi bien à la construction neuve qu'à la réhabilitation du bâti existant.

## Cadre réglementaire et normatif

La préparation et la mise en œuvre du béton de chaux-chanvre est détaillé dans les Règles Professionnelles : “Exécution d’ouvrages en béton de chanvre : Mur en béton de chanvre, isolation de sol en béton de chanvre, isolation de toiture en béton de chanvre, enduits en mortiers de chanvre”, acceptées par la C2P avec un suivi du retour d’expérience (RP-B). Les types de bâtiments visés sont les logements jusqu’à R+2+ combles et les établissements recevant du public de 5ème catégorie dont la hauteur est limitée à R+2.

Les produits commercialisés par les membres de l’association Chanvriers en Circuits Courts - chènevottes et laine de chanvre - bénéficient d’une caractérisation normée de leurs performances thermiques, par un laboratoire indépendant accrédité COFRAC. Les valeurs de conductivité thermique sont donc fiables et donnent accès aux aides de la Région Normandie dans le cadre de son chèque éco-énergie et à certaines aides complémentaires départementales ou de communauté de communes (Conseil Départemental de la Manche, Caen la Mer, ...).

Le terre-chanvre ne bénéficie pas d’un cadre normatif mais les entreprises pouvant assurer sa mise en œuvre en Normandie, notamment en projection mécanisée, bénéficient d’une assurance décennale. Cette information doit être vérifiée auprès des entreprises au moment de l’appel d’offres.

Au sein de la gamme Biofib, le produit Biofib trio bénéficie des documents techniques suivants :

- ACERMI
- Avis technique de CSTB pour une l’isolation par l’intérieur sur murs en maçonnerie conformes au DTU 20.1 et sur murs en béton conformes au DTU 23.1 : Isolation par l’intérieur sur maisons ossature bois conformes au DTU 31.2 -> biofib trio uniquement
- Avis technique de CSTB pour application en toitures
- Rapport de test d’émission de COV A+
- Rapport de résistance aux mites et termites
- Fiche de déclaration environnementale et sanitaire

Sources : <https://www.biofib.com/>

### Points de vigilance (chantier, conception...)

La quasi-totalité des désordres constatés sur des projets isolés avec du chanvre a pour origine un défaut de compétences de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre, des entreprises responsables du lot ou des autres intervenants.

#### En amont du chantier :

- prescription dans des situations inadaptées (notamment en présence permanente d'humidité, de risques de remontées capillaires, de migration de vapeur d'eau non respectée)
- Non respect des couples liant/granulat indiqués dans les Règles Professionnelles Construire en Chanvre.

#### En phase chantier :

- non respect des conditions et des temps de séchage pour les solutions techniques humides
- Projection sur une surface sale, non humidifiée, sans tenir compte des aléas climatiques et de l'hygrométrie ambiante...
- Absence de trame en zone d'interface de matériaux
- Non respect des règles de recouvrement d'une ossature banchée

#### Les préconisations sont :

- utiliser l'isolation chanvre dans un contexte architectural et technique adapté.
- recourir uniquement à des professionnels expérimentés ou à minima formés Pro-chanvre, tant en conception qu'en réalisation.

## Un écosystème, des acteurs

L'ARPE Normandie a publié une cartographie des acteurs de la filière chanvre. On y compte :

- 1 fabricant
- 6 fournisseurs/distributeurs
- 11 architectes, maîtres d'œuvre et bureaux d'études.
- 25 entreprises de mise en œuvre, dont 6 sont équipées pour la projection mécanisée de béton de chaux-chanvre ou de terre-chanvre.

Les acteurs de la construction chanvre sont regroupés sur la carte du référencement des revendeurs et professionnels du chanvre : <https://arpenormandie.org/developpement-des-filieres/le-chanvre/>

La formation Pro-Chanvre forme les professionnels aux Règles Professionnelles, 2 sessions sont organisées par an par l'ARPE Normandie et la SCIC les 7 Vents, au CEREF BTP, formant annuellement environ 20 professionnels.

Enfin, il existe une formation spécifique au béton de terre-chanvre.

### Enjeux

La Normandie compte sur son territoire une unité de défibrage de chanvre, ce qui n'est pas le cas de toutes les régions françaises. Il existe plusieurs co-produits, le plus connu et le plus normé étant la chènevotte, qui, lié à la chaux ou à la terre, constitue du béton de chanvre.

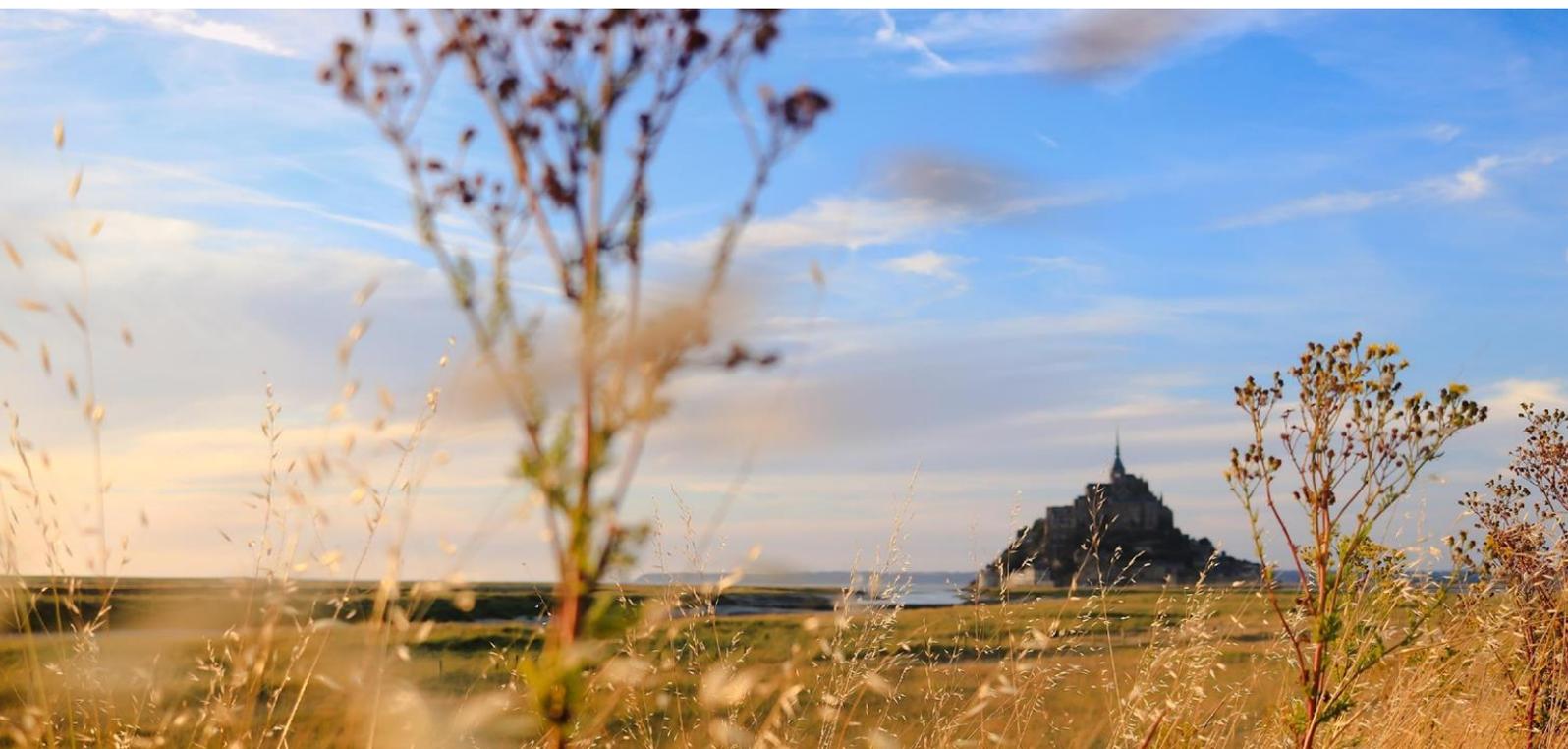
Le béton de chanvre est une solution très adaptée pour la rénovation du patrimoine immobilier d'avant 1948, et commence à percer dans la construction neuve, comme le montre quelques réalisations récentes d'immeubles collectifs. Sa variante projetée mécaniquement, dit "béton végétal projeté", bénéficie de progrès significatifs dans sa mise en œuvre, ce qui le rend compatible avec les besoins des bailleurs sociaux, en rénovation du bâti existant et en construction neuve. Cette dernière se développe en préfabrication, par des entreprises présentes dans les régions limitrophes.

Un écosystème d'acteurs existe en Normandie, renforcé chaque année par la formation professionnelle aux Règles Professionnelles "Construire en Chanvre". Au sein de ce réseau, trop peu de bureaux d'études et de maîtres d'œuvre sont formés. Là encore, la compétence existe en région parisienne.

Complémentaire de la botte de paille pour certaines typologies de logement (notamment en réhabilitation), la filière chanvre semble au début de son développement en Normandie. C'est donc une filière "à solliciter", en ciblant des projets compatibles avec les capacités actuelles (et à venir) de la filière.

### Pour en savoir plus...

Une sélection de ressources bibliographiques et de références de logements sous maîtrise d'ouvrage bailleurs sociaux et promoteurs immobiliers figure en annexe.



### III. Leviers croisés offre/demande à la massification de l'utilisation des matériaux géo et biosourcés en Normandie

1. Les leviers liés au positionnement des acteurs
2. Les leviers liés à l'information et à la connaissance
3. Les leviers liés aux réglementations
4. Les leviers liés à la sécurisation des opérations
5. Les leviers liés au développement de l'offre

## 5 enjeux pour le développement des matériaux géo et biosourcés

La collecte de données, les entretiens individuels, les enquêtes en ligne et les 3 focus groupes organisés ont permis de faire émerger un triptyque constats / enjeux / leviers pour la demande et pour l'offre.

5 enjeux ont émergés et ont été associés à des constats et des leviers :

- le positionnement des acteurs
- l'information et la connaissance
- les réglementations
- la sécurisation des opérations
- le développement de l'offre

Un dernier focus groupe a été organisé. Il a regroupé des bailleurs sociaux, des promoteurs, des architectes, des BET, des économistes, un AMO, un contrôleur technique et un assureur. L'objectif de ce travail était de croiser les points de vue et de permettre un positionnement sur une matrice à deux axes : impact du levier et facilité de mise en œuvre par les parties prenantes, voire d'identifier des pistes d'actions opérationnelles. (voir méthodologie page 153)

Le code couleur facilite l'identification des leviers prioritaires.

Lors de ce travail, un consensus est apparu pour la plupart des leviers. Des pistes d'actions ont été évoquées et sont reprises dans les pages suivantes.

Matrice de positionnement des leviers

Impact des leviers



Faisabilité de mise en œuvre par les Acteurs locaux des leviers

## Enjeu : le positionnement des acteurs

### Les constats

- Pour l'ensemble des acteurs, le poids des habitudes et le manque de volonté sont perçus comme des freins importants au développement des matériaux géo et biosourcés.
- Certains acteurs s'interrogent sur la pertinence de l'utilisation de matériaux géo et biosourcés non locaux vis-à-vis des matériaux issus des filières minérales locales en termes de bilan carbone.
- L'utilisation des matériaux géo et biosourcés est jugée comme un enjeu fort par l'ensemble de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre (enjeu faible pour les entreprises non habituées à les utiliser).
- Les bailleurs sociaux peuvent jouer un rôle majeur pour changer les perceptions et pratiques (acculturation et retour d'expériences pour l'ensemble des autres acteurs) et pour structurer la filière (potentiel de volume d'affaires).
- L'Etat et les collectivités ont une influence significative sur les stratégies des bailleurs sociaux et donc sur le développement des matériaux géo et biosourcés.
- La maîtrise d'ouvrage attend de la maîtrise d'œuvre qu'elle soit force de proposition pour autant les budgets permettent rarement de les intégrer.

## Enjeu : Le positionnement des acteurs

## Les leviers

## E5 / impact majeur et faisabilité très forte

**Levier n°1 : Mettre en place un dispositif régional pour financer le surcoût des matériaux géo et biosourcés locaux au moins le temps que les filières se structurent**

**Levier n°2 : Limiter le coût du foncier public et privé pour permettre le développement de projets innovants et donc plus coûteux.**

## E4 / impact majeur et faisabilité forte

**Levier n°3 : Sensibiliser, informer, former les élus**

E4 ou C4 selon le type d'acteur (MOA ou MOE).

Ce levier demande du temps.

Pour les bailleurs sociaux et la MOE, les cibles sont, non pas les élus, mais les services administratifs. Ces derniers sont à sensibiliser pour faciliter la mise en œuvre des matériaux géo et biosourcés. Pour les promoteurs en revanche, c'est l'inverse. Pour ces derniers, les cibles restent les élus. Ce sont eux qui peuvent influencer le changement et les services administratifs n'ont pas cette capacité avec la même amplitude.

Les problématiques sont les suivantes : comment décomplexifier le sujet par rapport à des messages qui ne passent pas aujourd'hui ? et Comment lever les freins des services administratifs ?

Dans un monde idéal, l'impact est majeur et la faisabilité est forte.

**Levier n°4 : Donner une visibilité et impulser une dynamique territoriale avec des appels à projets pour réhabiliter en matériaux géo et biosourcés ; porter à connaissance les savoir-faire des bailleurs sociaux et des entreprises en valorisant des expériences réussies ; montrer l'impact et l'attractivité des filières matériaux géo et biosourcés du territoire (impacts socio-économiques et environnementaux).**

Pour les MOE, l'impact est majeur. Les promoteurs sont partagés sur le sujet, l'impact leur semble majeur ou fort et la faisabilité moyenne avec un champ des possibles étroit. Ce levier est à relier avec le levier n°9 « Consolider le réseau des acteurs (Organisations professionnelles et autres acteurs) pour créer une culture transversale, sortir des logiques de silos et favoriser le dialogue et les échanges entre les catégories d'acteurs »  
Ce levier passe par une dynamique au niveau régional supposant des moyens pour l'impulser.

**Levier n°5 : Raisonner en coût global (voire créer des indicateurs de mesure de coût global et travailler sur leurs impacts sur le financement des opérations des bailleurs)**

Le raisonnement en coût global pour les collectivités est une révolution. Cela change leur façon d'aborder les choses en lien avec l'appréciation des coûts de fonctionnement et d'investissement.

## Enjeu : Le positionnement des acteurs

### Les leviers

#### D5 / impact fort et faisabilité très forte

**Levier n°6 : Inciter l'ensemble des acteurs à sortir de leurs habitudes / a priori / zones de confort en créant du dialogue et en appréhendant les problématiques de tous les acteurs de l'acte de construire**

Ce levier est plus facile à mettre en œuvre que le levier n°8, car il relève d'une logique plus individuelle.

#### D4 / impact fort et faisabilité forte

**Levier n°7 : Renforcer les actions des organisations professionnelles visant à inciter leurs adhérents à aller vers les matériaux géo et biosourcés**

La faisabilité de ce levier passe par un travail de long terme.

#### E3 / impact majeur et faisabilité moyenne

**Levier n°8 : Consolider le réseau des acteurs (Organisations professionnelles et autres acteurs) pour créer une culture transversale, sortir des logiques de silos et favoriser le dialogue et les échanges entre les catégories d'acteurs**

## Enjeu : Le positionnement des acteurs

### Les leviers

#### D3 / impact fort et faisabilité moyenne

**Levier n°9 : Développer la capacité des maîtres d'œuvre à être force de proposition : dépasser l'attentisme par la connaissance des matériaux géo et biosourcés**

Ce levier a paru relativement à d'autres plus difficile à mobiliser. Pour le faire, il faudrait renforcer la connaissance du tissu économique local et des matériaux géo et biosourcés. Plus largement, ce levier est à relier à la problématique financière.

**Levier n°10 : Développer les politiques publiques non plus seulement environnementales mais aussi avec une approche sociétale pour les habitants afin de souligner le lien entre logement, santé et économie.**

D3 pour le neuf et D2/D1 pour la rénovation

Selon la nature des travaux (neuf ou rénovation), l'appréciation de l'impact et de la faisabilité de ce levier est différente.

La question induite porte sur la capacité des acteurs publics (dont les bailleurs sociaux) à changer la société. Les bailleurs construisent pour 30-50 ans. Leur façon de construire est donc un pari sur l'avenir consistant à imaginer l'attractivité de leur parc dans le temps.

Les bailleurs sociaux considèrent que l'impact est fort mais qu'ils n'ont pas de prise dessus.

Pour le logement neuf, le besoin de sensibilisation paraît plus important.

Un tel levier doit s'inscrire dans une logique de long terme et de retours d'expériences.

Enfin, les participants du 4ème focus groupe ont souligné qu'aujourd'hui la qualité de l'air n'était pas prise en compte. Ils ont estimé que cela deviendra un objectif prégnant à court terme.

#### E2 / impact majeur et faisabilité faible

**Levier n°11 : Rechercher des complémentarités techniques entre les différents matériaux (conventionnels et géo-biosourcés) et veiller à ne pas "casser" la filière minérale.**

La MOE estime que ce levier est compliqué à mettre en œuvre du fait qu'ils n'aient pas la main sur les prix.

**Levier n°12 : Augmenter les marges locales sur les bâtiments biosourcés**

## Enjeu : l'information et la connaissance

### Les constats

- Les sources d'information les plus utilisées aujourd'hui sont la « documentation spécialisée » et ensuite « les réseaux ».
- La maîtrise d'ouvrage connaît peu de formations sur les matériaux géo et biosourcés.
- Le niveau de connaissance autour du sujet des matériaux géo et biosourcés est plutôt moyen, mauvais ou très mauvais selon les items.
- La composante maîtrise d'œuvre, les entreprises et les fournisseurs sont considérés comme les acteurs devant apporter les solutions techniques.
- Le niveau de connaissances des coûts en lien avec les matériaux géo et biosourcés est jugé plutôt mauvais par une large majorité d'acteurs.
- La perception de la nature et de l'importance des éléments du coût des matériaux géo et biosourcés est très différente entre d'un côté la maîtrise d'ouvrage et de l'autre la maîtrise d'œuvre et les entreprises.

## Enjeu : l’information et la connaissance

## Les leviers

## E5 / impact majeur et faisabilité très forte

**Levier n°13 : Développer la sensibilisation et la formation sur les coûts réels**

Une meilleure connaissance des coûts réels par l’ensemble des acteurs fait consensus. Pour autant, les participants au dernier focus groupe ont considéré qu’il était souhaitable, dans le cadre d’une approche de construction durable, de privilégier la notion de coût global et pas seulement de coût réel (voir page 15). Pour cela, la construction et le partage de base de données commune paraissent essentiels.

## E4 / impact majeur et faisabilité forte

**Levier n°14 : Renforcer le volet matériaux géo et biosourcés dans les formations initiales**

La connaissance des apprenants « formés » sur le champ des matériaux géo et biosourcés est hétérogène. En effet, certaines écoles ont déjà intégré des modules de formation quand d’autres commencent à peine à le faire.

**Levier n°15 : Renforcer l’offre de formation continue interacteurs sur les matériaux géo et biosourcés auprès de l’ensemble des acteurs (maîtrise d’ouvrage, maîtrise d’œuvre, entreprises, bureaux de contrôle, AMO) et la territorialiser au maximum**

Les formations interacteurs (participants venant de l’ensemble de la chaîne de valeur : MOA, MOE, bureaux de contrôle, entreprises,...) permettent de concevoir et construire les projets d’une manière beaucoup plus concertée, participative et à terme de créer un écosystème d’acteurs locaux.

## D4 / impact fort et faisabilité forte

**Levier n°16 : Développer la R&D avec de la veille en France mais aussi sur d’autres pays européens (en termes de modèles économiques et de conception)**

Les participants au focus groupes ont apporté des précisions sur le terme même “R&D”. Ils estiment que la R&D n’est pas de leur ressort. La recherche et développement au sens stricto sensu s’effectue sur le produit. La R&D est réalisée de concert avec les fabricants, producteurs et organismes de contrôle. Cependant, ils sont moteurs et volontaires pour apporter leur contribution sur la mise en œuvre dans le cadre de la R&D. En effet, la MOE a une compétence sur l’évaluation de la mise en œuvre du produit et une partie de ses performances techniques.

**Levier n°17 : Diffuser des retours d’expériences : guides de solutions technico-économiques, des visites de chantiers, des réunions techniques incluant différentes thématiques (technique, réglementation, coût, montage de l’opération, innovation, difficultés rencontrées...)**

Ce levier est très lié au levier n°16. Au vu des enjeux, de la méconnaissance sur le sujet des matériaux géo et biosourcés, de leur utilisation et des projets réalisés, il paraît essentiel de favoriser la diffusion des retours d’expériences, la mise en place d’un lieu d’échanges dans lequel les acteurs se retrouvent (hors du champ concurrentiel). Il a été évoqué que la création d’un prix “Matériaux géo et biosourcés” dans un palmarès régional de l’architecture afin d’inciter les MOE et MOA à mettre en œuvre ces matériaux et à partager les retours d’expériences.

## Enjeu : l'information et la connaissance

### Les leviers

#### **Levier n°18 : Répondre au premier palier, le besoin d'information pour engager le deuxième, la formation**

Au vu du degré faible de connaissance de l'ensemble des acteurs de la chaîne de l'acte de construire ou de rénover avec des matériaux géo et biosourcés, la mise en place d'une plateforme d'informations partagées est un élément déterminant dans la possibilité d'utiliser ces matériaux peu pratiqués donc méconnus. Il est proposé par l'ensemble des participants de poursuivre les échanges et le partage d'informations, en créant un comité régional, issu des Focus groupe, sous une forme similaire : des échanges à l'échelle de l'ensemble des participants et des groupes de travail, notamment sur la formation.

#### **Levier n°19 : Créer des formations certifiantes et intégrer ce critère dans les appels d'offres**

D4 pour la MOE et C3 pour la MOA

Le levier a fait débat entre la MOA et la MOE avec des points de vue divergents.

- Le point de vue de la MOE : certains acteurs précurseurs en matière de matériaux géo et biosourcés souhaitent que leur expérience incluant ce type de matériaux soit valorisée. Cette expérience et les références pourraient faire partie des critères dans le cadre d'une certification. L'expérience dans la conception de projets durables doit être mise en valeur lors des appels d'offres.
- Le point de vue MOA : vu le nombre de dossiers à traiter lors des appels d'offres et le temps imparti pour le faire, la certification est un indicateur essentiel pour la validation d'un dossier de concours. Si ce critère est indispensable pour la MOA alors il s'agirait de mettre en place plus d'offres de formations certifiantes. Les organismes de certifications sont trop peu nombreux et ses formations sont trop chères. Ce système serait à reconsidérer voire à repenser.

D3 / impact fort et faisabilité moyenne

#### **Levier n°20 : Renforcer la formation sur le droit à bâtir ainsi que sur les subventions et les aides**

Ce levier passerait par la création d'un comité de pilotage régional issu de cette étude.

## Enjeu : les réglementations

### Les constats

- La motivation première à l'utilisation des matériaux géo et biosourcés est la réglementation.
- Les acteurs expriment souvent leur difficulté de compréhension de la RE2020 et de sa mise en œuvre.
- Les aspects réglementaires (application des normes dont la réglementation incendie voire leur incompatibilité entre elles), le manque d'avis technique et donc l'assurabilité sont jugés comme des freins très importants qui limitent l'innovation.
- La RE2020 va nécessairement contraindre à plus d'utilisation de matériaux géo et biosourcés, sous réserve que les FDES des MGB soient disponibles.

## Enjeu : les réglementations

## Les leviers

E3 / impact majeur et faisabilité moyenne

**Levier n°21 : Amener de l'agilité et de la souplesse dans la réglementation****Levier n°22 : Faire évoluer la normalisation des pratiques et des règles professionnelles**

Ce levier est très lié au levier n°21

L'évolution et la normalisation des pratiques et des règles professionnelles ne pourront être effectives que si la réglementation comporte plus de souplesse. De plus, les participants au Focus groupe ont insisté sur le fait qu'en matière de normalisation des pratiques, les FDES sont nécessaires à l'utilisation des matériaux géo et biosourcés. Valable 5 ans, cette carte d'identité environnementale des produits basée sur les résultats de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) d'un produit reste incontournable dans le cadre de la RE2020.

D3/ impact fort et faisabilité moyenne

**Levier n°23 : Améliorer la réglementation pour inclure les notions de confort et de bien-être (sous évaluées en cas d'utilisation des matériaux géo et biosourcés)**

Les notions de bien-être et de confort sont des notions essentielles, intrinsèquement liées à l'utilisation des matériaux géo et biosourcés dans les projets mais ces notions sont très faiblement mises en évidence dans la réglementation RE2020.

**Levier n°24 : Faire évoluer/simplifier le code des marchés publics pour notamment favoriser le travail partenarial et déployer cela au moins pour des projets expérimentaux et pas forcément de grande ampleur (pour ne pas avoir à utiliser la conception réalisation)****Levier n°25 : Permettre une plus grande liberté d'organisation pour les bailleurs sociaux pour faciliter l'innovation**

Ce levier est du même ordre que le levier n°24 mais il dépasse le simple du cadre du code des marchés publics.

## Enjeu : la sécurisation des opérations

### Les constats

- Les programmes des bailleurs sociaux sont perçus comme « pas toujours très clairs ».
- Le nombre important d'acteurs dans les opérations des bailleurs sociaux (composante maîtrise d'ouvrage/maîtrise d'œuvre/entreprises...) impliquent de facto un besoin fort de coordination et de compréhension mutuelle.
- Compte tenu de la durée d'exploitation des bâtiments (40 à 50 ans), les bailleurs sociaux ont besoin de sécuriser la mise en œuvre des process et matériaux (triptyque coût/technique/réglementation).
- L'équilibre des opérations des bailleurs sociaux est jugé aujourd'hui très difficile en Normandie (contrairement à l'Île-de-France par exemple) et quasi impossible sans aides et subventions s'il faut intégrer des matériaux géo et biosourcés.
- Les aides actuelles en cas d'utilisation de matériaux géo et biosourcés sont quasi inexistantes pour les opérations en construction neuve.
- La maîtrise d'œuvre et les entreprises jugent leur niveau de rémunération souvent trop faible et estiment que la maîtrise d'ouvrage recherche un prix avant tout.
- Les entreprises et la maîtrise d'œuvre disent subir une trop forte pression exercée sur les prix de sortie par la maîtrise d'ouvrage pour proposer des matériaux géo et biosourcés voire pour répondre aux cahiers des charges.
- L'utilisation des matériaux géo et biosourcés est associée à :
  - une augmentation des coûts
  - un manque d'entreprises pour répondre aux appels d'offres et/ou des réponses hors budget
  - des difficultés avec les bureaux de contrôle.
- L'utilisation des matériaux géo et biosourcés n'est pas associée à plus de malfaçons ou à des risques en phase chantier.
- Pour certains, les solutions "tout en matériaux géo et biosourcés" ne semblent pas être les meilleures sur le plan technico-économique au contraire des solutions basées sur la mixité des matériaux.

## Enjeu : la sécurisation des opérations

## Les leviers

## E4 / impact majeur et faisabilité forte

**Levier n°26 : Activer de l'expertise en amont pour une estimation du coût du bâtiment avec des matériaux géo et biosourcés**

Ce levier est apparu comme central.

Il passe par la définition d'un programme avec des objectifs précis en adéquation avec le budget.

Pour cela, missionner un AMO pour réaliser une étude comparative en phase programme sur les coûts des solutions du bâti est recommandée.

**Levier n°27 : Renforcer la phase conception (en termes de temps et de rémunération de la MOE)**

Ce levier a été positionné en E4 ou E3 selon les acteurs.

**Levier n°28 : Limiter l'utilisation des variantes en phase EXE**

Les variantes sont souvent utilisées quand les objectifs du programme ne sont pas réalistes et/ou que la conception n'est pas optimum. Elles peuvent générer des difficultés dans les interactions entre les lots.

**Levier n°29 : En réhabilitation, investir dans l'enveloppe (donc dans l'isolation, ce qui est compatible avec le biosourcé) plutôt que dans les éléments techniques (PAC, photovoltaïque,) à cause de l'importance de leur coût de maintenance**

## D4 / impact fort et faisabilité forte

**Levier n°30 : Favoriser les échanges entre acteurs pour une meilleure compréhension collective sur le fonctionnement des bureaux de contrôle vis-à-vis des matériaux géo et biosourcés**

Ce levier est apparu clairement comme étant de la responsabilité du maître d'ouvrage.

## E3 / impact majeur et faisabilité moyenne

**Levier n°31 : Développer du conseil sur l'assurabilité et les solutions pour débloquer les situations avec les bureaux de contrôles et ainsi éviter les risques de malfaçon**

## Enjeu : la sécurisation des opérations

### Les leviers

D3 / impact fort et faisabilité moyenne

**Levier n°32** : Inciter les bailleurs sociaux (et surtout ceux qui sont moins structurés) à davantage se faire accompagner par des AMO pour vérifier la concordance entre les objectifs du programme, le budget et la conception

**Levier n°33** : Développer un mode de consultation adapté pour les contrôleurs techniques avec une pédagogie sur les missions et les rôles et une sélection basée sur les motivations et la capacité technique mais pas uniquement sur les coûts

E2 / impact majeur et faisabilité faible

**Levier n°34** : Inciter les petites et moyennes entreprises à davantage répondre aux appels d'offres des bailleurs sociaux

## Enjeu : le développement de l'offre

### Les constats

- Les bailleurs ont déjà utilisé des matériaux géo et biosourcés de façon variable (++ le bois en parement, + : le bois en structure, neutre : les isolants biosourcés industriels, -- les matériaux non industrialisés) mais ceux qui ne les ont pas déjà utilisés affichent une large volonté de le faire dans les 5 prochaines années.
- L'offre de matériaux géo et biosourcés est jugée insuffisante.
- Le développement de filières courtes et locales aurait un fort impact environnemental et socio-économique.
- La préfabrication est jugée par la majorité de la maîtrise d'œuvre comme un levier de massification des matériaux géo et biosourcés. Selon les systèmes constructifs, l'offre en solution préfabriquée est hétérogène
- l'offre de matériaux géo et biosourcés est mal connue.
- La ressource en matériaux géo et biosourcée est disponible en quantité suffisante, y compris en cas d'augmentation de la demande, sans concurrence d'usage avec l'alimentation. Ce constat vaut particulièrement pour les végétaux à croissance annuelle, mais est à nuancer pour la ressource bois d'œuvre.
- Pour toutes les filières, les acteurs de la chaîne de valeur existent, mais de manière hétérogène et parfois insuffisante. Une réponse aux attentes des bailleurs semble partiellement possible à condition de cibler des opérations compatibles avec le niveau actuel de structuration des filières et de planifier la montée en charge.
- La structuration des filières locales de matériaux géo et biosourcés en Normandie est en progression, à un rythme différent selon les acteurs et les filières. La production et la distribution de matériaux géo et biosourcé peinent à monter en charge, tandis que la maîtrise d'œuvre et les entreprises se forment de plus en plus.
- Il n'y a pas d'unité industrielle de fabrication d'isolant biosourcé en Normandie, alors que les matériaux géo et biosourcés industriels sont les plus utilisés et demandés par la maîtrise d'œuvre et les entreprises.

## Enjeu : le développement de l'offre

## Les leviers

## E5 / impact majeur et faisabilité très forte

**Levier n°35 : Engager une démarche politique régionale en faveur des matériaux géo et biosourcés pour embarquer tous les acteurs, accompagnée d'une planification et d'une instance de gouvernance régionale**

L'ensemble des acteurs a noté l'efficacité des prises de position politiques régionales, lorsqu'elles se diffusent dans les outils locaux tels que les PLU/PLUI, et qu'elles influencent les positions des collectivités territoriales et des directions des bailleurs. Ces acteurs insistent sur le besoin d'accompagnement financier à la transition vers une plus grande intégration des matériaux géo et biosourcés. Ils soulignent l'importance d'assortir cette politique d'une animation de réseau et de directives fortes. Ils positionnent ce levier comme le plus urgent et le plus efficace.

**Levier n°36 : Faciliter l'intégration des matériaux géo et biosourcés dans les marchés du logement social avec des leviers financiers (avec par exemple des aides financières ou un bonus de constructibilité si utilisation de matériaux géo et biosourcés) ; Intégrer des incitations dans les PLH/PLU (droit à bâtir supplémentaire par ex.)**

L'inscription de règles contraignantes en faveur du biosourcé dans les PLU/PLH est une mesure critiquée par la maîtrise d'ouvrage, elle ne fait pas consensus quant à son efficacité.

## E3 / impact majeur et faisabilité moyenne

**Levier n°37 : Soutenir la production de données performanciennes pour les matériaux géo et biosourcés (avis techniques, FDES, comportement au feu...)**

L'existence des données techniques et performanciennes est un prérequis indispensable à la prescription des matériaux géo et biosourcés (par exemple : la fiche de déclaration environnementale et sanitaire). La production de ces données peut être à l'initiative d'un producteur, d'un maître d'ouvrage, d'une filière, parfois à l'occasion d'un projet de bâtiment. Veiller à ce que ces données soient libres d'accès. La production de ces données doit souvent être accompagnée financièrement mais aussi par une expertise spécifique.

**Levier n°38 : Réaliser du lobbying par les filières pour certifier des matériaux et améliorer l'assurabilité**

En complément du soutien accordé aux filières pour produire les données performanciennes nécessaires à la prescription, les filières locales ont besoin d'être représentées dans les instances de gouvernance du secteur du bâtiment à l'échelon national pour que les normes et réglementations tiennent compte de leurs spécificités (variabilité des matériaux, par exemple).

## Enjeu : le développement de l'offre

## Les leviers

## D4 / impact fort et faisabilité forte

**Levier n°39 : Elargir l'offre de matériaux géo et biosourcés au maximum locale, notamment le bois non traité**

Un constat partagé, il faut encourager la production locale de matériaux géo et biosourcés, notamment des produits à faible transformation (non industrialisés) qui ont un faible impact carbone, tout en satisfaisant aux besoins des commanditaires, à savoir avoir un accès à des ressources homogènes, calibrées et disponibles qui correspondent à la temporalité des projets de construction. Comme solution partielle est suggérée de travailler à une meilleure distribution des matériaux locaux, via un réseau de distributeurs, en capacité de stocker ces matériaux et de rendre l'offre visible.

## D3 / impact fort et faisabilité moyenne

**Levier n°40 : Développer les filières courtes pour être collectivement moins soumis aux aléas du marché****Levier n°41 : Travailler collectivement pour la mise en place de groupement de commandes****Levier n°42 : Mettre en place des conventions pluriannuelles entre les collectivités et les bailleurs sociaux pour qu'ils puissent s'engager sur des volumes de matériaux géo et biosourcés sur quelques filières et donc les sécuriser**

Les leviers 41 et 42 visent à agir sur la commande pour accompagner la montée en charge progressive des filières de matériaux géo et biosourcés en Normandie.



Cette étude a montré qu'en Normandie, la connaissance des matériaux géo et biosourcés par les bailleurs sociaux et leur environnement est globalement faible que ce soit autant sur les aspects techniques qu'économiques. Ceci se traduit par de nombreuses **idées reçues / à priori infondés**. La différence de perception entre les acteurs sachants utiliser ces matériaux et systèmes constructifs et les acteurs n'ayant pas l'habitude de les utiliser est patente et appelle à un changement de posture de ces derniers.

Ce changement de posture passe par **une meilleure acculturation et formation** de l'ensemble des acteurs à travers, par exemple, des partages de retours d'expériences, des actions de sensibilisation aux problématiques de coûts et par un plus grand dialogue entre les parties prenantes.

Le développement des matériaux géo et biosourcés est également contraint par **le cadre réglementaire et par conséquent assurantiel**. Si l'Etat est le premier acteur à pouvoir les infléchir, les organisations professionnelles, les maîtres d'ouvrage, les industriels peuvent aussi agir à travers des actions de lobbying, la production d'essais et de données techniques.

La massification de l'utilisation des matériaux géo et biosourcés implique une action simultanée sur l'offre et la demande car les deux ne sont ni dissociables (cf. le paradoxe de l'œuf et de la poule).

Du côté de la demande, le **besoin de sécurisation des opérations** est fondamental pour les maîtres d'ouvrage. Or, la sécurisation des opérations implique des filières de matériaux structurées, des process de mise en œuvre matures, des acteurs formés, un cadre économique suffisamment clair (connaissance des coûts) pour permettre de faire des choix éclairés et enfin que les programmes soient suffisamment précis et en adéquation avec les budgets.

On observe en Normandie différents **niveaux de maturité des filières régionales**. Néanmoins, les ressources locales sont disponibles et ceci sans concurrence d'usage avec d'autres secteurs (agriculture notamment), permettant potentiellement une production locale et en filière courte. Un écosystème d'acteurs existe, se densifie chaque année et permet de répondre dès à présent à certaines typologies de projets. Le nombre de réalisations augmente également, offrant l'opportunité d'un retour d'expérience enrichissant pour tous. Pour autant, développer et structurer ces filières nécessite une **demande suffisante et une politique régionale volontariste**. La montée en charge de ces filières doit être progressive et coordonnée.

Pour autant, il est possible de s'appuyer sur un cadre normatif favorable (RE2020) et de plus en plus de références d'opérations en Normandie et en France.

L'étude a mis au jour un certain nombre de **leviers qui sont fortement liés entre eux**. Le choix des leviers à actionner et le mode opératoire appartiennent nécessairement aux acteurs locaux, dont les partenaires de l'étude.

Les acteurs locaux ont montré dans leurs réponses aux questionnaires en ligne et lors des focus groupes leur **envie de s'inscrire dans une démarche de construction durable** incluant de plus en plus les matériaux géo et biosourcés. Un large consensus est ainsi apparu : **une approche collective regroupant l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur (Etat, collectivités, MOA, MOE, entreprises, ...)** est nécessaire et repose sur une animation régionale avec un « pilote dans l'avion ».

Enfin, les principaux résultats de cette étude (constats, enjeux et leviers) semblent **duplicable à d'autres marchés** que ceux du logement social (parc privé et tertiaire).



## Méthodologie

- Analyse de la demande
- Analyse de l'offre
- Analyse croisée demande et offre

## Analyse de la demande

Le questionnaire en ligne a été diffusé par la CERC Normandie en Normandie auprès des bailleurs sociaux (32 structures) et des promoteurs (34 structures).

Les architectes, les bureaux d'études, les économistes et les entreprises de construction ont également été sollicités par deux canaux. D'un côté, les bailleurs sociaux nous ont transmis une liste de maîtres d'œuvre et d'entreprises avec lesquels ils avaient déjà travaillé (569 contacts) et auxquels nous avons envoyé l'enquête en ligne. De l'autre, pour les composantes MOE, le CINOV, le CROA, Fibois Normandie et l'UNTEC ont diffusé le lien de l'enquête à leurs adhérents.

Taux de réponse :

	Population mère	Nombre de réponses	Taux de réponse
Bailleurs sociaux	32	24	75%
Promoteurs	34	16	47%
Entreprises	496	37	7%
MOE (architectes, bureaux d'études et économistes)	NC	61	NC

La plupart des questions avaient 5 modalités. Le solde d'opinion a été pondéré dans les traitements avec les coefficients suivants :

Modalités	Pondération
Je ne suis pas du tout d'accord	-10
Je ne suis pas d'accord	-5
Je suis neutre	0
Je suis d'accord	5
Je suis tout à fait d'accord	10

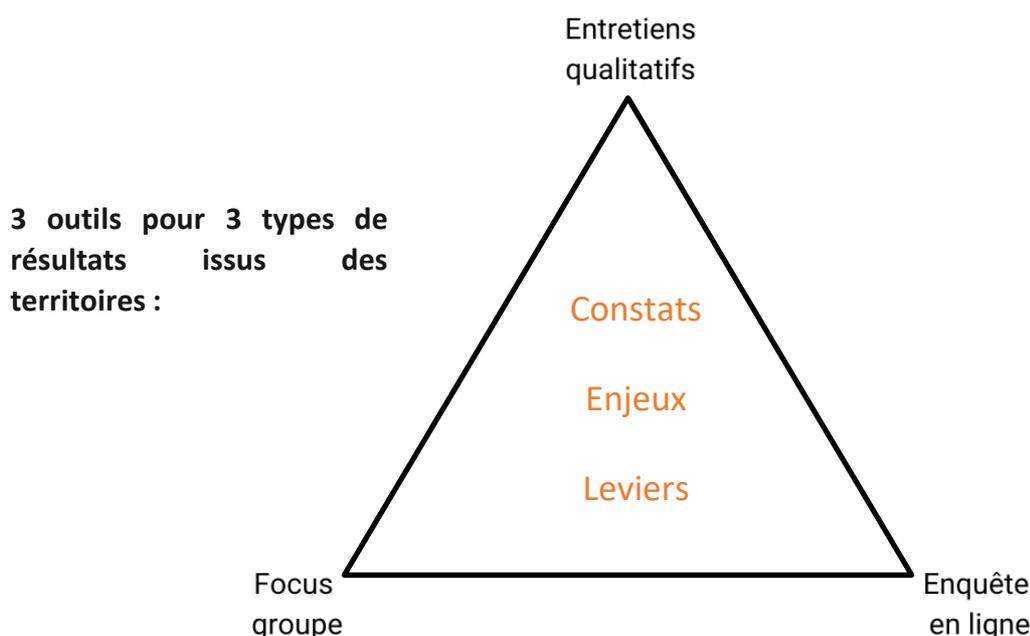
### Analyse de la demande

Quel que soit le type de répondants (MOA/MOE/entreprises), les réponses n’ont pas été redressées. De plus, pour la composante MOE et entreprises, le nombre de réponses est faible relativement à la population mère. Aussi, nous préconisons une lecture prudente des résultats de l’enquête.

Le même questionnaire a été diffusé en parallèle à 130 professionnels (MOE/Entreprise) adhérents de l’ARPE Normandie. Ce public est habitué à prescrire ou à utiliser les matériaux géo et biosourcés. Il est donc « convaincu » et a un point de vue différent des autres répondants.

	Population mère	Nombre de réponses	Taux de réponse
Entreprises	86	53	62%
MOE (architectes, bureaux d’études)	44	29	66%

Le constat issu du traitement du questionnaire a ensuite été présenté lors de trois focus groupes : le premier a réuni des bailleurs sociaux, le deuxième des promoteurs et le dernier des maîtres d’œuvre (architectes, bureaux d’études et économistes). L’objectif était double : discuter/préciser certains points du constat et produire des leviers. Pour rappel, ces leviers ne viennent ni de la CERC Normandie ni de l’ARPE mais des acteurs qu’ils soient maîtres d’ouvrage et maîtres d’œuvre. Ils ne sont pas toutes partagées entre les différentes catégories d’acteurs (MOA et MOE). De même au sein d’une même catégorie d’acteurs (bailleurs sociaux par exemple), les points de vue peuvent être divergents.



## Analyse de l'offre

L'analyse de l'offre a été réalisée par l'ARPE Normandie. Ses objectifs sont :

- de transmettre un socle commun minimum de connaissance sur les matériaux géo et biosourcés, afin de faciliter la compréhension de l'étude
- de décrire l'offre de matériaux géo et biosourcés produits en région, en s'intéressant, certes, aux matériaux, mais également à l'écosystème d'acteurs et aux perspectives de développement vis à vis des attentes spécifiques des bailleurs sociaux.

L'offre en matériaux géo et biosourcés produits en Normandie est constituée d'un petit nombre de producteurs, insérés dans un écosystème plus vaste d'entreprises et de prescripteurs, eux-mêmes placés dans la catégorie de "la demande" au sein de la présente étude.

La méthode de collecte des données mise en place est donc différente de l'analyse de la demande, l'écosystème d'acteurs étant différent :

- recherche documentaire sur les produits et techniques
- 14 entretiens avec un échantillon de producteurs et d'acteurs des filières
- Données issues d'un partenariat avec des experts régionaux : Fibois Normandie pour la "filiale bois" et Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie pour la "disponibilité des ressources agricoles".

Afin de mettre en lumière sur les opérations existantes mais méconnues, une sélection de références régionales et extrarégionales d'opérations de logements collectifs intégrant des matériaux géo et biosourcés locaux a été ajoutée à l'étude.

### Analyse croisée demande et offre

Suite à l'identification des leviers, une enquête en ligne a été diffusée auprès des bailleurs sociaux, des promoteurs et des composantes de la MOE. Il s'agissait de positionner des leviers sur 2 axes : impact du levier et facilité de mise en œuvre par les acteurs locaux. Un dernier focus groupe a été organisé en réunissant ces mêmes acteurs avec en plus un AMO, un contrôleur technique et un assureur. L'objectif de ce travail était d'affiner certains leviers, de discuter des points de divergences entre types d'acteurs, voire d'identifier les points de convergences possibles.



Le code couleur correspond à des recommandations de priorisation des leviers : plus il est situé dans le vert foncé, plus il semble opportun de l'actionner.

# REMERCIEMENTS

L'ARPE et la CERC Normandie s'associent pour remercier les financeurs de l'étude pour la confiance témoignée : la Banque des Territoires, la DREAL Normandie, la FPI Normandie, la Région Normandie et l'UHS Normandie ainsi que leurs représentants pour leur implication.

Un grand merci aux personnes et structures qui ont donné du temps en participant aux entretiens qualitatifs, à l'enquête en ligne et aux focus groupes.

Nous remercions également l'UHS, la Région, la DREAL, Fibois et la chambre d'agriculture, CINOV, l'UNTEC, l'ordre des architectes pour les données envoyées et/ou pour avoir relayé nos enquêtes à leurs contacts.

## - Pour les entretiens qualitatifs et Focus groupe -

Les bailleurs sociaux :

### Alcéane



Caen la mer Habitat  
M.Agache et  
M.Francheteau



CDC Habitat social  
M. Monduc et  
Mme.Querro



Cités cherbourgeoises  
M.Kellal, M.Yardin et M.Lohier



Foyer Stéphanois  
M.Dam



Foyer du toit familial  
Mme. Chaussis



Habitat 76  
M.Legonin et  
M.Lenormand



Inolya  
M.Artis et M.Letellier



La poste Habitat  
M.Cramoisian



Logement Familial  
de l'Eure  
Mme. Colombel



Logéal Immobilière  
M. Viander



Logéo  
Mme. Crespel



Logéo Seine  
M.Guérin



Logissia  
M. Paumier



Manche Habitat  
M.Collibeaux



Presqu'île habitat  
M.Garric

## Les bailleurs sociaux :



Rouen Habitat  
M. Ben Soltane



3F Normandie  
M. Calle et M. Martinet



UHS Normandie  
Mme Decreau et M. Louzeau



3F - IBS  
M. Souchal et  
Mme. Beodid

## Les promoteurs :



Sotrim  
M. Potier



ASD Invest  
Mme. d'Anselme



BG promotion  
M. Gilbert



Kaufman & Broad  
M. Basile



FPI  
Mme. Dubuisson



Icade promotion  
M. Perrin

## Les architectes :



AACD  
M. Crües



Gazel architecture  
M. Gazel



JVA archi & associès  
M. Potier et Mme. Pontillon



Atelier d'architecture  
Pascal Séjourné  
M. Séjourné



KVA  
M. Versavel



L'archi-violette  
Mme. Lambert

## Les économistes :



AECO  
M.Cerisier



BET Echos  
M.Teissier



Cabinet 2H  
M.Nowakovsky



Innov'amo  
Mme.Bazille



INGOTECH  
M.Durand

## Les bureaux d'études :



IPE Ingenierie  
M.Hemon



Wood'ing  
M.Sohier



BESB  
M.Linares



Albedo  
M.Fleurance

## Les contrôleurs techniques :



BTP Consultant  
M. Coté



SOCOTEC  
Mme. Lebailly

## Les assureurs :



SMA BTP  
M. Le Monnier

## Les entreprises



Cuiller  
Mme. Denis



Manubois  
M. Castel



Entreprise Duchesne  
MM. Duchesne et Roussel



Bâtin en Terre  
M. Lucas



Enerterre  
M. Bouillon



Six Pieds Sur Terre  
M. Minne



Briqueterie Dewulf  
Mme. Aeberli



Ingépierre  
Carrières de la Plaine de Caen  
M. Héloïse



Eco-Pertica  
M. Elleaume



Poret-Trans  
Mme. Josset

## Les autres structures :



Fibois Normandie  
M. Mascart



Chambre Régionale d'Agriculture  
de Normandie  
Mme. Ghestem



LM Ingénieur  
M. Hubert



SOAL  
Mme. Barbot et  
Mme. Antonin-Busnel



Université Gustave Eiffel  
M. Hamard



Parc Naturel des Marais du  
Cotentin et du Bessin  
M. Streiff





La Cellule Economique Régionale de la Construction de Normandie est à la fois, l'observatoire normand de la construction et l'instance de concertation économique des différents acteurs de la filière construction dans la région :

- **Organisations professionnelles et partenaires économiques** : UNICEM Normandie, FRTP Normandie, CAPEB Normandie, FFB Normandie, FFB Calvados, FFB Eure, FFB Le Havre Pointe de Caux, FFB Manche, FFB Orne, FFB Rouen Métropole & Territoires, Fédération Ouest des SCOP du BTP, Fibois Normandie, EGF BTP, COBATY Eure, Action Logement
- **Collectivités locales** : Conseil Régional de Normandie, Caen la mer, Métropole Rouen Normandie,
- **Services Administratifs** : Préfecture Normandie, DREAL Normandie, DRFIP Normandie
- **Maîtres d'ouvrages** : UHS Normandie, FPI Normandie, Fédération des EPL Normandie, UNAM, LCA FFB Normandie
- **Maîtres d'œuvre, concepteurs ou conseils** : Conseil régional de l'Ordre des architectes de Normandie, Union Nationale des Géomètres-Experts de Normandie, CINOV Normandie, UNTEC Normandie, CAUE du Calvados
- **Organismes financiers** : SMA BTP, Banque des territoires Normandie – Groupe Caisse des Dépôts, BTP Banque, COMPLEVIE
- **Autres organismes et entreprises** : Bâtiment CFA Normandie, SOGEA Nord-ouest, Bouygues Bâtiment, SOCOTEC

### Les membres de droit de la CERC Normandie



### Le champs des études :

- la conjoncture
- l'emploi/formation
- les projets de travaux et la commande publique
- la construction durable et transition énergétique
- ...



## ARPE Normandie

L'Association Régionale pour la Promotion de l'Éco-construction en Normandie (ARPE) est un réseau d'acteur·rice·s – citoyen·ne·s, associatifs, professionnels – qui agissent, depuis 15 ans, pour des constructions saines, écologiques, économes en énergie et à faible impact sur l'environnement.

Reconnu comme tête de réseau des acteurs de l'écoconstruction, l'ARPE Normandie compte aujourd'hui 4 salariés, 2 sites (Caen et Yvetot) et déploie ses activités sur toute la Normandie.

Pour atteindre ses objectifs, elle met en place un vaste panel d'actions à destination des citoyens, professionnels du bâtiment, agents de collectivités et élus :

- animation de réseaux professionnels
- actions de promotion des matériaux géo et biosourcés
- accompagnement des filières locales d'écomatériaux
- production de ressources documentaires
- diffusion d'information (newsletter)
- identification des professionnels de l'écoconstruction
- formation professionnelle
- accompagnement des collectivités
- sécurisation de l'auto-réhabilitation accompagnée.

[www.arpenormandie.org](http://www.arpenormandie.org)

### Nos objectifs

- Faciliter le partage des savoirs et savoir-faire grâce au réseau d'acteurs de l'association.
- Rendre la construction écologique et un habitat sain accessible au plus grand nombre.

ARPE NORMANDIE



Association Régionale pour la Promotion  
de l'Éco-construction en Normandie

- Annexe 1 : L'enquête en ligne sur les matériaux géo et biosourcés
- Annexe 2 : Retour d'expériences – Logements collectifs bois 2022 du CNDB
- Annexe 3 : Références de construction avec des matériaux géo et biosourcés
- Annexe 4 : Repères bibliographiques

Une enquête en ligne sur les matériaux géo et biosourcés a été lancée en juin en Normandie auprès de bailleurs sociaux, de promoteurs, d'architectes, de bureaux d'études, d'économistes et d'entreprises travaillant sur les opérations du logement social.

Vous trouverez les résultats agrégés via la datavisualisation ci-dessous.

Page d'accueil

i Guide utilisateur

Les enjeux et motivations

La perception des MGB >

L'utilisation des MGB >

Les freins au développement des MGB >

Le positionnement croisé des acteurs >

Les leviers sur les aspects connaissances >

Les leviers sur les aspects financiers >

▲ MGB = Matériaux géo et biosourcés

Population étudiée : Echantillon total  
Taille de l'échantillon : 179 réponses

## Etude sur les matériaux géo et biosourcés dans les opérations des bailleurs sociaux

—  
Juin 2022

Résultats de l'enquête menée en Normandie en mars 2022 auprès des bailleurs sociaux, des promoteurs immobiliers, des architectes, des bureaux d'études, des économistes et des entreprises sur l'utilisation des matériaux géo et biosourcés dans les logements sociaux.

Etude financée par:

CERC Normandie

ARPE Normandie

Direction Régionale de l'Équipement, de l'Aménagement et du Logement Normandie

REGION NORMANDIE

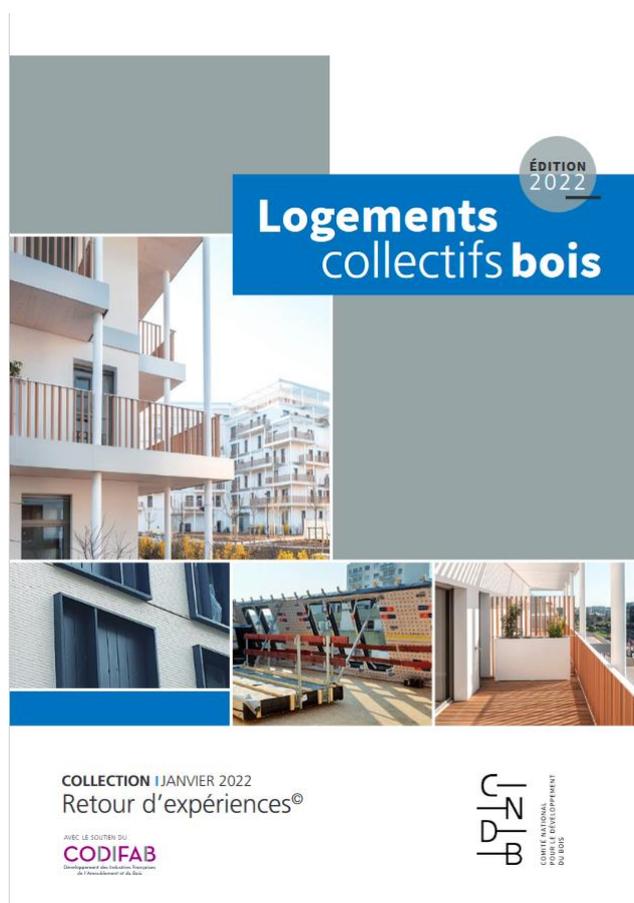
BANQUE des TERRITOIRES

UHS Normandie

FEDERATION NORMANDE DES PROPRIETAIRES INDIVIDUELS

[Accéder aux réponses](#)

Analyse de 2 réalisations de logement collectif, R+6, retour des acteurs, coupes techniques, résultats acoustiques, étanchéité à l'air, prix constatés. (2022 – CNDB – 12p)



[Accéder à la publication](#)

## La pierre naturelle

## Références de construction en pierre massive par les bailleurs sociaux et promoteurs



© LM ingénieur

**Projet :** OBERKAMPF

**Localisation :** 62 rue Oberkampf, 75011

**Programme :** 17 logements et un commerce

**Maitrise d'ouvrage :** RIVP

**Maitrise d'œuvre :**

- Barrault & Pressaco Architectes,
- LM ingénieur : structure, thermique,
- Atelux : fluide,
- ALP : économie,
- QCS Services : acoustique

**Budget :** 3,2 M Euros

**Surface :** 1 470 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2017

**Description :** Construction d'un immeuble en pierre de taille porteuse et en plancher bois massif (CLT) et structure métallique, gaines et murs mitoyens en béton. Isolation intérieure en béton de chanvre.

<https://lmingénieur.fr/oberkampf/>

## La pierre naturelle

## Références de construction en pierre massive par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Perraudin architectes

**Projet :** Logements collectifs sociaux

**Localisation :** zac monges cornebarrieu

**Programme :** 20 logements, garages

**Maitrise d'ouvrage :** Promologis

**Maitrise d'œuvre :**

– Perraudin architectes

**Budget :** 3,2 M Euros

**Surface :** 1 920 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2011

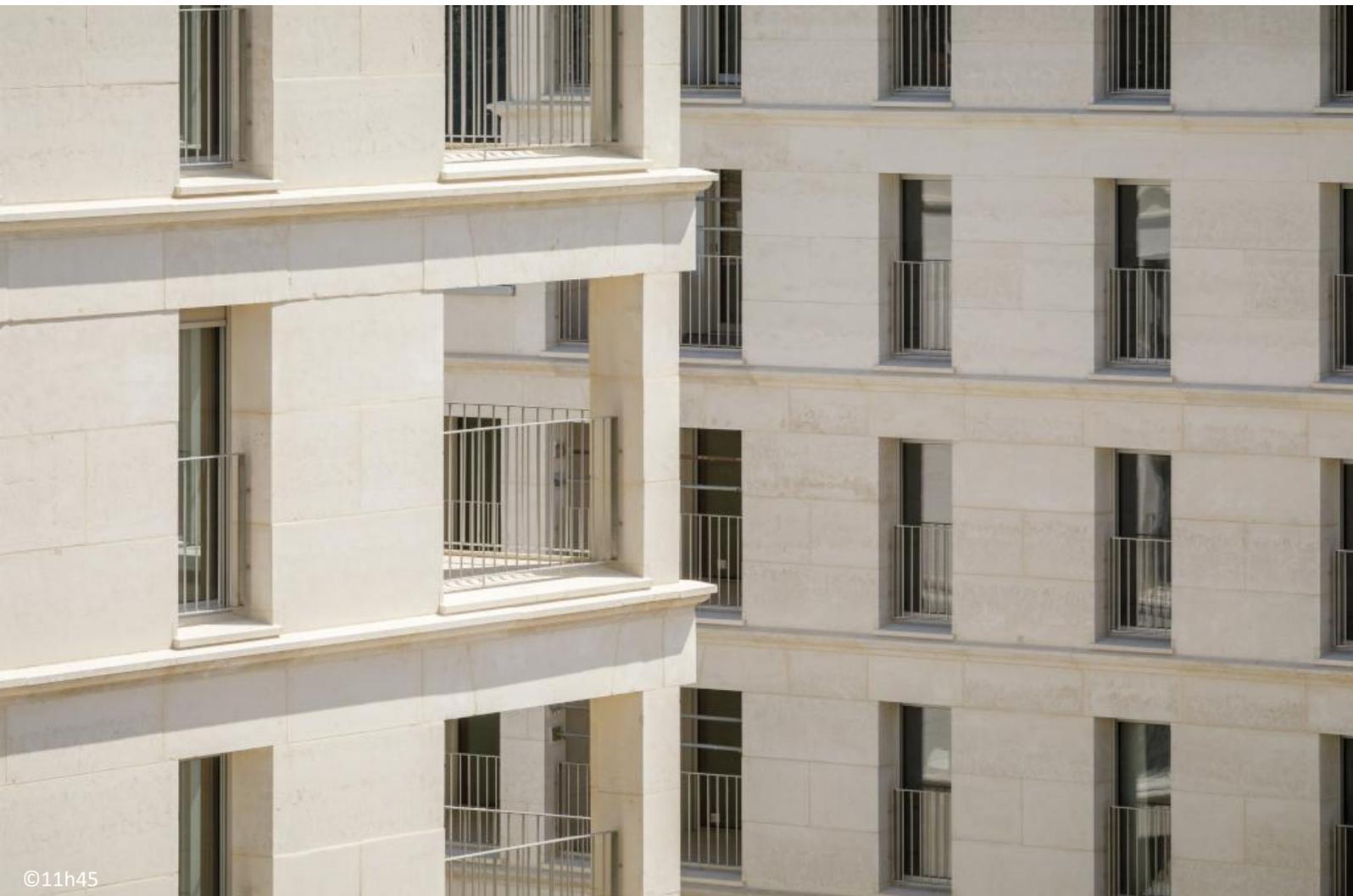
**Description :**

Ces logements collectifs bénéficient du label THPE - Très Haute Performance Energétique - ils sont construits en pierre naturelle, et isolés thermiquement et acoustiquement en liège. La toiture est végétalisée et équipée de panneaux photovoltaïques.

[http://perraudinarchitectes.com/projets/logement\\_cornebarrieu\\_G/lotoulG.html](http://perraudinarchitectes.com/projets/logement_cornebarrieu_G/lotoulG.html)

## La pierre naturelle

## Références de construction en pierre massive par les bailleurs sociaux et promoteurs



©11h45

**Projet :** 65 logements sociaux et en accession

**Localisation :** Plan-les-ouates (Suisse)

**Programme :** 65 logements sociaux et en accession

**Maitrise d'ouvrage :** Commune de Plan-Les-Ouates

**Maitrise d'œuvre :**

– Perraudin archiplein consortium

- Fournisseurs Pierre : Francepierre Poitou-charentes, Carrière de Provence

**Budget :** 31,2 M Euros

**Surface :** 7747 m<sup>2</sup> ; loggias : 693 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2021

**Description :**

Matériaux: pierre de Brétigny, pierre de migné, pierre d'Estailades

## La terre crue

## Références de construction en terre crue par les bailleurs sociaux et promoteurs



© jean-yves Barrier

**Projet :** Salvatierra Rennes

**Localisation :** Rennes

**Programme :** 43 logements à Haute Qualité Environnementale

**Maitrise d'ouvrage :** COOP de construction à Rennes

**Maitrise d'œuvre :** Jean-Yves Barrier

**Budget :** 3,1 M Euros

**Surface :** 3 598 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2003

**Description :**

1<sup>er</sup> immeuble écologique de France réalisé dans le cadre du programme CEPHEUS, primé en 2004 par l'observatoire des énergies renouvelables.

<http://jean-yves-barrier.fr/fr/jyb-architecture/residence-salvatierra>

## La terre crue

## Références de construction en terre crue par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Clément Vergély architectes

**Projet :** Orangerie

**Localisation :** zac Lyon confluence

**Programme :** Tiers-lieu, coworking

**Maitrise d'ouvrage :** Ogic

**Maitrise d'œuvre :** Clément Vergély (Lyon) et Diener & Diener (Suisse)

BET structure : Batiserf.

Entreprise : Le Pisé (terre crue), Nugues (ossature bois).

Bureau de contrôle : Socotec.

**Budget :** 2 200 Euros/m<sup>2</sup>

**Surface :** 1 055 m<sup>2</sup> SP

**Réalisation :** 2018-2022

**Description :**

Coût du marché de l'entreprise Le Pisé 570 000€ sur près de 3 M€HT

286 blocs, d'un total de 235 tonnes de terre

## La terre crue

## Références de construction en terre crue par les bailleurs sociaux et promoteurs



© PNRMBC

**Projet :** Maison du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin

**Localisation :** Saint-Côme du Mont

**Programme :** Bureaux, salles d'exposition

**Maitrise d'ouvrage :** Syndicat mixte du PNR MCB

**Maitrise d'œuvre :** Archiviolette

BE structure béton : BEMAR

BE thermique : THERMOLOGIC

BE fluides : LENESLEY

Economiste : ECIB

**Budget :** 1 078 000 Euros HT

**Surface :** 400 m<sup>2</sup> rénovée, 250 m<sup>2</sup> créée

**Réalisation :** 2016

**Description :**

Zone inondable, bauge d'une épaisseur de 30cm

## Le bois d'œuvre

## Références de construction en bois par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Ateliers 6.24

**Projet :** Logements intermédiaires et individuels

**Localisation :** Beuzeville-la-Grenier (76)

**Programme :** 18 logements intermédiaires et individuels

**Maitrise d'ouvrage :** Logéal Immobilière

**Maitrise d'œuvre :** Ateliers 6.24

BE structure bois : ABSCIA INGENIERIE

BE thermique : ABSCIA INGENIERIE

Economiste : ABSCIA INGENIERIE

**Budget :** 1 078 000 Euros HT

**Surface :** 1 424 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2016

**Description :**

Charpente bois, bardage bois Sapin d'Europe

Isolation: laine de verre (150mm)

## Le bois d'œuvre

## Références de construction en bois par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Gris Souris

**Projet :** Logements groupés Auzebosc

**Localisation :** Yvetot (76)

**Programme :** 45 logements individuels groupés

**Maitrise d'ouvrage :** Logéal Immobilière

**Maitrise d'œuvre :** Sarl Gris Souris, ABSCIA INGENIERIE

Charpentier : Entreprise Gilbert (27)

**Budget :** 5 120 000 Euros HT

**Surface :** 3 305 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2014

**Description :**

Les logements sont conçus suivant des principes bioclimatiques de manière à profiter des apports solaires d'hiver par des verrières et des «murs-accumulateurs». Des brise soleils permettent de gérer les surchauffes d'été. La structure est un mixte bois-maçonnerie afin de profiter de la qualité d'isolation thermique des murs en ossature bois et de l'inertie thermique offerte par la maçonnerie.

## Le bois d'œuvre

## Références de construction en bois par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Archiviolette

**Projet :** Calmette, habitat participatif

**Localisation :** Place du docteur Laennec, Caen (14)

**Programme :** 17 logements en habitat participatif

**Maitrise d'ouvrage :** CU Caen la Mer

**Maitrise d'œuvre :** Sarl JVArchi & associés, Archiviolette

BE structure bois : SAS IBATEC

BE thermique : A Lenesley

Economiste : SARL ECOLA

Paysagiste : Caroline Poder

**Budget :** 1 903 223 Euros HT

**Surface :** 1 250 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2019

**Description :**

Labels bâtiment : E + C -, Effinergie +

Fondations : béton / Structure : poteau poutre béton, dalle et refends béton / Façades : Ossature bois épaisseur 220 mm / Isolation laine de verre : 220 mm entre montant d'ossature + 60 mm en intérieur ; membrane d'étanchéité à l'air souple / Bardage extérieur : Doublas brut de sciage

## Le bois d'œuvre

## Références de construction en bois par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Paul Kozlowski

**Projet :** POP ACTE**Localisation :** Le Havre (76)**Programme :** 17 logements en habitat participatif**Maitrise d'ouvrage :** Logéo Seine**Maitrise d'œuvre :** Bettinger Desplanques

BE structure bois : QSB Lannion

BE thermique : Lecacheur Michel

Economiste : Ingénierie de l'estuaire

Paysagiste : Atelier Les2Cyclopes

Constructeur bois : Cuiller Frères

**Budget :** 1 940 700 Euros HT**Surface :** 890 m<sup>2</sup>**Réalisation :** 2021**Description :** Structure verticale : murs ossature bois + panneaux OSB - Structure horizontale planchers : dalles bois CLT - Structure horizontale mezzanines : solivage bois + dalles de plancher bois - Charpente traditionnelle : bois massif abouté - Aménagements intérieurs, escaliers, mezzanines et coursives en bois - Façades extérieures : lames verticales de bardage bois douglas sur double lattage épicéa - Façades intérieures : habillage mural en panneaux bois pin maritime - Menuiseries extérieures : bois mélèze - Menuiseries intérieures, portes et tablettes bois

## La paille

## Références de construction en paille par les bailleurs sociaux et promoteurs



**Projet :** Logements sociaux

**Localisation :** Flers (61)

**Programme :** 38 logements (22 PLAI+16 PLUS) et de 5 pavillons (PSLA)

**Maitrise d'ouvrage :** SAGIM

**Maitrise d'œuvre :** Atelier 970

BE structure bois & enveloppes biosourcées : Bois Paille Ingénierie

BE thermique : Boulard 14

Economiste : Fournigault

BET courant fort/faible: BADER

**Budget :** n.c

**Surface :** n.c

**Réalisation :** en cours

**Description :** certification PASSIVHAUSS et conception bioclimatique bois/paille

La paille

Références de construction en paille par les bailleurs sociaux et promoteurs



© ???

**Projet :** 12 Logements sociaux

**Localisation :** Flocques (76)

**Programme :** 12 logements sociaux 8 T3 + 4 T2

**Maitrise d'ouvrage :** Foncière Chênelet

**Maitrise d'œuvre :** Bureau Calaisien d'Architecture et de Création et CODESS

**Budget :** n.c

**Surface :** 849 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2019 - 2020

**Description :** certification PASSIVHAUSS et conception bioclimatique bois/paille

## La paille

## Références de construction en paille par les bailleurs sociaux et promoteurs



**Projet :** Les Z'écobâtitseurs

**Localisation :** ZAC du Long Cours, Louvigny (14)

**Programme :** 13 logements individuels groupés

**Maitrise d'ouvrage :** SCCC (Société Civile Coopérative de Construction) les Z'écobâtitseurs

**Maitrise d'œuvre :** Nicolas Knapp & François Versavel

**Budget :** 1,7 M Euros HT

**Surface :** 1 740 m<sup>2</sup> SHOB 1 510 m<sup>2</sup> SHON

**Réalisation :** 2012

**Description :** Regroupé (mitoyenneté) type maison de ville, avec un espace extérieur privatif pour chaque logement (50m<sup>2</sup> en moyenne) et des accès indépendants. Le terrain disponible restant (environ 3000 m<sup>2</sup>) sera aménagé en jardin partagé.

Performance thermique niveau BBC, bois non traités, isolation bottes de paille, enduits chaux et bardage bois

## Le chanvre

## Références de construction en chanvre par les bailleurs sociaux et promoteurs



© Koutev architecture

**Projet :** Batiment préfabriqué Triballat

**Localisation :** Noyal-sur-Vilaine (35)

**Programme :** Bureaux

**Maitrise d'ouvrage :** Société Triballat-Noyal

**Maitrise d'œuvre :** architecte mandataire: Koutev Architecture, CAN Ingénieurs Architecte

BE structure : Ouest structure (béton), 3C Eco Structure (bois/metal)

BE thermique/fluide : Bio B.E

Economiste : Koutev Architecture

**Budget :** 1 620 000 Euros HT (1732,62euros/m<sup>2</sup>)

**Surface :** 935,12 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2017

**Description :**

Performance visée : Labellisation BBCA et E+/C-.

Système constructif : Enveloppe en béton de chanvre. Ossature primaire béton armé.

VMC double-flux.

Finitions : Enduits chaux-sable / Enduits chaux chanvre

## Le chanvre

## Références de construction en chanvre par les bailleurs sociaux et promoteurs



**Projet :** Gymnase à Vitry sur Seine

**Localisation :** Vitry-sur-Seine

**Programme :** Gymnase

**Maitrise d'ouvrage :** DEMATHIEU BARD Bâtiment ILE-DE-FRANCE

**Maitrise d'œuvre :** architecte : Rudy Ricciotti

BE structure : Lamoureux & Ricciotti Ingénierie

BE technique : BERIM

BE d'études HQE : INCET

**Budget :** n.c

**Surface :** 935,12 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2020

**Description :**

- 750 m<sup>3</sup> de béton végétal > 225 tonnes de CO<sub>2</sub> capté par la chènevotte
- épaisseurs des murs 47 cm
- Façades du collège en béton thermique incorporant des brise-soleils aléatoires
- Façades du gymnase en béton de chanvre structurel projeté

## Le chanvre

## Références de construction en chanvre par les bailleurs sociaux et promoteurs



**Projet :** Trilport 45 logements sociaux

**Localisation :** éco-quartier de l'Ancre de Lune, Trilport (77)

**Programme :** 45 logements du T2 au T4

**Maitrise d'ouvrage :** Le foyer Rémois

**Maitrise d'œuvre :** Zetta Green

Entreprise générale: Thouraud (Groupe Fayat-Reims)

Projection du chanvre: AKTA

**Budget :** 7.5 M Euros HT

**Surface :** 2 860 m<sup>2</sup>

**Réalisation :** 2021

**Description :**

RT2012 -20% ; E+C- niveau E2C1 ; Bâtiment biosourcé niveau 2

2000 m<sup>2</sup> de surface projetée chaux chanvre

680 m<sup>3</sup> de chaux chanvre sur 38 cm en R0, à 46 cm en R3

Chanvre provenant de planète chanvre à moins de 20 km du chantier

- ARPE Normandie, *Le Guide des Éco-matériaux Normands*, décembre 2018  
<https://arpenormandie.org/ressources/le-guide-des-eco-materiaux-normands/>
- Nomadéis, *Les matériaux de construction biosourcés dans la commande publique*, avril 2020  
[https://www.nomadeis.com/dl/2020/06/NOMADEIS\\_Guide\\_Mat%C3%A9riaux\\_biosourc%C3%A9s\\_commande\\_publique\\_MTES.pdf](https://www.nomadeis.com/dl/2020/06/NOMADEIS_Guide_Mat%C3%A9riaux_biosourc%C3%A9s_commande_publique_MTES.pdf)

#### La pierre naturelle :

- Pierreactual, *65 logements sociaux et en accession, Plans-Les-Ouates (Suisse) - numéro 1015 - mai 2022*

#### La terre crue :

- Le guide de bonnes pratiques du [torchis](#)
- Le guide de bonnes pratiques de la [terre allégée](#)
- Le guide de bonnes pratiques des [enduits en terre](#)
- Le guide de bonnes pratiques de la [bauge](#)
- Le guide de bonnes pratiques du [pisé](#)
- Le guide de bonnes pratiques des [briques de terre crue](#)

Téléchargeables sur : <https://arpenormandie.org/ressources/le-guide-des-bonnes-pratiques-terre-crue/>

#### Le bois d'œuvre :

- *Etats des lieux des scieries normandes*, FNB, Décembre 2020  
[https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey\\_bois/Normandie](https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey_bois/Normandie)
- outil "Sankey flux biomasse" développé conjointement par l'INRA et l'INRIA:  
[https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey\\_bois/Normandie](https://www.flux-biomasse.fr/resultats/sankey_bois/Normandie)
- *Etude 2020 "La construction bois en Normandie"*  
[https://www.fibois-normandie.fr/wp-content/uploads/2022/04/NOR\\_activite2020-4.pdf](https://www.fibois-normandie.fr/wp-content/uploads/2022/04/NOR_activite2020-4.pdf)

#### La paille :

- RFCP (ouvrage collectif), *Livret Vert de la Construction Paille*, Février 2019  
<https://fr.calameo.com/read/005834200a9500b4750a9?page=1>
- RFCP (ouvrage collectif), *Règles Professionnelles de Construction en Paille*, 3e édition, avril 2018
- Ouvrage collectif, *Guide commande publique en construction paille*, juin 2021  
<https://cncp-feuillette.fr/up-straw/>
- Ouvrage collectif, *Guide de la réponse aux marchés publics en paille*, juin 2021  
<https://cncp-feuillette.fr/up-straw/>
- Luc Floissac, *La construction en paille*, Edition Terre Vivante, Octobre 2012

#### Le chanvre :

- *Construire en Chanvre, Manifeste pour la construction Durable*, 2022  
[www.construire-en-chanvre.fr/documents/pdf/documentation/Manifeste\\_construction\\_Interchanvre\\_2022.pdf](http://www.construire-en-chanvre.fr/documents/pdf/documentation/Manifeste_construction_Interchanvre_2022.pdf)
- *Chanvrier en circuits courts, Guide des bonnes pratiques du chanvre fermier dans l'habitat*, 2021  
[www.chanvriersencircuitscourts.org/wp-content/uploads/2022/03/GDBP\\_bd.pdf](http://www.chanvriersencircuitscourts.org/wp-content/uploads/2022/03/GDBP_bd.pdf)
- *Construire en chanvre, Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre*