



# Projet ProBois

Rapport d'étude de faisabilité et  
d'opportunité de mise en place d'un  
transport fluvial de produits de construction  
en bois entre la Normandie et l'IDF

Version 3 du 18/06/2020

Auteur : Jérôme Wernert, CIRCOÉ



## Sommaire

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Résumé exécutif .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Objectifs et périmètre du projet .....</b>                         | <b>4</b>  |
| 2.1      | Objectifs du projet ProBoisNormand .....                              | 4         |
| 2.2      | Périmètre de l'étude logistique .....                                 | 4         |
| 2.3      | Objectifs et méthode de l'étude logistique .....                      | 5         |
| <b>3</b> | <b>Phase d'état des lieux .....</b>                                   | <b>6</b>  |
| 3.1      | Objectifs .....   | 6         |
| 3.2      | Processus de production et de transport .....                         | 6         |
| 3.3      | Données sur l'activité construction bois sur le périmètre projet..... | 16        |
| 3.4      | Perspectives.....   | 23        |
| <b>4</b> | <b>Phase de définition de la solution fluviale.....</b>               | <b>24</b> |
| 4.1      | Objectifs .....   | 24        |
| 4.2      | Méthode.....  | 24        |
| 4.3      | Test de transport fluvial .....                                       | 24        |
| 4.4      | Construction d'un modèle de simulation de transport fluvial.....      | 28        |
| 4.5      | Recommandations .....   | 37        |
| <b>5</b> | <b>Annexes.....</b>   | <b>40</b> |
| 5.1      | Comptes-rendus des entretiens.....                                    | 40        |

## 1 Résumé exécutif

### Est-il techniquement possible et économiquement opportun de reporter tout ou partie des flux sur le transport fluvial ?

- Le transport fluvial de produits de construction bois **ne pose pas de problèmes techniques majeurs**, même s'il nécessite **un apprentissage** du côté des constructeurs (gestion du stockage, adaptation aux impératifs de planning du transport fluvial, délégation du transport) comme du côté des transporteurs (manutention, transport de produits bois, accès aux chantiers...), d'autant plus que les transporteurs pour autrui en région IDF sont particulièrement peu expérimentés en transport de produits de construction bois.
- D'un point de vue économique et environnemental, **le transport en « chaises » ne démontre pas sa pertinence**, en raison des coûts de manutention élevés et de la limitation du nombre de chaises qu'il est possible de mettre sur un bateau.
- **Le transport en conteneur flat-rack semble – d'après la simulation – être la solution multimodale la plus pertinente** sur les plans économique et environnemental, même si elle doit être étayée par un test en conditions réelles, qui permettra aussi d'apprécier les difficultés inhérentes au conteneur flat-rack (limitation du chargement en hauteur, déchargement pièce par pièce, gestion de la logistique retour).

### Quel schéma logistique doit être privilégié et quelles sont les conditions de mise en œuvre ?

- D'autres solutions logistiques doivent permettre de résoudre les points bloquants que sont **le coût de la manutention** et **l'optimisation du remplissage** des bateaux :
  - Utilisation de **bateaux auto-déchargeants, de bateaux de transport de véhicules** (rouliers),
  - Transport prioritaire de **produits « denses »** comme des panneaux, poutres, plutôt que d'éléments de charpente très peu denses,
  - Développement **d'unités de transport spécifiques du type « chaises empilables »** permettant de résoudre le problème de la densité du chargement.
- La mise en œuvre de ces solutions nécessite **de nouveaux tests** et le soutien des acteurs du fluvial sur la Seine, **le développement d'innovations techniques** et enfin **l'engagement des maîtres d'ouvrage** en faveur du fluvial, qui seul pourra donner l'impulsion économique sur la durée.
- A l'avenir, les effets conjugués du **développement des parts de marché de la construction bois**, conjugués avec une **relocalisation de la production par l'emploi d'essences locales**, font anticiper une augmentation des flux entre la Normandie et l'IDF qui renforceront la pertinence du transport fluvial.

## 2 Objectifs et périmètre du projet

### 2.1 Objectifs du projet ProBoisNormand

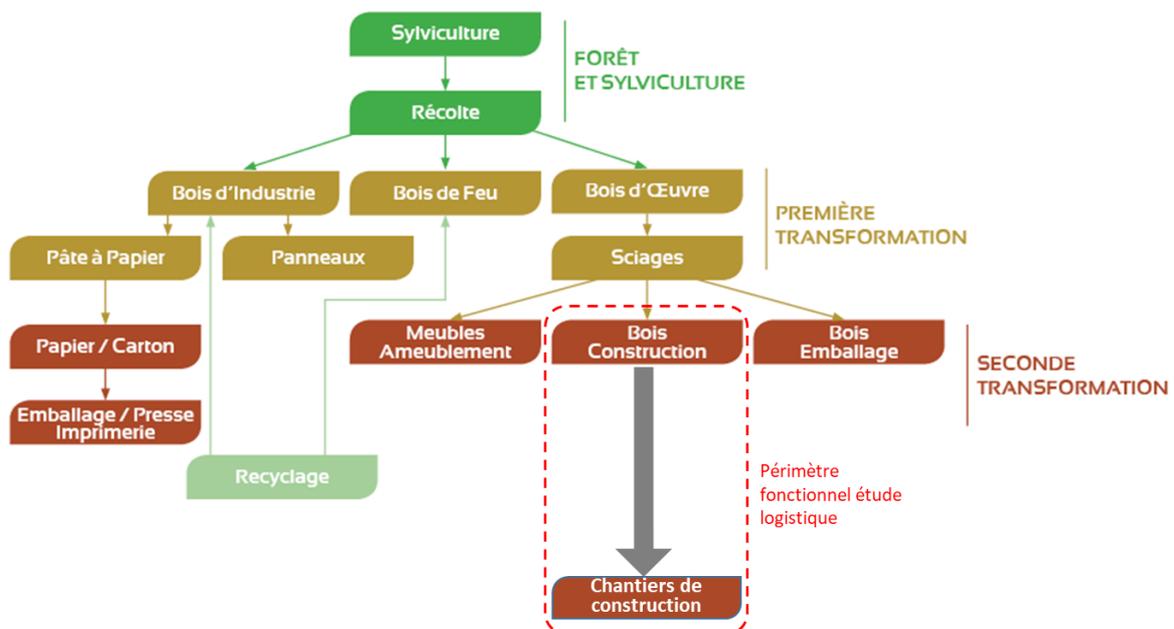
Le projet ADEME CPIER Vallée de Seine ProBois poursuit deux objectifs :

1. Un objectif **d'innovation produit**, avec le développement de **solutions constructives en bois de hêtre**, essence feuillue répandue en Normandie, qui permettraient de développer l'utilisation de cette ressource locale,
2. Un objectif **d'innovation logistique**, avec le développement de **solutions fluviales de transport en vallée de Seine**, pour mieux exploiter le potentiel de la Seine, notamment pour pénétrer le marché francilien, et réduire les nuisances liées au transport en camion.

### 2.2 Périmètre de l'étude logistique

La partie « étude logistique » du projet s'intéresse à l'aval de la filière bois, en sortie de seconde transformation, entre les usines de construction (menuiseries, charpentes...) et les chantiers de construction.

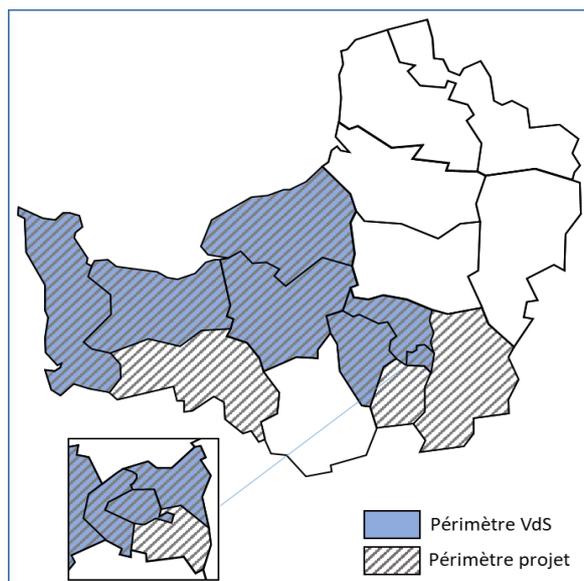
Figure 1: Périmètre fonctionnel de l'étude logistique par rapport à la filière bois<sup>1</sup>



Le périmètre géographique englobe toute la Normandie et l'Île-de-France, au-delà du strict périmètre tel que défini par le CPIER Vallée de Seine 2015-2020, les interprofessions Professions Bois et Francilbois couvrant respectivement tout le territoire normand et francilien.

<sup>1</sup> <https://www.foretpriveelimousine.fr/la-foret-limousine/>

Figure 2 : Périmètre géographique de l'étude logistique



### 2.3 Objectifs et méthode de l'étude logistique

#### 2.3.1 Objectifs

Définir la faisabilité technique et économique d'un approvisionnement fluvial du marché de la construction bois (en particulier des charpentes) en Île-de-France depuis les usines de production situées en Normandie, en tenant compte :

- De l'implantation actuelle des usines de fabrication,
- De la localisation des zones de construction et de leur évolution possible,
- De l'évolution prévisionnelle du marché en Île-de-France dans les 10 ans à venir,
- Des performances économiques et environnementales du transport routier et du transport fluvial.

#### 2.3.2 Méthode

L'étude logistique comporte **deux étapes** :

1. Un état des lieux de la production, de la consommation et du transport des produits de construction en bois sur le périmètre vallée de Seine,
2. L'étude d'une solution de massification fluviale pour le transport des produits de construction en bois.

### 3 Phase d'état des lieux

#### 3.1 Objectifs

La phase « état des lieux » de l'étude logistique a pour objectifs de :

- Localiser les **sites de production** et les **zones de consommation** de produits de construction en bois sur le périmètre vallée de Seine
- Identifier les **principaux flux** entre la Normandie et l'Île-de-France,
- Comprendre le **processus de production et de transport** des éléments de construction en bois depuis l'usine jusqu'au lieu de construction et **définir les conditions actuelles de transport** : types de véhicules, contraintes de transport, spécificité des produits transportés (poids, densité, encombrement, convois exceptionnels etc.).

L'état des lieux doit permettre de créer un « **modèle de base** », c'est-à-dire une représentation de l'existant permettant ensuite de travailler sur un **schéma de transport optimisé**, en l'occurrence un schéma de transport fluvial.

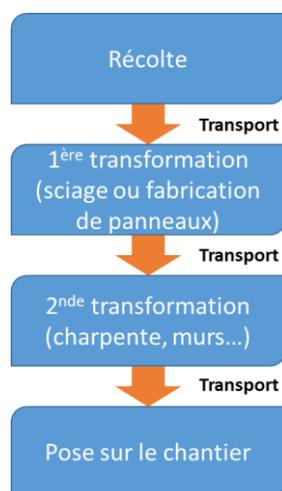
#### 3.2 Processus de production et de transport

##### 3.2.1 La supply-chain de la construction bois

Le segment de transport qui nous intéresse est celui du lieu de transformation vers le chantier de construction (voir figure 1).

Il faut considérer que ce transport final de l'usine vers le chantier **ne représente qu'un segment de la « supply chain »** de la filière construction en bois. En effet, le bois passe par plusieurs étapes de transformation et de transport :

Figure 3 : supply-chain simplifiée de la construction bois



Or le bois qui sert à fabriquer les éléments de **construction est massivement importé**, à hauteur de **50%** selon l'Observatoire National de la Construction Bois<sup>2</sup>. Même si 90% du bois de construction provient de forêt françaises ou européennes<sup>3</sup>, il s'agit de **filières**

<sup>2</sup> <https://www.batiweb.com/actualites/vie-des-societes/construction-bois-regain-d-activite-en-2018-enquete-2019-06-27-34885#null>

<sup>3</sup> <https://agriculture.gouv.fr/filiere-bois-qualites-du-bois-et-construction>

**d’approvisionnement « longues »** où la majorité des transports se font en camion, parfois en bateau pour certaines provenances (Suède, Finlande).

Ces importations **sont visibles dans le déficit commercial de la filière bois**, en particulier pour les sciages de conifères (qui représentent l’essentiel de la construction en bois) et pour les « produits du travail mécanique », comme les contreplaqués, les lamellés-croisés et les ouvrages de menuiserie (portes, fenêtres...).

Tableau 1 : Solde commercial de la filière bois<sup>4</sup>

Million d'euros

|   | Exportations |              |             | Importations  |               |             | Solde commercial |               |              |
|---|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|-------------|------------------|---------------|--------------|
|   | 2017-2018*   | 2018-2019*   | Evol. %     | 2017-2018*    | 2018-2019*    | Evol. %     | 2017-2018*       | 2018-2019*    | Evol. %      |
| <b>Ensemble des produits</b>  | <b>9 741</b> | <b>9 897</b> | <b>+1.6</b> | <b>16 462</b> | <b>16 878</b> | <b>+2.5</b> | <b>-6 721</b>    | <b>-6 981</b> | <b>-3.9</b>  |
| <b>Produits des industries du bois, des pâtes, des papiers et des cartons</b> | <b>8 739</b> | <b>8 857</b> | <b>+1.4</b> | <b>14 924</b> | <b>15 252</b> | <b>+2.2</b> | <b>-6 185</b>    | <b>-6 395</b> | <b>-3.4</b>  |
| Meubles et sièges en bois   | 857          | 854          | -0.4        | 3 418         | 3 511         | +2.7        | -2 561           | -2 658        | -3.8         |
| Pâtes, papiers et cartons <sup>(1)</sup>                                      | 6 143        | 6 272        | +2.1        | 8 735         | 8 890         | +1.8        | -2 592           | -2 618        | -1.0         |
| <b>Panneaux, contreplaqués et placages</b>                                    | 902          | 885          | -1.9        | 1 127         | 1 132         | +0.4        | -225             | <b>-247</b>   | -9.6         |
| Autres produits du travail mécanique <sup>(2)</sup>                           | 837          | 847          | +1.2        | 1 643         | 1 719         | +4.6        | -806             | <b>-872</b>   | -8.2         |
| <b>Produits d’exploitation forestière, de carbonisation et de scierie</b>     | <b>830</b>   | <b>853</b>   | <b>+2.9</b> | <b>1 185</b>  | <b>1 281</b>  | <b>+8.1</b> | <b>-356</b>      | <b>-428</b>   | <b>-20.3</b> |
| Bois d’œuvre et de trituration conifères                                      | 86           | 84           | -1.6        | 72            | 76            | +5.5        | 14               | 9             | -37.6        |
| Bois d’œuvre et de trituration feuillus                                       | 209          | 231          | +10.3       | 41            | 41            | +1.8        | 169              | 189           | +12.3        |
| <b>Sciages conifères</b>  | 137          | 150          | +9.6        | 651           | 663           | +1.8        | -515             | <b>-513</b>   | +0.3         |
| Sciages feuillus (tempérés et tropicaux)                                      | 210          | 204          | -2.9        | 176           | 194           | +10.3       | 34               | 10            | -71.0        |
| Traverses en bois   | 38           | 36           | -5.2        | 14            | 17            | +25.3       | 24               | 19            | -22.6        |
| Autres produits <sup>(3)</sup>  | 150          | 149          | -0.9        | 232           | 290           | +25.1       | -82              | -142          | -72.6        |
| <b>Autres produits</b>  | <b>173</b>   | <b>186</b>   | <b>+8.0</b> | <b>353</b>    | <b>344</b>    | <b>-2.3</b> | <b>-180</b>      | <b>-158</b>   | <b>+12.1</b> |
| Liège et ouvrages en liège  | 86           | 92           | +6.1        | 272           | 281           | +3.0        | -186             | -189          | -1.6         |
| Térébenthine, colophane et dérivés  | 72           | 77           | +6.9        | 70            | 53            | -23.8       | 2                | 24            | ///          |
| Extraits tannants végétaux  | 15           | 18           | +24.8       | 10            | 11            | +3.3        | 4.1              | 7             | +79.4        |

\* données cumulées sur douze mois du 1<sup>er</sup> juillet au 30 juin.

<sup>(1)</sup> y compris papiers et cartons à recycler.

<sup>(2)</sup> bois profilés, ouvrages de tonnellerie, de menuiserie, de transport, d’emballage et autres ouvrages.

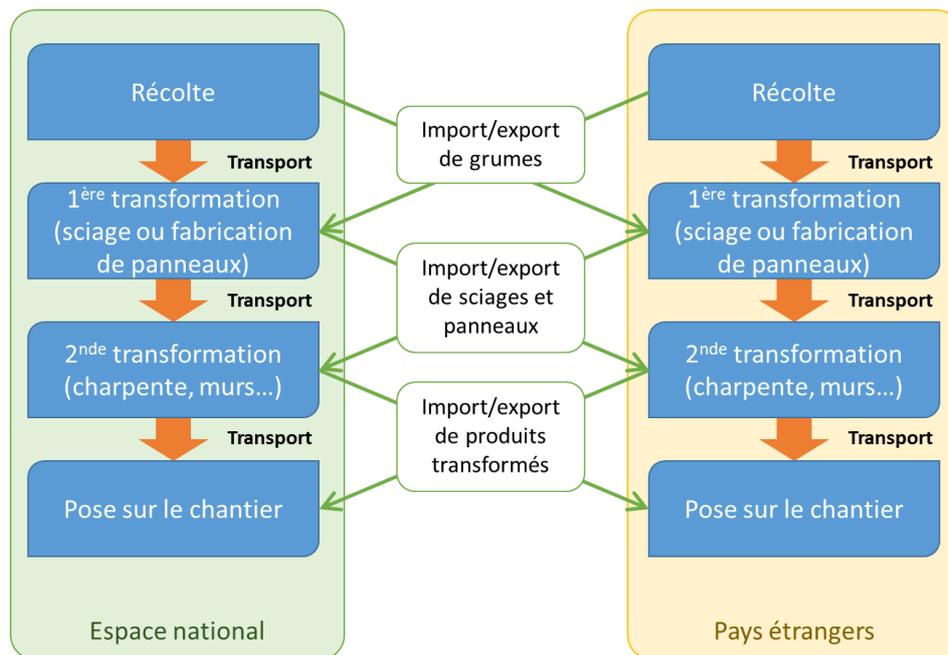
<sup>(3)</sup> bois de feu, plaquettes, particules, sciures, déchets et débris, charbon de bois, autres bois d’industrie, bois traités.

Source : Douanes/SSP

Par ailleurs, dans l’organisation d’un chantier, des produits de construction spécifiques **peuvent être importés directement de l’étranger**, par exemple les produits en CLT (bois lamellé-croisé) qui sont principalement produits hors de France. Il existe donc des échanges de longue distance à toutes les étapes de la supply-chain.

<sup>4</sup> Agreste Infos rapides – Bois et dérivés – Août 2019 - n° 2018 - 121

Figure 4 : Supply-chain de la construction bois et échanges internationaux



Par exemple, pour un chantier réalisé par la société Cuiller Frères dans Paris 12<sup>ème</sup> arrondissement en 2019, la **majorité des éléments de construction provenaient directement d'Autriche** (26 camions d'Autriche, contre 21 camions en provenance de l'usine Cuiller Frères) : il s'agissait de panneaux CLT (Cross Laminated Timber / Bois Lamellé Croisé).

### 3.2.2 Les caractéristiques des moyens de transport

Les éléments de cette étude s'appuient sur les entretiens avec **trois entreprises** : Cuiller Frères, CPL Bois et Treuil Menuiserie Bâtiment (TMB) (comptes rendus en annexes).

Nous distinguerons ici l'activité **construction bois** de l'activité **menuiserie et agencement**, qui n'ont pas les mêmes contraintes et n'utilisent pas les mêmes moyens de transport

#### 3.2.2.1 Activité charpente et construction bois

##### 3.2.2.1.1 Moyens utilisés

Les moyens de transport les plus couramment employés sont :

- Des **ensembles articulés** composés d'une remorque surbaissée et d'un tracteur routier (équipé ou non d'une grue)
- Des **porteurs** (équipés ou non de grue) : camion-plateau non articulé de dimension plus petite.

Les plateaux sont équipés de « **ranchers** », c'est-à-dire de poteaux métalliques sur les côtés qui permettent de caler le chargement (voir photos ci-dessous).

Certains constructeurs utilisent aussi des « **racks** » ou « **chaises de transport** », qui sont des caissons métalliques amovibles qui permettent de transporter plusieurs éléments en une seule fois : ces unités de transport servent plutôt à transporter des éléments plats comme des murs, des panneaux.

Les grues qui équipent les camions servent à charger et décharger les éléments (y compris les chaises de transport) mais servent aussi à **gruter les éléments sur les sites de construction**, par exemple pour poser les charpentes.

## Restitution étude logistique projet Probois

Les plateaux peuvent aussi être chargés avec un charriot élévateur, un manitou...

Les illustrations ci-dessous proviennent d'une visite effectuée dans l'usine Cuiller Frères. Ces camions sont standardisés et identiques à ceux utilisés par tous les constructeurs bois.

Figure 5 : dimensions d'une remorque surbaissée pour le transport de produits de construction bois

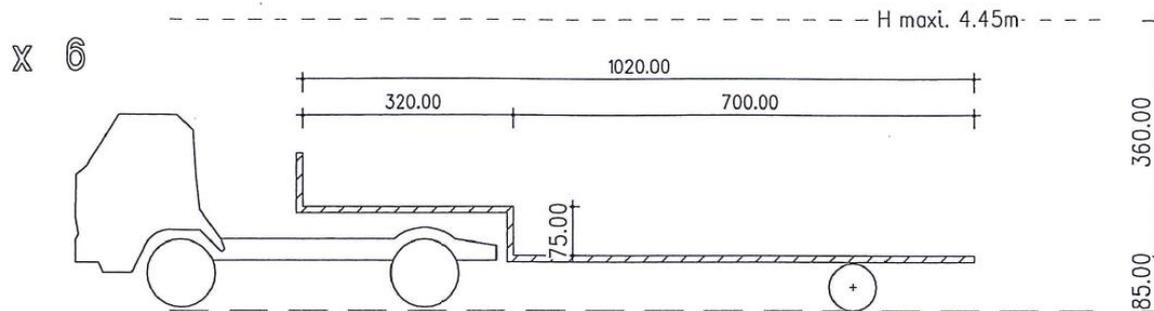


Figure 6 : ensemble articulé composé d'un tracteur (équipé d'une grue) et d'une remorque surbaissée (équipée de ranchers)



## Restitution étude logistique projet Probois

Figure 7 : chargement de fermettes (éléments de charpente) sur une remorque surbaissée à l'aide d'un charriot élévateur



Figure 8 : dimensions d'un camion-plateau

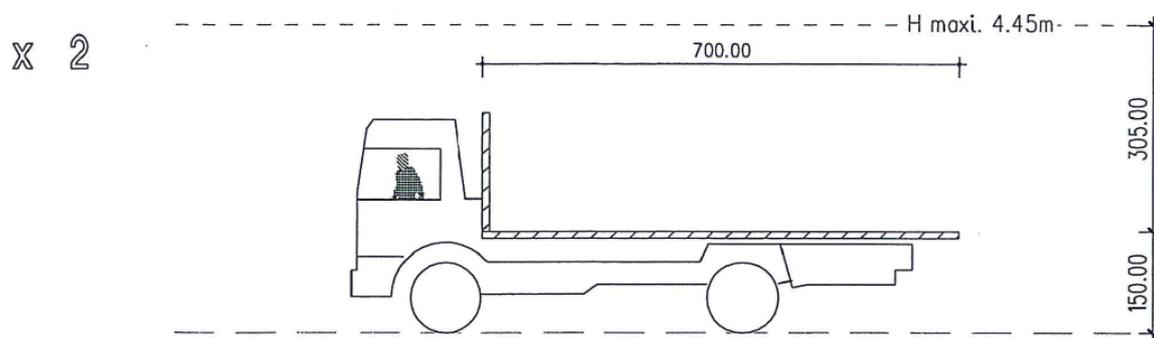
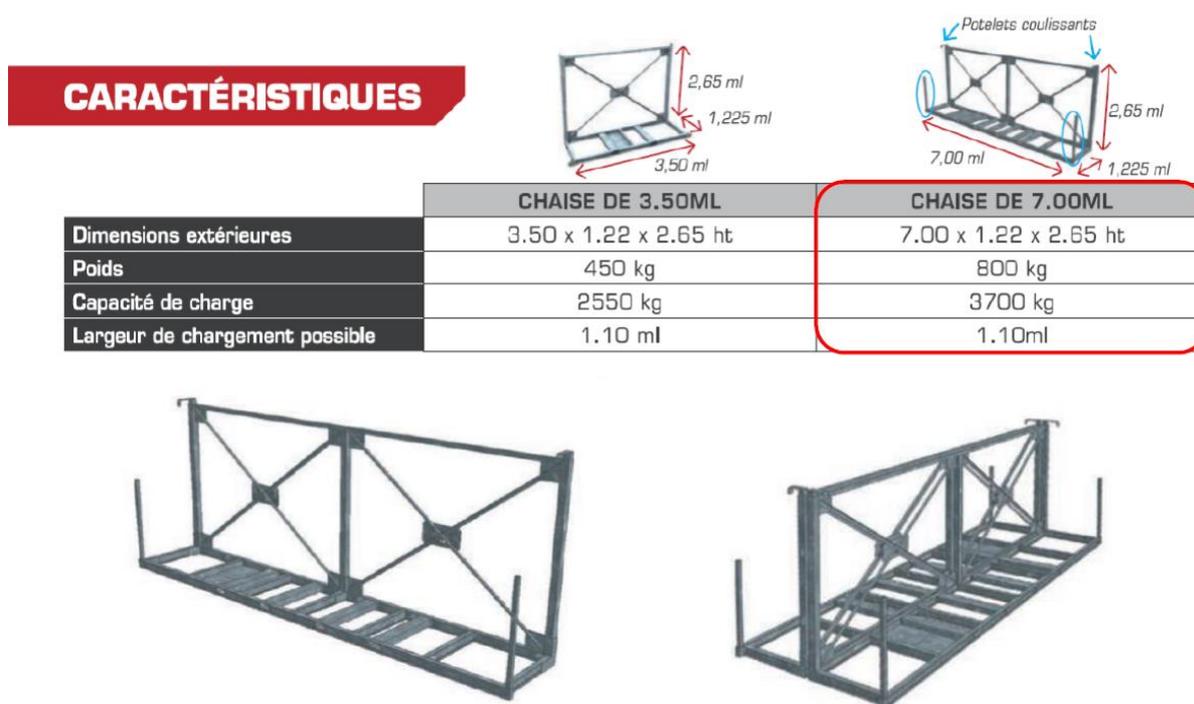


Figure 9 : camion-plateau (équipé d'une grue et de ranchers) chargé de panneaux de bois



Figure 10 : rack ou chaise de transport<sup>5</sup>



### 3.2.2.1.2 Contraintes et spécificités

Le transport de produits de construction en bois nécessite **des moyens spécifiques**, qui ne sont pas polyvalents avec d'autres matériaux ou d'autres types de transport.

Cela signifie notamment **qu'il est difficile, voire impossible de trouver du fret retour** et donc que les trajets retour se font à vide.

Le principal problème du transport de produits de construction bois est **la dimension des pièces transportées**, qui peut poser des problèmes de **hauteur** et/ou faire requalifier le transport en « **convoi exceptionnel** »<sup>6</sup> et donc nécessiter des démarches administratives supplémentaires.

Cette contrainte est normalement **intégrée lors de la conception des pièces** (on conçoit des pièces qui pourront être transportées en camion) mais cela nécessite une attention particulière lors de la planification des itinéraires et un savoir-faire de conduite et de manutention, qui font que certaines entreprises (comme Cuiller) préfèrent **ne pas sous-traiter** le transport pour garder ce savoir-faire en interne.

D'autres entreprises (comme CPL bois) font le choix de **sous-traiter partiellement** pour s'épargner certaines contraintes liées au transport (planification des itinéraires, demandes d'autorisation préfectorales etc.).

De fait, **il existe peu d'entreprises de transport pour compte d'autrui ayant une compétence dans le transport de produits de construction en bois** et il en existe d'autant moins dans les

<sup>5</sup> Source : <https://fastmetal.fr/metier/chaise-de-transport/>

<sup>6</sup> <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23661>

## Restitution étude logistique projet Probois

régions où les entreprises de construction bois sont peu nombreuses (en **Île-de-France** en l'occurrence).

### 3.2.2.2 *Activité menuiserie et agencement*

On distingue les activités mobilier/agencement des activités d'huissierie.

Pour l'activité mobilier/agencement, compte-tenu des petits volumes et de la fragilité des pièces, le transport des produits se fait en véhicules utilitaires.

Il n'y a pas de stockage de produits : les artisans transportent et posent leurs produits dans la même journée.

Pour les activités d'huissierie, il s'agit le plus souvent de produits de fabrication industrielle achetés à l'extérieur et livrés directement sur le chantier, sans transformation sur place.

Ces activités sont donc peu propices à une massification du transport.

### 3.2.3 Les caractéristiques des produits transportés

Les produits de construction bois se caractérisent :

- Par des **dimensions importantes** en hauteur et en longueur,
- Par une **faible densité**, due à la faible densité du bois et à la nature des structures.

#### 3.2.3.1 *Exemple de produits de construction courants*

**Fermettes** : elles se composent de treillis (triangles) de bois de faible section, assemblés grâce à des plaques métalliques munies de pointes, appelées « connecteurs » ; l'essence la plus utilisée pour la fabrication est le pin épicéa.

Les dimensions peuvent être importantes : jusqu'à 10x3 mètres chez Cuiller Frères.

Figure 11 : fermettes (photo prise dans l'entreprise Cuiller)



**Murs à ossature bois (MOB)** : il s'agit d'une ossature bois sous forme de cadre sur laquelle sont fixés des contreventements qui viennent rigidifier la structure ; la structure est la même pour les planchers. Les dimensions possibles sont limitées par les capacités de transport (dimensions des remorques et tirant d'air), mais couramment jusqu'à 4x10 mètres.

Figure 12 : mur à ossature bois chargé sur une remorque et structure porteuse de plancher (Cuiller)



**Panneaux et dalles de bois** : ce sont des pièces « pleines », réalisés selon différentes techniques :

- **Panneaux CLT** (bois lamellé-croisé) : ce sont des panneaux constitués de plusieurs lames (couramment trois) de bois massif croisées perpendiculairement, qui servent à des usages structurels ; murs (à la place du MOB), planchers, toiture. L'épaisseur peut être importante (80-120 mm)
- **Panneaux OSB** (Oriented Strand Board) : des panneaux composés de copeaux de bois orientés dans des directions spécifiques, et collés ensemble par une résine, le liant. Ils sont utilisés dans la construction en bois comme panneau de contreventement, en toiture et plancher. L'épaisseur est couramment de 6 à 25 mm.

Figure 13 : dalles de plancher de 06x2m mètres et 25 mm d'épaisseur (Cuiller)



**Poteaux et planches de bois** : également des pièces « pleines » réalisées selon différentes techniques :

## Restitution étude logistique projet Probois

- **Poutres lamellées-collées (BLC)** : fabriquées par collage de plusieurs lamelles en bois dont le fil est essentiellement parallèle. Elles sont destinées à un usage structurel (charpente apparente, solivage, ...), pour les projets de grande portée en intérieur comme en extérieur.
- **Poutres et planches de bois abouté**, ou bois massif abouté (BMA) : il s'agit d'un bois d'ingénierie fabriqué à partir de courtes pièces de bois dont les extrémités sont aboutées et collées les unes aux autres à l'aide d'un adhésif hydrofuge, afin de former une pièce de bois unique et plus longue. Le bois abouté est assimilable au lamellé collé, mais avec des sections inférieures.

Figure 14 : poutres lamellées-collées et planches de bois abouté (Cuiller)



**Modules constructifs 3D** : il s'agit de modules préassemblés comprenant les murs, le plancher, le toit et parfois tout le second œuvre (électricité, plomberie, revêtements intérieurs...) qui sont livrés directement sur un chantier, où il ne reste plus qu'à les raccorder.

L'entreprise CPL bois a testé ce mode constructif sur un chantier à Rosny-sous-Bois (93), où les modules ont été livrés sous formes de « boîtes » de 14x4,5 mètres au sol et 3,2 mètres de haut, qui ont nécessité un transport exceptionnel.

Figure 15 : transport de module 3D (photo CPL bois)



### 3.2.3.2 Problématiques rencontrées

Ces pièces représentent une **problématique de transport** spécifique, d'une part en raison de leurs **dimensions**, qui peuvent poser un problème de tirant d'air (passage de ponts, tunnels, fils électriques...) ou de longueur (nécessité de passer en « convoi exceptionnel »), d'autre part en raison de leur **densité**.

En effet, la densité des bois secs utilisés pour la construction va de 0,45 (épicéa) à 0,70 (chêne), soit **450 à 700 kg/m<sup>3</sup>**<sup>7</sup>, avec une densité moyenne entre **0,45 et 0,55 pour les résineux**, qui sont le plus couramment employés en construction.

C'est une densité bien moindre que celle des autres matériaux de construction :

- 0,9 pour la brique creuse à 1,8 pour la brique pleine,
- 1,6 à 1,4 pour les granulats.

A cela s'ajoute le fait que les produits sont souvent **pré-assemblés** (c'est le cas des fermettes et murs à ossature bois par exemple) et à la faible densité s'ajoute **le vide transporté dans la structure**.

Par exemple pour une fermette en épicéa, si l'on considère qu'au minimum 2/3 de la structure est constitué de vide (s'il l'on inscrit la structure dans un parallélepède imaginaire), la densité réelle du produit transporté sera de  $450/3 = 150 \text{ kg/m}^3$ .

7

[https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/MASTERFAGESPECIALITE/document/UE938\\_2Physique2014.pdf?cidReq=MASTERFAGESPECIALITE](https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/MASTERFAGESPECIALITE/document/UE938_2Physique2014.pdf?cidReq=MASTERFAGESPECIALITE)

### 3.3 Données sur l'activité construction bois sur le périmètre projet

#### 3.3.1 Sites de production

On compte en Normandie **187 entreprises** de construction en bois, d'après le listing établi par Professions Bois pour l'enquête nationale bois construction 2018. Après retraitement par la Cellule Economique de Bretagne, ce nombre est ramené à **153 entreprises** (nous n'avons pas eu accès à ce listing final).

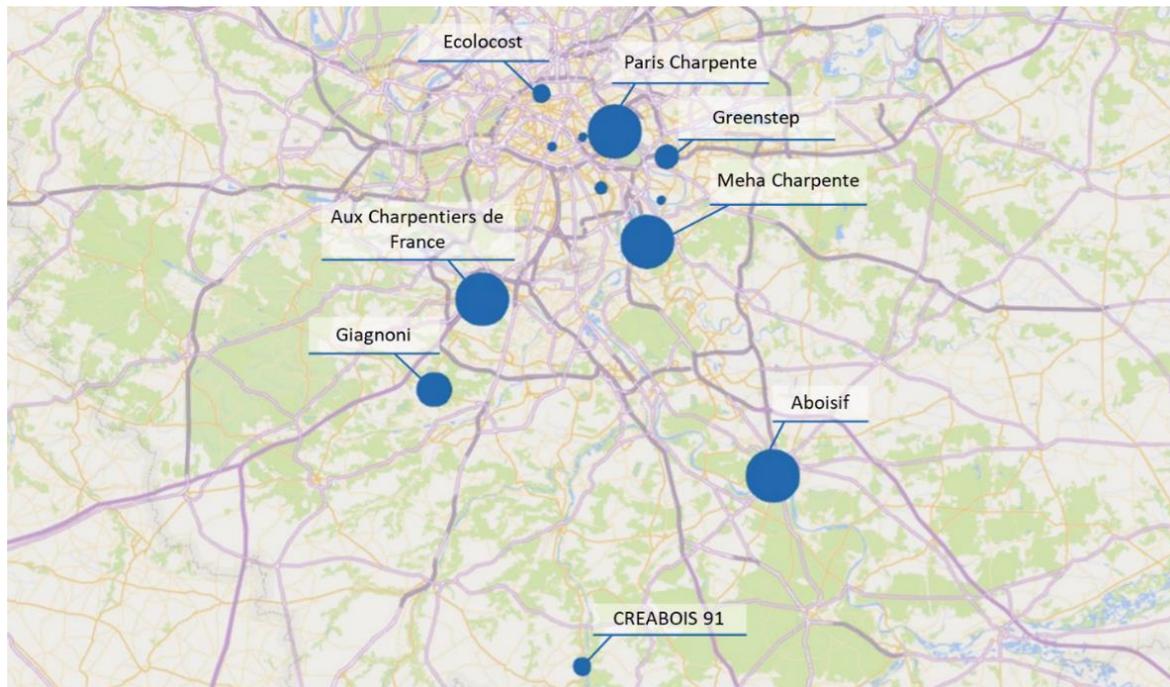
La carte ci-dessous représente les **165 entreprises** normandes comptant au moins 1 salarié.

Figure 16 : Entreprises normandes de construction bois (listing Professions Bois 2018)



En Île-de-France, le listing fourni par Francilbois compte **13 entreprises** de deuxième transformation ayant leur siège social en Île-de-France. L'enquête nationale bois construction 2018 dénombre **101 entreprises** en Île-de-France.

Figure 17 : Entreprises franciliennes de construction bois (listing Francilbois)

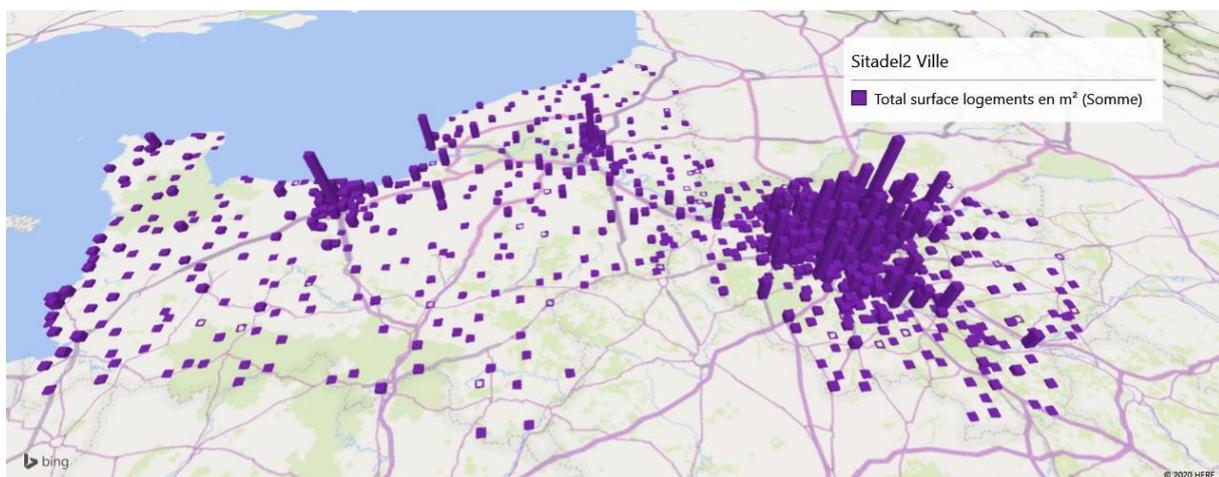


### 3.3.2 Zones de consommation

Les bases de données existantes ne permettent pas de distinguer les constructions en bois des autres types de constructions.

En partant de l'hypothèse que les constructions en bois sont majoritairement réalisées là où ont lieu d'autres constructions (et c'est particulièrement vrai pour les travaux de charpentes), nous pouvons faire apparaître les zones où se concentrent les activités de construction, en nous basant sur la base des permis de construire (Sit@del2), dont les données fiabilisées les plus récentes datent de l'année 2017<sup>8</sup>.

Figure 18 : superficie de logements construite de 2008 à 2017 par ville



<sup>8</sup> Source : <http://developpement-durable.bsocom.fr/Statistiques/ReportFolders/reportFolders.aspx>

## Restitution étude logistique projet Probois

On constate que le gros de l'activité de construction de logements (individuels et collectifs) s'est concentré en Île-de-France ; une vision par département permet de mieux apprécier les différences.

Figure 19 : superficie de logements construite de 2008 à 2017 par département (en milliers de m<sup>2</sup>)

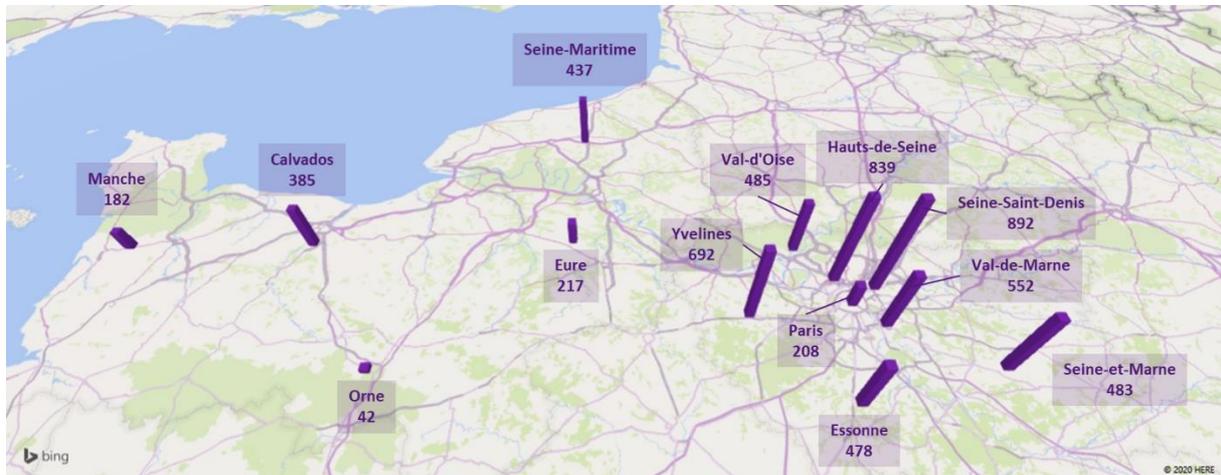
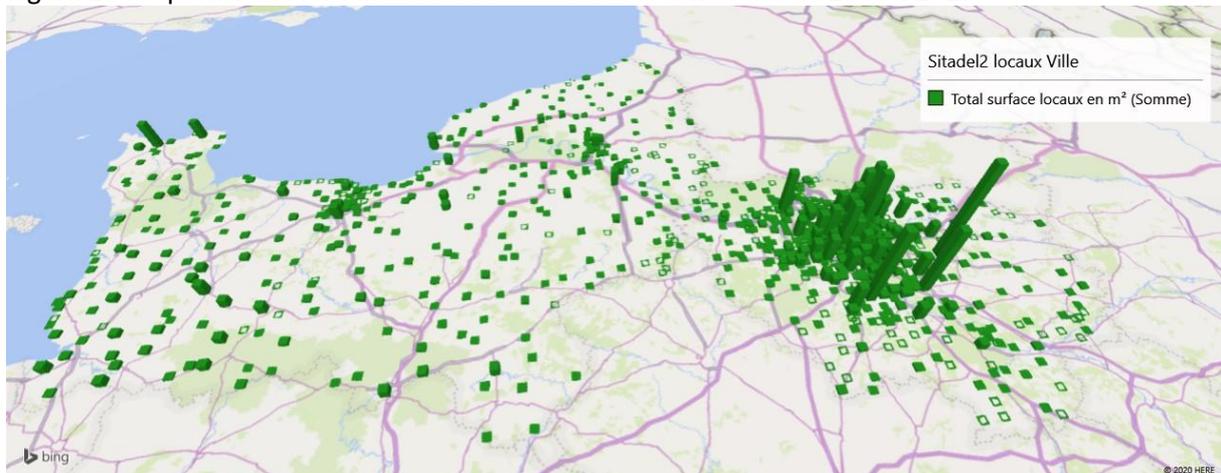


Figure 20 : superficie de locaux industriels et tertiaires construite de 2008 à 2017



La différence est moins marquée concernant la construction de locaux industriels et tertiaires (hébergement hôtelier, locaux de commerce, locaux de bureaux, locaux industriels, hangars agricoles, entrepôts, locaux de service public...).

## Restitution étude logistique projet Probois

Figure 21 : superficie de locaux industriels et tertiaires construite de 2008 à 2017 (en milliers de m<sup>2</sup>)



Néanmoins si l'on se focalise sur les segments de construction où la construction bois est plus présente, par exemple la construction de **hangars et de bâtiments agricoles** ou la construction de **logements individuels**, la répartition géographique est moins prononcée en faveur de l'Île-de-France.

Figure 22 : superficie de locaux agricoles construite de 2008 à 2017 par ville



Figure 23 : superficie de logements individuels (purs et groupés) construite de 2008 à 2017 par ville

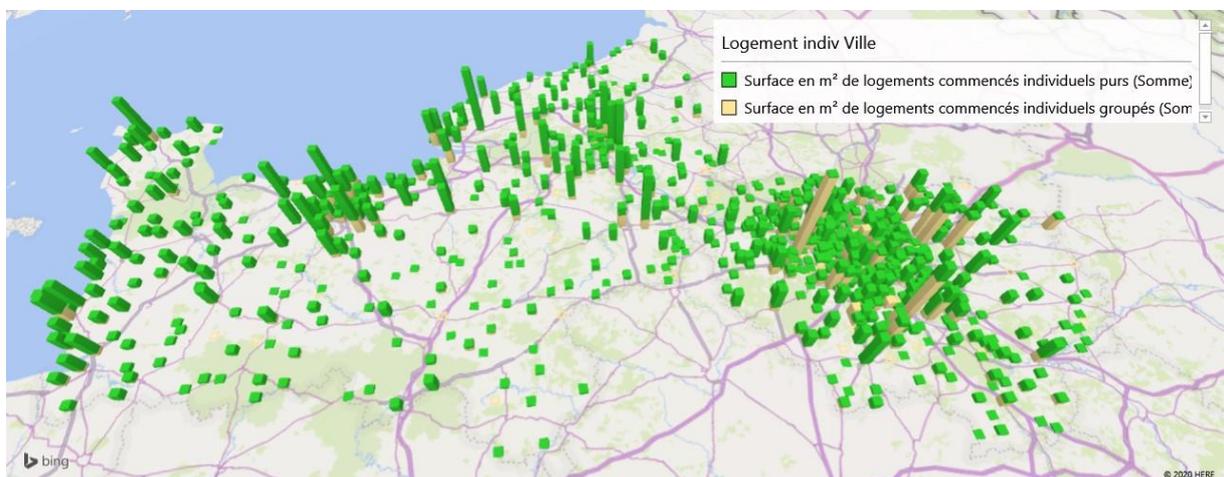
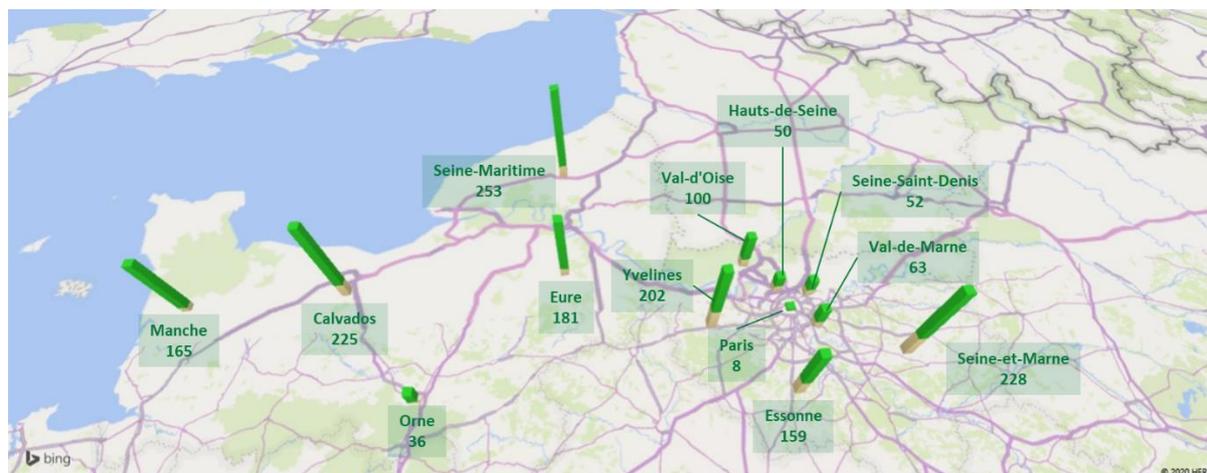


Figure 24 : superficie de logements individuels (purs et groupés) construite de 2008 à 2017 par département (en milliers de m<sup>2</sup>)



### 3.3.3 L'activité construction bois en France, en Normandie et en Île-de-France

La Cellule Economique de Bretagne réalise tous les deux ans pour le compte de France Bois Forêt et du Codifab une « **enquête nationale de la construction bois** », dont sont issues toutes les données ci-dessous (enquête 2019 sur les données 2018<sup>9</sup>).

#### 3.3.3.1 Données sur le marché

Tableau 2 : parts de marché du bois dans les marchés de la construction (France 2018)

|                 |  | Part de marché | Nombre de réalisations en bois |
|-----------------|--|----------------|--------------------------------|
| Résidentiel     | Maison individuelle secteur diffus     | 9,20%          | 10 860                         |
|                 | Maison individuelle secteur groupé     | 10,30%         | 4 100                          |
|                 | Total Maison individuelle              | 9,40%          | 14 955                         |
|                 | Logement collectif                     | 4,30%          | 10 700                         |
|                 | <b>Total Logement</b>                  | <b>6,30%</b>   | <b>25 655</b>                  |
|                 | <b>Extension-surélévation</b>          | <b>27,50%</b>  | <b>10 840</b>                  |
| Non-résidentiel | Bâtiments tertiaires privés et publics | 10,50%         | 1 145 000                      |
|                 | Bâtiments agricoles                    | 25,20%         | 1 561 500                      |
|                 | Bâtiments industriels et artisanaux    | 18,80%         | 717 000                        |
|                 | <b>Total non-résidentiel</b>           | <b>16,30%</b>  | <b>3 423 500</b>               |

Les marchés privilégiés de la construction bois sont en 2018 la **maison individuelle** (9,4%), les **extensions-surélévations** (27,5%) et, pour le non-résidentiel, les **bâtiments agricoles** (25,2%).

Néanmoins le bois reste un troisième acteur, loin derrière le béton<sup>10</sup> (96,6% de parts de marché dans les maisons individuelles groupées, 98,5% pour le logement collectif) et la brique (37,4% dans le marché du logement).

<sup>9</sup> Source : <https://franceboisforet.fr/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-VF-Enque%CC%82te-Construction-Bois-2018.pdf>

<sup>10</sup> <https://www.batiactu.com/edito/2018-beton-a-tenu-son-rang-56928.php>

## Restitution étude logistique projet Probois

Tableau 3 : entreprises présentes sur le marché de la construction bois en IDF, Normandie et France entière en 2018

|  | France   | Normandie | IDF    |
|--|----------|-----------|--------|
| Nombre d'entreprises                   | 2 080    | 153       | 101    |
| Chiffre d'affaires total*              | 3 965 M€ | 305 M€    | 160 M€ |
| Chiffre d'affaires construction bois** | 1 900 M€ | 129 M€    | 49 M€  |
| Part CA bois dans CA total             | 48%      | 42%       | 31%    |
| Effectifs                              | 27 445   | 2 465     | 1 160  |

\*Le *chiffre d'affaires total* s'entend comme « l'activité globale des entreprises qui recouvre l'activité liée au bois (construction, charpente, menuiserie, bardage...) et d'autres activités ne concernant pas spécifiquement le bois (couverture, zinguerie...). »

\*\*Le *chiffre d'affaires construction bois* comprend « toutes les techniques constructives à base de bois permettant de réaliser un bâtiment neuf (résidentiel et non résidentiel, y compris les travaux d'extension-surélévation) : celles-ci sont l'ossature bois, le système poteau-poutre, les panneaux massifs contrecollés ou contre cloués, le colombage traditionnel et le bois massif empilé. Les travaux d'isolation thermique par l'extérieur ainsi que ceux de charpente ne sont pas pris en compte dans cette définition. »

Le chiffre d'affaire par région s'entend comme le chiffre d'affaires **réalisé par les entreprises ayant leur siège social dans la région concernée** ; le chiffre ne représente pas la taille du marché régional.

Figure 25 : répartition par marché du CA total des entreprises de construction bois en 2018

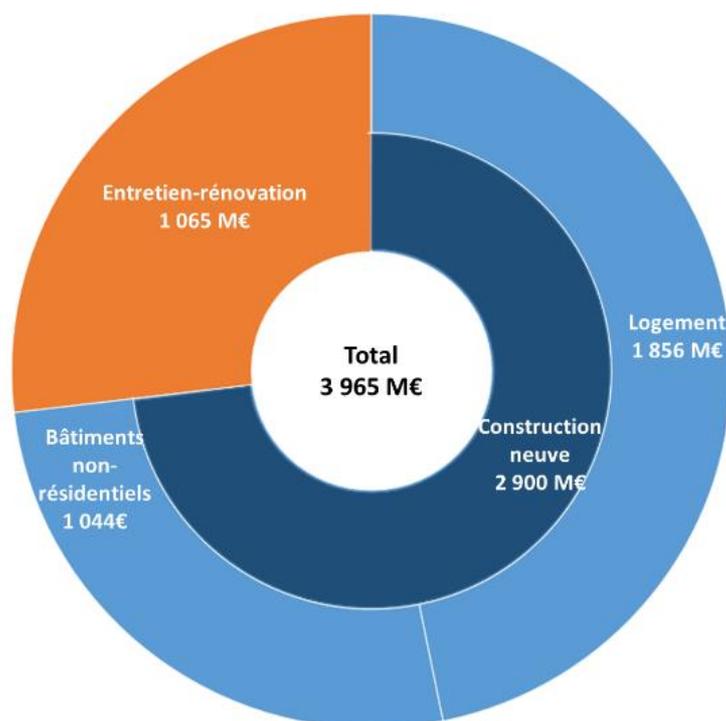
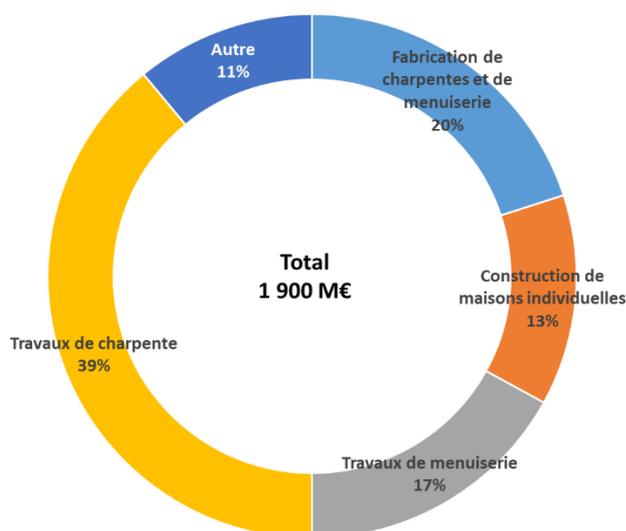


Figure 26 : décomposition du CA construction bois 2018 par activité



### 3.3.3.2 Flux inter-régionaux

Pour l'Île-de-France, une part très majoritaire de l'activité de construction bois est réalisée par des entreprises qui n'ont pas leur siège social en IDF ; ainsi la taille réelle du marché de la construction bois en 2018 serait de **240 M€**, dont 49 M€ réalisé par des entreprises franciliennes (21%) et 192 M€ (79%) réalisés par des entreprises non franciliennes, dont :

- 35% par des entreprises de la région Grand Est,
- 10 à 12% (20 à 25 M€) par des entreprises normandes<sup>11</sup>,
- Le reste par des entreprises du Centre-Val-de-Loire, Auvergne-Rhône-Alpes et Nouvelle-Aquitaine.

La Normandie serait la **3ème région présente en IDF** après le Grand Est et le Centre-Val-de-Loire en 2018

En effet, les entreprises de construction bois sont mobiles, avec un rayon moyen d'intervention de 116 km (126 km pour les entreprises normandes).

Tableau 4 : zone géographique d'intervention des entreprises de construction bois normandes vs. moyenne française en 2018<sup>12</sup>

|           | Département | Dpt et dpt limitrophes | Région | Région et régions limitrophes | France entière |
|-----------|-------------|------------------------|--------|-------------------------------|----------------|
| France    | 33%         | 42%                    | 13%    | 6%                            | 6%             |
| Normandie | 33%         | 40%                    | 14%    | 11%                           | 2%             |

Néanmoins ces flux restent très inférieurs à ceux des autres matériaux de construction, ce qui est cohérent avec la part de marché du bois dans les marchés de la construction ; pour citer

<sup>11</sup> Source : Cellule Economique de Bretagne (enquête nationale construction bois), néanmoins ce chiffre doit être sujet à caution, le groupe Treuil annonçant à lui seul un CA IDF de 30 M€. La CEB précise que ce chiffre est bâti sur une extrapolation réalisée à partir des données des entreprises répondantes.

<sup>12</sup> Source : Ibid.

## Restitution étude logistique projet Probois

l'exemple du béton (qui se compose d'environ 1/3 de sable et 1/3 de granulats), les flux de granulats de la Normandie vers l'Île-de-France en 2016 ont représenté 3,4 Mt, dont 2,4 Mt par la voie d'eau<sup>13</sup>.

### 3.4 Perspectives

L'étude prospective « Évolution de la demande finale du bois dans la construction, la rénovation et l'aménagement des bâtiments » réalisée par le BIPE et le FCBA pour le compte du Codifab et de FFB en juillet 2019<sup>14</sup> a fait de projections **sur la consommation de bois construction d'ici 2050** selon quatre scénarios (Tendanciel / Volontariste / Alternatif / Neutralité carbone).

Les résultats totaux, tous marchés confondus, sont les suivants :

Tableau 5 : Effet de l'évolution du marché et des parts de marché sur le gain de volumes de bois en pourcentage<sup>15</sup>

| Scénario           | Effet marché seul | Effet supplémentaire des évolutions des parts de marché dans le neuf | Effet total |
|--------------------|-------------------|--|-------------|
| Tendanciel         | -2%               |  | -2%         |
| Volontariste       | +41%              | +19%   | +68%        |
| Alternatif         | +23%              | +13%   | +40%        |
| Neutralité carbone | +41%              | +68%   | +138%       |

Le scénario alternatif, considéré par l'étude comme le plus probable, « permet une augmentation de 40% du volume de bois consommé dans la construction neuve et la rénovation en 2050, par rapport au point de référence 2015, soit 1,7 millions de m3 supplémentaires. »<sup>16</sup>

L'étude ne fait pas de détail sur les perspectives régionales.

D'un point de vue supply-chain, il faut considérer deux facteurs qui peuvent accroître les flux :

- Un effet volume dû à l'augmentation du marché (+40% à 2050 dans le scénario alternatif)
- Un effet de relocalisation de la production – auquel contribue l'étude Probois – par le développement de solutions constructives en essences locales, récoltées et transformées en France.

Ces deux facteurs permettent de tabler sur une augmentation – difficilement quantifiable – des flux de bois sur la vallée de la Seine, qu'il s'agisse de grumes, sciages ou produits de construction.

<sup>13</sup> <http://www.unicem.fr/2018/01/17/zoom-sur-la-production-normande-de-granulats/>

<sup>14</sup> [https://franceboisforet.fr/wp-content/uploads/2019/10/Prospective-Bois\\_2019\\_10\\_11\\_Rapport-final.pdf](https://franceboisforet.fr/wp-content/uploads/2019/10/Prospective-Bois_2019_10_11_Rapport-final.pdf)

<sup>15</sup> Ibid. p.81

<sup>16</sup> Ibid. p.79

## 4 Phase de définition de la solution fluviale

### 4.1 Objectifs

La phase d'élaboration de la solution a pour objectifs :

- De définir **un schéma de transport fluvial** permettant de reporter sur le fleuve tout ou partie des flux de produits de construction en bois entre la Normandie et l'IDF sur le périmètre vallée de Seine,
- De définir **la faisabilité économique et technique** de la mise en œuvre de ce schéma.

### 4.2 Méthode

Afin de tester la faisabilité du transport fluvial pour les produits de construction en bois, il était initialement prévu de réaliser **uniquement une simulation informatique** sur la base d'éléments matériels collectés auprès des acteurs du transport et de la construction bois : coûts de transport et de manutention, émissions de CO2, quais de transfert... Après un premier contact avec les transporteurs fluviaux, la décision a été prise **de réaliser un test fluvial**, plutôt qu'une simple demande de cotations, dans le but :

- **D'expérimenter en conditions réelles** un transport fluvial de produits de construction en bois, de manière à appréhender :
  - Les contraintes en termes de logistique et de production (matériel nécessaire, intermédiaires de transport, etc.)
  - Les performances (qualité, coûts, délais, environnement)
- **D'obtenir des données réelles** en termes de coûts, délais, utiles à la modélisation
- **D'impliquer les transporteurs fluviaux** dans le projet et **créer une dynamique** autour du transport fluvial de produits de construction bois (cf. démarche parallèle de VNF).

Les résultats du test ont ensuite été intégrés dans la simulation, permettant de tester la pertinence du transport fluvial pour un plus large panel d'entreprises.

### 4.3 Test de transport fluvial

#### 4.3.1 Présentation de l'expérimentation fluviale

##### 4.3.1.1 Point de départ et destinations

Le chargement est parti de l'usine Cuiller Frères, à Petit-Quevilly, à destination de trois chantiers situés dans l'ouest de l'Île-de-France.

*Tableau 6 : lieu de départ, lieux d'arrivée et quais de transfert du chargement fluvial*

## Restitution étude logistique projet Probois



### 4.3.1.2 Chargement

Le chargement se composait de 8 « racks » ou « chaises de transport » (voir description supra), chargés principalement de fermettes (éléments de charpentes), pour les destinations suivantes :

Tableau 7 : colisage par destination

| Nom                      | MOA                | Adresse                 | Chaises de transport |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| Green Village Mareil     | Groupe Arc         | 78750 Mareil-Marly      | 2                    |
| Le Domaine Windsor       | Windsor Immobilier | 78750 Mareil-Marly      | 2                    |
| Domaine des Chanterelles | Kaufman & Broad    | 95820 Bruyères-sur-Oise | 4                    |

### 4.3.1.3 Moyens de transport

Les chaises ont été transportées par le « Marfret Brevon », automoteur de 45m de long, 7,5m de large, d'une capacité de port en lourd de 650 tonnes, appartenant à la compagnie Marfret.

Cet automoteur était d'abord destiné à desservir le port de Lagny-sur-Marne, car il est adapté au gabarit Marne, mais le chantier prévu dans cette zone n'a pas pu être réalisé à temps pour l'expérimentation par Cuiller Frères.

## 4.3.2 Bilan de l'expérimentation fluviale

### 4.3.2.1 Coût

Le coût de l'opération fluviale a été six fois plus élevé que si l'acheminement avait été réalisé par camion.

Tableau 8 : coût final de l'opération de transport fluvial

| Entreprise   | Intitulé   | Fluvial     | Route   | Surcoût |
|--------------|--|-------------|---------|---------|
|              |  | Prix HT     | Prix HT | Prix HT |
| FluvioFeeder | Mise à disposition de l'automoteur Brévon chez SOMAP pour transport jusqu'à Conflans Ste Honorine puis Bruyères sur Oise | 11 500,00 € |         |         |

## Restitution étude logistique projet Probois

|                             |  |                    |                   |                    |
|-----------------------------|--|--------------------|-------------------|--------------------|
|                             | Manutention chez SOMAP des 8 paniers de transport  | 3 898,00 €         |                   |                    |
|                             | Entreprise pour le saisissage des paniers au chargement et déchargement  | 850,00 €           |                   |                    |
|                             | Manutention & Transport routier entre Conflans et les deux chantiers à Mareil Marly + entre Bruyères sur Oise et le chantier à Bruyères sur Oise | 4 365,49 €         |                   |                    |
| Blochon                     | Transport des chaises jusqu'à Petit-Couronne   | 490,00 €           |                   |                    |
| Blochon                     | Retour des chaises depuis Petot-Couronne   | 490,00 €           |                   |                    |
| Cuiller Frères              |  |                    | 3 518,00 €        |                    |
| <b>TOTAL pour 8 paniers</b> |  | <b>21 593,49 €</b> | <b>3 518,00 €</b> | <b>18 075,49 €</b> |

### 4.3.2.2 Emissions de CO2

Le bilan CO2 de l'expérimentation fluviale est 3 fois plus élevé qu'un acheminement par la route.

|  |            | Emissions totales de CO2 "du puit à la roue" |                       |                  |         |
|--|------------|--|-----------------------|------------------|---------|
|  |            | MEDDE valeurs de référence                   | MEDDE valeurs réelles | EcoTransit World | VNF EVE |
| Trajet routier (livraison directe depuis Cuiller Frères) | Total      | 1 070  | <b>1 487</b>          | 870              | 420     |
|  | à la tonne | 30   | 41                    | 24               | 12      |
| Trajet fluvial (incluant pré- et post-acheminement)      | Total      | 7 902  | <b>4 838</b>          | 2 421            | 380     |
|  | à la tonne | 219  | 134                   | 67               | 11      |

### 4.3.3 Enseignements de l'expérimentation fluviale

#### 4.3.3.1 Sur l'organisation du transport

Le transport fluvial nécessite une organisation « sur mesure » : affrètement d'un bateau, déplacement d'équipes de manutention et de matériel de levage...

Pour les entreprises de construction bois, passer d'une production en flux tendu à la production d'un nombre important d'éléments en avance nécessite de nouvelles manières de travailler pour résoudre les problèmes suivants :

- Un problème de stockage sur le site de production,
- Un problème d'immobilisation financière, l'entreprise facturant à la pose des éléments,
- Un problème de stockage sur le chantier et d'utilisation des moyens de levage (pour les petits chantiers)

Passer du « transporter » au « faire-transporter » par des entreprises non spécialistes de la construction nécessite un dialogue fort, de l'anticipation et une montée en compétence de part et d'autre.

- Il y a peu (ou pas) d'entreprises de transport pour autrui en IDF ayant l'expérience du transport de produits de construction bois ; ce produit était une nouveauté qui nécessitait beaucoup de précautions et d'anticipation de la part des transporteurs,

## Restitution étude logistique projet Probois

- Des entreprises du fluvial et de la manutention ont besoin de beaucoup de détail et de beaucoup d'anticipation : plusieurs entreprises ont décliné faute d'avoir les détails et assurances exigées,
- Il faudra à l'avenir beaucoup communiquer pour faire « monter en compétence » les intermédiaires et les transporteurs,
- Les constructeurs bois doivent aussi adapter leurs produits au mode de transport : prévoir dès la conception des modules les contraintes du transport fluvial et adapter les outils de transport à de nouvelles marchandises

Tout ceci représente un changement de culture pour les entreprises de la construction bois.

### 4.3.3.2 Sur les moyens employés

L'emploi de « chaises de transport » s'est avéré intéressant, même si elles ne sont pas le mode de transport le plus adapté aux fermettes, qui ont des dimensions et des formes qui les rendent difficiles à caler et peu denses, ce qui pose un problème de poids pour le transport fluvial.

Le plus gros problème est que les chaises ne sont pas gerbables (empilables), ce qui réduit fortement la capacité de chargement du bateau.

Tableau 9 : Bilan avantages/inconvénients de la chaise de transport

| Avantages   | Inconvénients  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Utilisables avec les moyens propres (charriot télescopique ou grue de remorque)</li><li>➤ Compatible avec les remorques surbaissées classiques</li><li>➤ Stabilité (pas de nécessité d'arrimage)</li><li>➤ Rapidité de manutention (déchargement en 15' contre 1h30 à 2h pour des pièces en vrac)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Non gerbable</li><li>➤ Poids chargé (4,5t maxi) : nécessite un équipement suffisant pour le levage</li></ul> |

Le bateau « Marfret Brevon » n'était sans doute pas le plus adapté à ce trajet fluvial : cet automoteur de 45m est adapté au gabarit Marne, mais moins pertinent sur un trajet Seine aval, en raison de son rapport prix/capacité d'emport. Par ailleurs ce type de bateau n'est habituellement pas utilisé sur de longues distances.

Enfin, le Marfret Brevon n'étant pas gruté, cela a nécessité de faire appel à des manutentionnaires portuaires au départ et à l'arrivée, dont le coût a fortement grevé l'opération (**40% du coût** est constitué par les frais de manutention).

Le calcul du « **point mort** », c'est-à-dire le taux de chargement à partir duquel il aurait été plus intéressant de réaliser le transport par voie fluviale (d'un point de vue économique et environnemental) montre qu'il aurait fallu charger au minimum **225 tonnes de marchandises** sur le bateau pour être plus performant économiquement que le transport routier.

## Restitution étude logistique projet Probois

Compte-tenu de la densité du bois - 450 kg/m<sup>3</sup> pour de l'épicéa (à 15% d'humidité<sup>17</sup>) qui est une variété très couramment utilisée pour la construction bois – cela représenterait **500 m<sup>3</sup> de bois** « plein » (sans vides ni interstices), ou **50 chaises de transport** (d'une capacité maximale de chargement de 4,5 tonnes chacune).

La cale du Marfret Brevon pouvant accueillir **16 chaises à plat**, cela nécessiterait **de mettre les chaises sur 3 voire 4 niveaux** ; or nous avons vu que les chaises n'étaient pas gerbables.

En conclusion,

- Les modules de transport existants (chaises) ne sont pas bien adaptés **car non gerbables** et ne permettent pas d'optimiser le chargement du bateau,
- La **manutention** représente un coût très important, qu'il convient de réduire au minimum, par exemple en employant un bateau gruté.

En effet, si l'on « efface » le coût de la manutention dans l'expérimentation réalisée, le point mort de chargement tombe à **32 chaises** (ou 144 tonnes), soit **2 niveaux de chaises** sur le Marfret Brevon.

*Tableau 10 : calcul des « points morts » économiques et environnementaux en utilisant les données de l'expérimentation fluviale*

|                        | Point mort d'émissions de CO2 | Point mort économique sans frais de manutention | Point mort économique toutes choses égales par ailleurs |
|------------------------|-------------------------------|---|---|
| <b>Tonnes chargées</b> | <b>135</b>                    | <b>144</b>                                      | <b>225</b>  |
| Equiv. Nb paniers      | 30                            | 32  | 50  |
| Equiv. Nb camions      | 15                            | 16  | 25  |
| <b>Camion</b>          |                               |   |   |
| Coût                   | 13 193 €                      | <b>14 072 €</b>                                 | <b>21 988 €</b>   |
| CO2 (kg)               | <b>5 394</b>                  | 5 941   | 8 989   |
| <b>Fluvial</b>         |                               |   |   |
| Coût                   | 20 643 €                      | <b>13 259 €</b>                                 | <b>21 522 €</b>   |
| CO2                    | <b>5 158</b>                  | 5 201   | 5 588   |

## 4.4 Construction d'un modèle de simulation de transport fluvial

### 4.4.1 Objectifs

L'objectif du modèle était

- De comparer par simulation informatique et à partir des données collectées (entreprises, coûts, destinations...) – notamment grâce à l'expérimentation fluviale – les différentes possibilités de transport fluvial des produits de construction bois normands, au départ des entreprises normandes de construction bois
- De produire des recommandations sur la pertinence et la faisabilité du transport fluvial de produits de construction bois, notamment pour de futures expérimentations, à partir de l'analyse des résultats.

<sup>17</sup> <http://delhezbois.be/wp-content/uploads/2012/07/FICHE-EPICEA.pdf>

## Restitution étude logistique projet Probois

### 4.4.2 Données de la simulation

#### 4.4.2.1 Points de départ et d'arrivée, quais de transfert

Les entreprises de départ ont été sélectionnées « à dire d'expert », certaines étant impliquées ou partenaire du projet, ou en fonction de leurs effectifs (>70 employés).

Tableau 11 : entreprises de construction bois au départ des flux

| RAISON SOCIALE               | Rue                            | CP    | Ville          |
|------------------------------|--------------------------------|-------|----------------|
| CUILLER FRERES - E2R         | 551, rue Pierre et Marie Curie | 76650 | PETIT COURONNE |
| POULINGUE                    | Zone d'Activités n° 3          | 27210 | VANNECROCQ     |
| CPL BOIS                     | Z.I. rue de la Résistance      | 14400 | BAYEUX         |
| GUEUDRY & FILS               | Bd Industriel                  | 76580 | LE TRAIT       |
| PARMENTIER ETS               | 63 RN 15                       | 76430 | GRAIMBOUVILLE  |
| TREUIL MENUISERIE BOIS - TMB | Rue de Jumelles                | 27220 | BOIS LE ROI    |

Les points d'arrivée correspondent à des lieux de forte consommation prévisionnelle de construction bois, l'un situé sur la Seine, l'autre sur la Marne, pour étudier deux configurations de transport différentes, les gabarits de transport fluvial n'étant pas les mêmes.

Tableau 12 : lieux de destination des flux

| Lieu                       | Adresse  |
|----------------------------|--|
| Village Olympique          | 4 Rue Ampère 93200 Saint-Denis                       |
| Quartier Sycomore EPAMARNE | 12 Boulevard de Strasbourg 77600 Bussy-Saint-Georges |

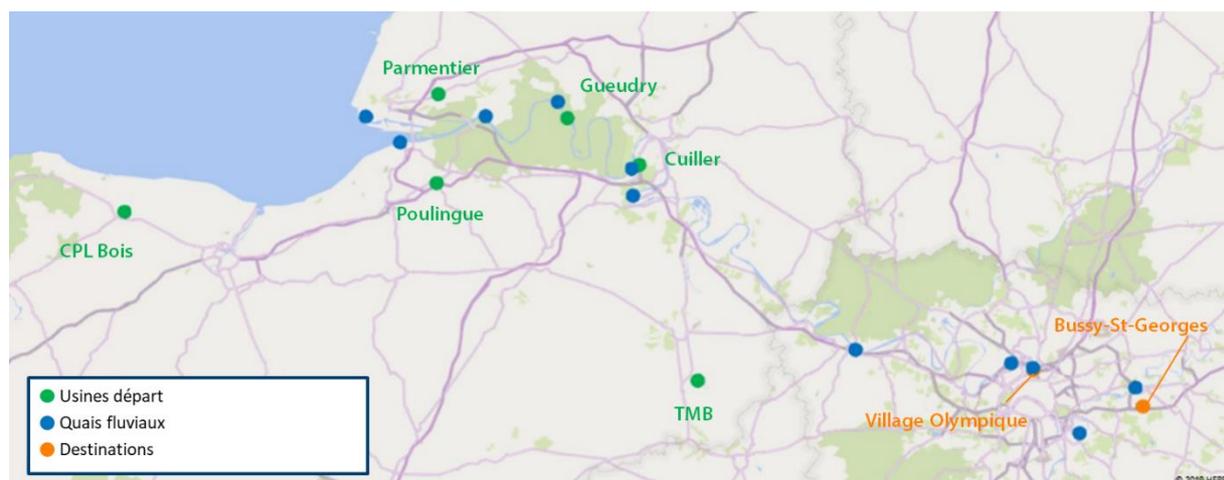
Les quais de transfert ont été identifiés avec VNF et HAROPA en fonction de leur possibilité d'usage (quai adapté, possibilité de manutention, présence d'outillage...)

Tableau 13 : quais de transfert identifiés

| Port                         | Rampe RoRo | Voie d'eau | Gabarit | Equipement               |
|------------------------------|------------|------------|---------|--------------------------|
| Port de Honfleur             |            | Seine      | 7       | Portique                 |
| Port du Havre                | Oui        | Seine      | 7       | Portique                 |
| Port de Radcatel             | Oui        | Seine      | 7       | 2 grues mobiles (64/124) |
| Port de Saint Wandrille      |            | Seine      | 7       | Grue 12 tonnes           |
| Port de Rouen                | Oui        | Seine      | 7       | Portique                 |
| Port Angot                   |            | Seine      | 5       | Grue à câble             |
| Port de Limay                | Oui        | Seine      | 5       | Reachstaker négatif      |
| Port de Gennevilliers        |            | Seine      | 5       | Portique                 |
| Port de Saint Denis l'Etoile |            | Seine      | 5       |                          |
| Port de Bonneuil-sur-Marne   |            | Marne      | 5       | Reachstaker              |
| Port de Lagny-sur-Marne      |            | Marne      | 1       |                          |

## Restitution étude logistique projet Probois

Figure 27 : vue géographique des lieux de départ, arrivée et transfert



### 4.4.2.2 Unités de transport utilisées

Nous avons simulé l'utilisation de **deux types d'unités de transport**, permettant d'utiliser deux types de bateaux :

- Les « **chaises de transport** » (utilisées lors de l'expérimentation) pouvant convenir à tout type de bateau transportant du vrac,
- Les **conteneurs « flat-rack »** pouvant convenir aux bateaux porte-conteneurs assurant des liaisons régulières entre la Normandie et l'Île-de-France.

Nous partons du principe que **1 conteneur flat-rack équivaut à 2 chaises de transport** en termes de contenance. En effet le flat-rack fait exactement la largeur de deux chaises, mais est plus long (12m vs. 7 m) mais néanmoins on peut stocker dans une chaise des produits beaucoup plus longs, pouvant dépasser à chaque extrémité.

Nous avons choisi le conteneur flat-rack pour sa simplicité de chargement : en effet il peut être chargé par le haut ou par le côté, au moyen d'une grue ou d'un charriot élévateur, ce qui n'est pas le cas des conteneurs « dry » classiques, qui ne possèdent que des ouvertures aux extrémités rendant très compliqué le chargement de pièces de bois et qui limitent la hauteur des pièces à hauteur intérieure 2,4 mètre (ou 2,7 mètres pour un « high cube »).

Figure 28 : Description des moyens de transport utilisés

## Restitution étude logistique projet Probois

### Chaises de transport

- Dimensions 7 x 1,2
- 2 chaises par camion
- Transport par automoteur spécialement affrété
  - Automoteur 45m type « Brevon », capacité max. 12 chaises
  - Automoteur 80m type « La Lys », capacité max. 48 chaises



### Conteneur « Flat-Racks »

- Dimensions : 40' (12 x 2,4)
- Chargement : équivalent 2 chaises
- 1 flat-rack par camion
- Transport sur les lignes régulières conteneur de la Seine Aval (si pas de dépassement en hauteur)
  - Greenmodal
  - LogiSeine
  - FluvioFeeder
  - Bolloré Logistics



#### 4.4.2.3 Matériaux transportés

Nous partons du principe que les matériaux transportés rentrent dans les unités de transport utilisées.

- Pour les chaises de transport, il n'y a pas de problème de hauteur, celles-ci n'étant pas gerbables.
- Pour les conteneurs flat-rack, le problème de la hauteur peut se poser si jamais des conteneurs sont superposés ; on part donc du principe que les flat-racks seront toujours transportés sur la couche supérieure de conteneurs, à condition de ne pas poser de problème de tirant d'air au passage des ponts.

Tous les types d'éléments de construction peuvent être transportés de cette manière (fermettes, fermes, planchers, murs à ossature, poteaux... voir supra) à l'exception des modules 3D, qui de par leurs dimensions requièrent un transport exceptionnel.

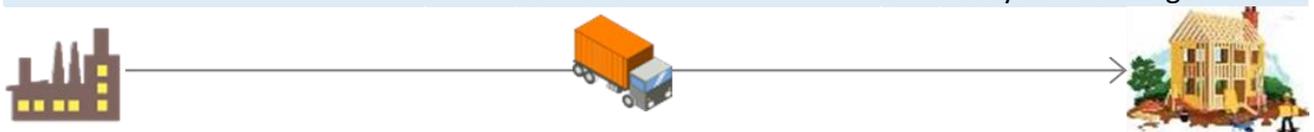
#### 4.4.2.4 Scénarios modélisés

Trois scénarios ont été modélisés

1. **Scénario 1** : « tout route »
2. **Scénarios 2 – 2bis** : « fluvial chaises ». Chaque entreprise sature le moyen de transport fluvial (automoteur 45 ou 80m)
3. **Scénario 3** : « fluvial flat-rack ». Chaque entreprise bénéficie de la mutualisation de la ligne conteneur régulière

#### Scénario 1 : « tout route »

|                         |    |         |   |                     |
|-------------------------|----|---------|---|---------------------|
| Chaque entreprise livre | 24 | camions | à | Saint-Denis         |
|                         | 24 | camions | à | Bussy-Saint-Georges |



Il s'agit du scénario « de référence » permettant de fournir un point de comparaison aux scénarios fluviaux.

#### Scénario 2 : fluvial chaises

## Restitution étude logistique projet Probois

|                         |    |         |   |                     |
|-------------------------|----|---------|---|---------------------|
| Chaque entreprise livre | 48 | paniers | à | Saint-Denis         |
|                         | 48 | paniers | à | Bussy-Saint-Georges |



Chaque entreprise utilise son propre moyen de transport (automoteur) qu'elle sature.

Dans la version optimisée (2bis) du scénario, les entreprises utilisent non pas le quai de transfert le plus proche, mais celui où les frais de manutention sont les moins élevés.

### Scénario 3 : fluvial flat-rack

|                         |    |                      |   |                     |
|-------------------------|----|----------------------|---|---------------------|
| Chaque entreprise livre | 24 | conteneurs flat-rack | à | Saint-Denis         |
|                         | 24 | conteneurs flat-rack | à | Bussy-Saint-Georges |



Les entreprises utilisent une des lignes régulières de conteneur pour acheminer leurs conteneurs flat-rack vers la région parisienne, soit vers le port de Gennevilliers, soit vers celui de Bonneuil-sur-Marne.

#### 4.4.2.5 Formules de calcul

Calcul des distances :

- Routières : avec un calculateur spécial trajets poids lourds (<https://www.autoroutes.fr/fr/itineraires.htm>)
- Fluviales : avec l'outil de calcul d'itinéraire fluvial de VNF (<http://www.vnf.fr/calculitinerairefluvial/app/Main.html>)

Coûts de transport :

- Routiers : avec les indices statistiques du Comité National Routier (<http://www.cnr.fr/Indices-Statistiques/Regional-EA#haut>)
- Fluviaux : données confidentielles obtenues auprès des transporteurs fluviaux

Coût de manutention : basés sur les coûts constatés et les devis demandés lors de l'expérimentation

## Restitution étude logistique projet Probois

Emissions de CO2 : formules de calcul du guide méthodologique « Information GES des prestations de transport » édité par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, version de septembre 2018<sup>18</sup>.

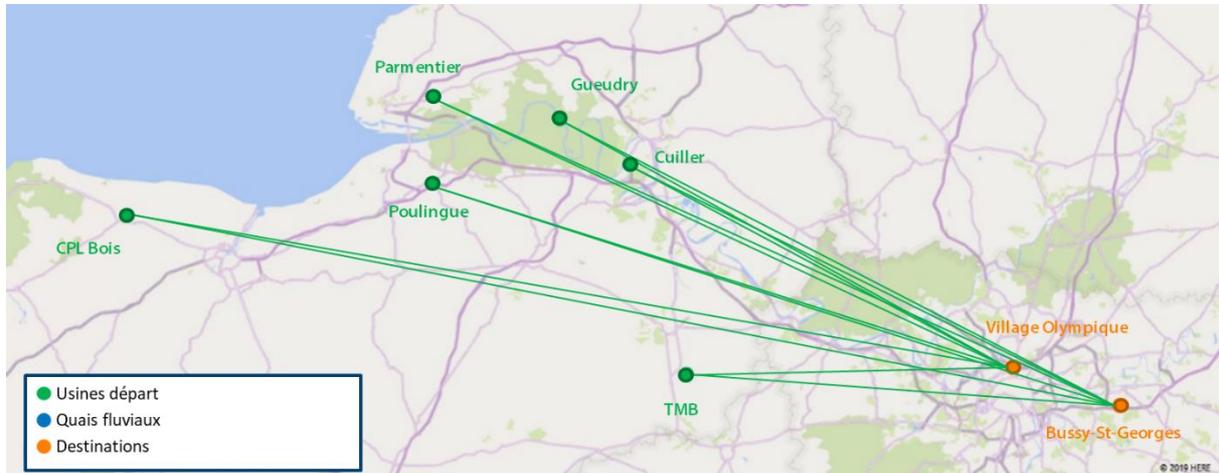
---

<sup>18</sup> [https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Info%20GES\\_Guide%20m%C3%A9thodo.pdf](https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Info%20GES_Guide%20m%C3%A9thodo.pdf)

## 4.4.3 Résultats de la simulation

### 4.4.3.1 Représentation des trajets

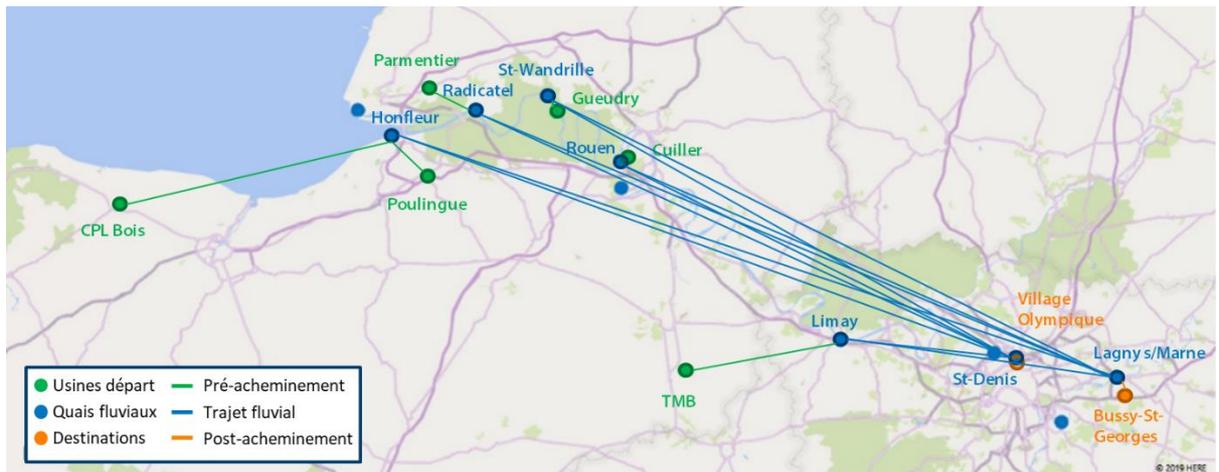
#### Scénario 1



#### Scénario 2

Liaison St-Denis avec un automoteur 80 m (48 chaises)

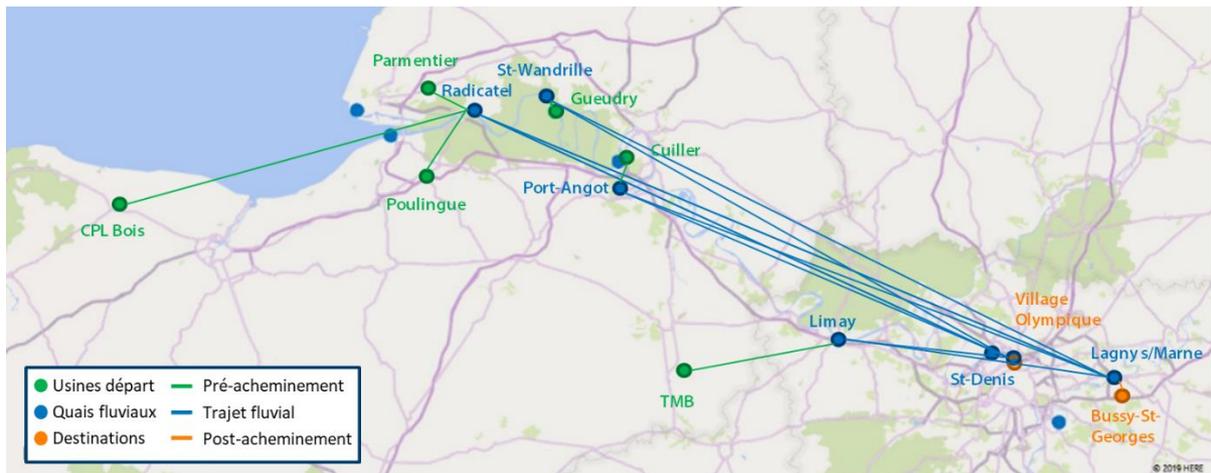
Liaison Lagny-s/Marne avec un automoteur 45 m (12 chaises)



#### Scénario 2 bis

Choix de quais avec un coût de manutention inférieur (Radicatel plutôt que Honfleur, Port-Angot plutôt que Rouen)

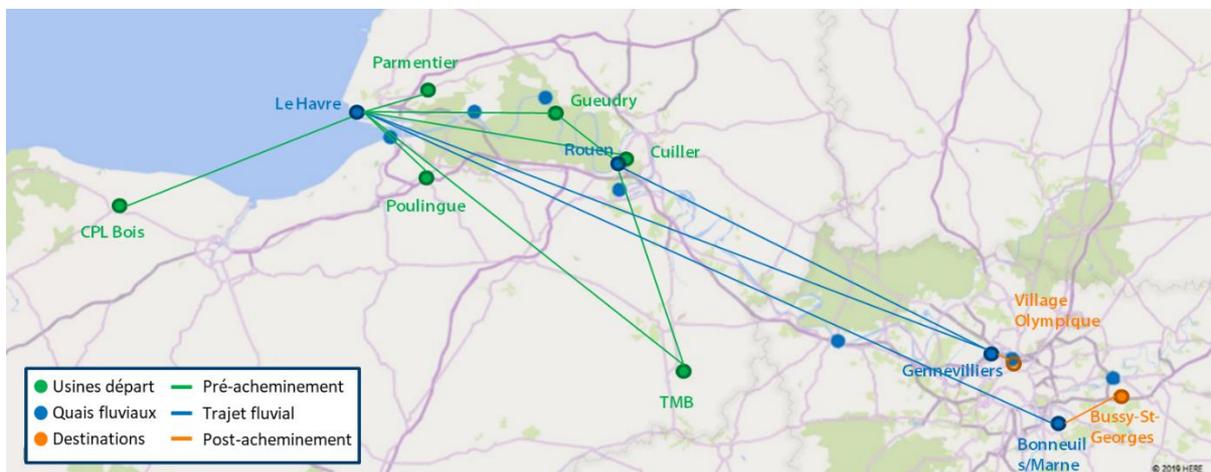
## Restitution étude logistique projet Probois



### Scénario 3

Liaison Gennevilliers en ligne régulières, départ Le Havre et Rouen

Liaison Bonneuil s/Marne en ligne régulière, départ Le Havre



#### 4.4.3.2 Résultats économiques

Tableau 14 : coûts de transport moyens par destination et par scénario

| Lieu de livraison            | Scénario 1<br>"route" | Scénario 2<br>"chaise" | Scénario 2bis<br>"chaise" opti | Scénario 3<br>"flat-rack" |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Village Olympique (St-Denis) | 8 340 €               | 20 037 €               | 17 579 €                       | 9 033 €                   |
| Sycomore (Bussy-St-Georges)  | 10 473 €              | 68 953 €               | 59 328 €                       | 12 231 €                  |

Même si au total la solution routière est la plus économique, la solution **flat-rack** est plus compétitive pour 3 des 6 entreprises considérées, quelle que soit la destination, et l'écart global n'est que de **+13%**.

## Restitution étude logistique projet Probois

### 4.4.3.3 Résultats des émissions de CO2

Tableau 15 : émissions de CO2 moyennes (en tonnes) par destination et par scénario

| Lieu de livraison            | Scénario 1<br>"route" | Scénario 2<br>"chaise" | Scénario 2bis<br>"chaise" opti | Scénario 3<br>"flat-rack" |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Village Olympique (St-Denis) | 8,6                   | 8,5                    | 8,4                            | 5,8                       |
| Sycomore (Bussy-St-Georges)  | 10,9                  | 31,7                   | 31,1                           | 12,1                      |

Le scénario 3 **flat-rack** est le plus performant d'un point de vue des émissions de GES pour livrer **le village olympique de Saint-Denis**.

### 4.4.4 Interprétation des résultats

En raison du coût de la manutention et de la faible capacité de charge (paniers non gerbables), la solution automoteur/chaises de transport n'est pertinente ni économiquement ni en termes d'émissions de CO2, malgré la rapidité de manutention des chaises et leur facilité de stockage.

La solution flat-rack/ligne régulière de conteneur est – dans les conditions de la simulation – la solution multimodale la plus performante économiquement et la plus performante tout court en termes d'émissions de CO2.

En effet, l'emploi d'une ligne de transport fluvial par porte-conteneur offre les avantages d'un transport mutualisé :

- Forte baisse des coûts de manutention (volume et régularité négociés à l'année)
- Forte baisse des coûts de transport (optimisation du remplissage, régularité, fret retour systématique...)

Néanmoins ce résultat suppose :

- Que les transporteurs acceptent des conteneurs flat-rack sur leurs bateaux ;
- Que ceux-ci puissent être superposés avec d'autres conteneurs, ou le cas échéant que les transporteurs acceptent de les poser sur la couche du dessus et qu'ils ne posent pas de problème de tirant d'air.
- Que les bateaux porte-conteneurs soient chargés de manière optimale (les émissions de CO2 ont été calculées avec l'hypothèse de bateaux chargés à plein).

Enfin la logistique des flat-racks sur les chantiers n'est pas la plus simple, puisque le flat-rack ne peut pas être déposé du camion, ce qui suppose de décharger son contenu pièce par pièce.

Le retour des conteneurs flat-rack obéit également à une logistique plus complexe, puisqu'il faut :

- Soit le rapporter par camion à l'usine de départ ou au dépôt de conteneurs vides,
- Soit organiser son retour à vide par voie fluviale, ce qui suppose une deuxième manutention et un trajet retour à vide, facilités néanmoins par le fait que les flat-racks sont pliables et empilables, ce qui réduit les frais de retour.

Nous avons fait le choix dans la simulation de ne pas intégrer les frais de retour des unités de transport (chaises et flat-rack) car cela était difficilement modélisable. Néanmoins, l'expérimentation prévue par l'entreprise Poulingue (Beuzeville) d'un transport fluvial par

## Restitution étude logistique projet Probois

conteneur pourra donner un éclairage utile sur le parcours du conteneur après son déchargement et les frais associés.

### 4.5 Recommandations

Nous avons constaté deux difficultés principales : les **coûts de manutention** et la **densité du remplissage** des moyens de transport.

#### 4.5.1 Optimisation des coûts de manutention

Pour les coûts de manutention, au moins trois solutions se présentent.

##### 4.5.1.1 L'emploi d'un bateau gruté auto chargeant et auto déchargeant

Ce type de bateau peut charger et décharger des unités de transport (palettes, big-bags, chaises...), dans la limite des capacités de sa grue.

Des bateaux de ce type existent déjà : avec une grue fixe ou mobile sur le bateau, ou bien en embarquant un engin mobile de manutention.

C'est le cas par exemple du « **Freedom** », automoteur de 80m affrété par Point P (filiale de Saint-Gobain), qui dispose d'une grue Liebherr 904 Litronic de 12 t, avec un bras de 12 mètres, montée sur une plateforme roulant au-dessus de la cale, sur deux rails longeant le bateau de part et d'autre et qui permet de manutentionner des palettes de parpaings et big-bags, jusqu'à 1,5 tonnes en bout de bras.

Figure 29 : Grue Liebherr sur l'automoteur Freedom (source : Le Moniteur, ©Michel Desfontaines)



C'est aussi le cas du **Zulu**, automoteur gruté construit par Blue Line Logistics, filiale du groupe Sogestran (CFT). Le Zulu est d'un gabarit plus petit (50x6,6 mètres) mais dispose d'un pont plat de 210 m<sup>2</sup> permettant d'optimiser le chargement et la manutention de palettes et de transporter jusqu'à 320 tonnes de marchandises ou 198 palettes sur 4 mètres de haut. Il est équipé d'une grue HIAB X-Hipro rétractable (qui se replie à l'intérieur du bateau) d'une portée de 12 mètres.

Figure 30 : Zulu de Blue line Logistics (Source : ActuTransportLogistique, ©Armando Dias)



### 4.5.1.2 L'emploi d'un bateau « roulier » ou « Ro-Ro » (Roll-in-Roll-off)

Ce type de bateau permet d'accueillir à son bord **des remorques routières complètes**, qui sont ensuite transportées – sans leur tracteur – jusqu'au lieu de déchargement, puis récupérées par un autre tracteur ou bien un engin portuaire de manutention de remorques (appelé tracteur portuaire ou « tug »).

Cette solution **n'élimine pas complètement les frais de manutention**, puisque la mise sur barge des remorques peut être effectuée par des manutentionnaires portuaires.

D'autre part, elle nécessite **la présence de rampes routières** (rampes « Ro-Ro ») permettant aux camions de monter à bord ; or il n'existe plus de rampe Ro-Ro au port de Gennevilliers et plus aucune unité de ce type ne circule sur la Seine (elles étaient autrefois employées pour le transport des voitures neuves).

Les transporteurs fluviaux ne nous ont pas fourni d'éléments de coûts permettant de chiffrer ce mode dans une simulation, néanmoins, et sous réserve qu'une solution de déchargement soit trouvée en Île-de-France, le transport Ro-Ro reste une piste d'expérimentation intéressante.

### 4.5.1.3 L'optimisation des coûts de manutention

Elle consiste, lorsque cela est possible, à utiliser les manutentionnaires « hors CCNU » (convention collective nationale unifiée), c'est-à-dire hors des grands ports maritimes, et lorsque cela n'est pas possible, à optimiser le coût en négociant des volumes ou en employant une équipe en fin de service (ce qui a été le cas pour l'expérimentation Cuiller sur le TCMD).

## 4.5.2 Optimisation du remplissage des moyens de transport

Il apparaît, suite à l'expérimentation Cuiller, que **les éléments de charpente de type fermes et fermettes ne sont pas les plus adaptés à un transport fluvial** en raison de leur très faible densité réelle ; il convient sans doute de privilégier le transport d'éléments de structure de type panneaux, poutres et planches, qui permettent une optimisation du remplissage avec le moins de « vide » possible.

## Restitution étude logistique projet Probois

Un autre élément crucial pour l'optimisation du chargement serait **la conception d'unités de transport spécifiques**, de type « chaises de transport » mais gerbables.

En effet, nous restons convaincus de la pertinence de la chaise de transport pour les produits de construction bois : c'est une unité polyvalente, qui peut servir de stockage temporaire, peu encombrante et qui accélère et sécurise la manutention (15 min de déchargement d'un camion contre 1h30 pour des produits en vrac).

**La conception d'une chaise « gerbable »** et adaptée à la manutention par une grue permettrait de résoudre le problème de l'optimisation du chargement des bateaux, en offrant la possibilité de mettre les éléments sur deux niveaux. Or nous avons vu, lors du calcul du « point mort » de l'expérimentation Cuiller, que la suppression des coûts de manutention, couplée à la possibilité de mettre les chaises sur deux hauteurs aurait permis (toutes choses égales par ailleurs) d'être plus compétitifs qu'un transport camion.

Ce type d'unité reste à concevoir, mais cela ne semble pas difficile techniquement ni particulièrement onéreux, d'autant plus que l'opération serait éligible au « volet C » du Plan d'Aide au Report Modal de VNF (financement d'équipements de manutention).

### 5 Annexes

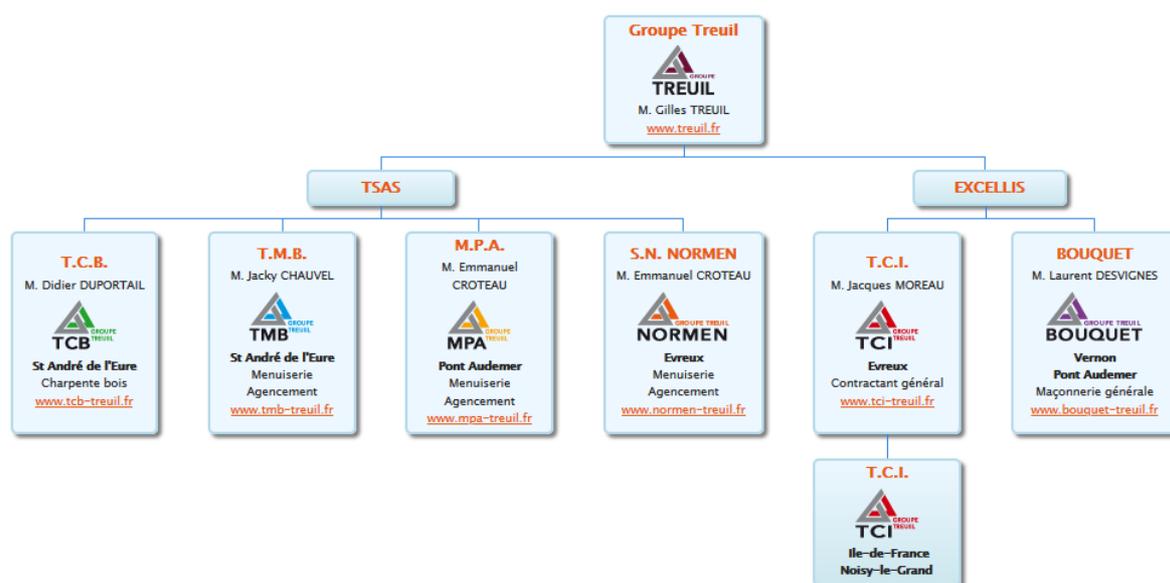
#### 5.1 Comptes-rendus des entretiens

##### 5.1.1 Damien Maréchal – chargé d'affaires – Groupe Treuil / TMB - Le 20/09/2019

Le groupe Treuil a trois principales filiales dans le domaine de la construction bois :

- TCB – Treuil Charpente Bois
- TMB – Treuil Menuiserie Bâtiment
- Normen – Société nouvelle Normen (menuiserie)

Organisation du groupe Treuil :



TCB fait des chantiers « hors normes », dont un peu de maison particulière. En IDF, sont très actifs sur les surélévations d'immeubles. Les chantiers sont en général plus petits que ceux de Cuiller Frères.

Le processus est similaire : transformation usine, colisage transporté sur camion gruté. La grue permet de charger et décharger le camion.

TCB fait environ 50% de son CA en Île de France.

TMB et Normen sont spécialisés en menuiserie.

- TMB fait environ 80% de son CA en IDF
- Normen fait 100% de son CA en IDF.

Au total, M. Maréchal évalue à **30M€** le CA de ces trois entreprises réalisé en IDF.

Pour ce qui concerne la société TMB, dont fait partie M. Maréchal, elle dispose pour approvisionner les chantiers :

- D'une flotte de véhicules utilitaires légers (VUL),
- De camions 20 m3,
- Si besoin la société peut affréter des camions sur les très gros chantiers.

## Restitution étude logistique projet Probois

Pour les travaux d'huisseries, il s'agit de produits industriels qui sont achetés et livrés directement sur le chantier. Il n'y a pas ou peu de transformation sur site.

Pour tous les travaux d'agencement/mobilier, la transformation se fait directement sur le site. Dans tous les cas, c'est le chef de chantier en personne qui approvisionne le chantier, car ce sont des produits fragiles qui doivent être manipulés avec précaution. Ils ne sont donc pas adaptés à un transport massifié.

Les volumes se répartissent comme suit :

- 30% réalisé en atelier
- 70% de fournitures achetées en direct
- Conditionnement : les produits agencement et menuiserie sont souvent conditionnées en palettes, 2,50x1,20 ou 3x1,20

Quelle pertinence du mode fluvial pour TMB ?

Faible pour TMB : produits délicats avec plaquage ; les matières transformées viennent le plus souvent du sud de la France par camion (pas de liaison fluviale).

Enfin TMB se trouve à St André de l'Eure, à 1h15 de la porte Maillot par l'A13. TCB décroche des marchés grâce à sa réactivité. La pertinence du fluvial pour un trajet de 90km est questionnable.

Difficultés d'accès aux chantiers : c'est une réalité, d'autant plus que TMB a beaucoup de chantiers Paris intramuros. Pas de stockage possible sur les chantiers : TMB livre et pose dans la même journée.

M. Maréchal conseille de contacter également Marc Sauvage, président de la menuiserie SAUVAGE, à Hondouville, qui pourra donner un point de vue complémentaire à ce sujet.

### 5.1.2 Alexandre REI – directeur de site – CPL Bois – Le 26/05/2020

#### 5.1.2.1 Activité de CPL bois

L'activité bois (construction, menuiserie...) représente 90% de l'activité de CPL Bois ; l'entreprise est présente sur plusieurs marchés : bâtiments agricoles, bâtiments industriels, ossature bois...

60% de cette activité bois est de la charpente.

Le marché francilien représente environ 5% du CA, c'est un marché à développer pour CPL bois. Dernière opération en date : dans les Yvelines.

CPL bois s'approvisionne en bois auprès de négociants locaux majoritairement. L'origine des bois est un sujet un peu tabou. Les scieries françaises souffrent d'un déficit de compétitivité par rapport à l'étranger, en particulier les scieries allemandes, qui sont un gros fournisseur du marché français.

Utilise en majorité de l'épicéa et un peu de chêne (pour les bâtiments agricoles).

Une part importante des éléments arrive directement de l'étranger, en particulier les éléments CLT. CPL Bois ne taille pas de lamellé collé ; ne dispose pas de robots de taille ; l'essentiel des planchers en lamellé-collé vient d'Allemagne. Ce sont des éléments de grandes dimensions (12x4 mètres).

### 5.1.2.2 Transport

CPL bois possède 2 camions-plateaux équipés de grues. Ils sont avant tout utilisés pour le marché local. 60% du transport est affrété, lorsque la distance est plus grande ou le transport plus difficile.

Pour le transport d'éléments de charpente, CPL bois utilise les « ranchers » (poteaux métalliques qui bordent le plateau) pour caler les éléments.

Pour le transport des murs et planchers, CPL bois utilise des racks (chaises de transport) qui permettent un gain de temps et de sécurité lors de la manutention.

Le transport fluvial n'a jamais été utilisé mais pourrait avoir un intérêt particulier pour le transport des constructions en mode « 3D », c'est-à-dire où les éléments de construction sont livrés en modules prêts à être assemblés (plancher, murs et toit).

Lors d'une opération 3D à Rosny-sous-Bois, CPL a dû livrer 12 « boîtes » de logements préfabriqués d'une dimension de 14x4,5m au sol ; dont le transport, réalisé par les transports Lecoq, a été très compliqué.

Pour le transport en « 2D » (construction classique), le principal problème est la hauteur du chargement, les transports exceptionnels et qui exigent de prévoir des arrêtés municipaux ; d'où l'intérêt de sous-traiter, pour éviter d'avoir à gérer ces problèmes.

Le problème avec l'affrètement de camions-plateaux est qu'il est quasi impossible de trouver du fret retour, ce type de remorque étant très spécifique ; l'affréteur devra systématiquement payer un retour à vide.

Il y a peu de transporteurs qui maîtrisent le transport de produits en bois, et encore moins en IDF, où il y a très peu d'industries de ce type, ce qui explique les difficultés rencontrées par Cuiller lors de l'expérimentation.

En IDF, le problème principal est la place. On est parfois obligé de prendre un camion plus petit (porteur au lieu de la remorque) ce qui revient plus cher.

Concernant le fluvial, le problème du bois est qu'il n'est pas lourd ; par ex. les modules 3D pour Rosny-sous-Bois ne pesaient que 13 tonnes.

Pour le transport en conteneur, on est confronté au problème de la hauteur et du mode de chargement : CPL a fait une expédition à la Réunion en conteneur dry classique, il a fallu charger le conteneur à dos d'homme.