

EVALUATION D'OPERATIONS DE CONSTRUCTION DE LOGEMENTS SOCIAUX COLLECTIFS BOIS

Mars 2015

PILOTAGE

L'Union sociale pour l'habitat

Raphael Besozzi

E-mail : raphael.besozzi@union-habitat.org

PARTICIPATION A LA REALISATION

Caisse des Dépôts

Dominique Nguyen

Michèle Pfrimmer

Amélie Stobbart-Plevent

Fédération des COOP

Isabelle Roudil

L'Union sociale pour l'habitat

Brigitte Brogat

REALISATION

Kolibri

Bruno Perera

François Rougieux



SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| 1 Constructions bois : typologies..... | 3 |
| 1) Approche économique et comptable | 4 |
| 2) Typologie des avantages et des inconvénients pour la Maîtrise d’ouvrage et les habitants | 11 |
| 3) Analyse critique | 14 |
| 4) Demandes et besoins en formation et qualification bois | 21 |
| 5) Synthèse des immeubles collectifs en bois..... | 23 |
| 6) Filière bois..... | 27 |
| 2 Evaluation macroeconomique..... | 29 |
| 1) Description de la filière bois et place du bois « construction » :..... | 29 |
| 2) Données de cadrage sur la ressource forestière (France / Europe) et sur la filière du bois de construction..... | 30 |
| 3) Problématique des « conflits d’usage » et pressions sur la ressource en france | 33 |
| 4) Prospective d’évolution de la construction bois et impact sur la ressource | 34 |
| 5) Conclusion..... | 35 |
| 3 Annexes..... | 37 |
| 1) Définitions - glossaire | 37 |
| 2) Bibliographie | 37 |



INTRODUCTION

La construction avec utilisation de bois représente une des réponses aux enjeux du développement durable, de la performance énergétique et environnementale des logements sociaux. Filière constructive peu courante en France, elle a surtout été développée dans le logement individuel mais concerne actuellement 4% des logements collectifs et 20% des surélévations et extensions.

Si peu de logements collectifs locatifs sociaux ont été construits en bois depuis cinq ans, les évolutions de la réglementation et des procédés techniques laissent présager qu'un nombre croissant de projets vont voir le jour.

Dans ce cadre, une étude a été réalisée par l'Union sociale pour l'habitat en partenariat avec la Caisse des Dépôts, qui évalue sept opérations de construction de logements sociaux collectifs bois et deux opérations de construction modulaires. Dans ce document sont abordés les approches économiques, une typologie des avantages et inconvénients pour les maîtres d'ouvrage et les habitants, une analyse critique et une évaluation macro-économique de la filière bois.

Il s'agit d'apprécier la pertinence des hypothèses du montage financier au regard des enjeux notamment de durabilité et de performances de ces opérations, avec un focus sur les constructions modulaires et une réflexion sur la pertinence du recours à ce mode de construction.

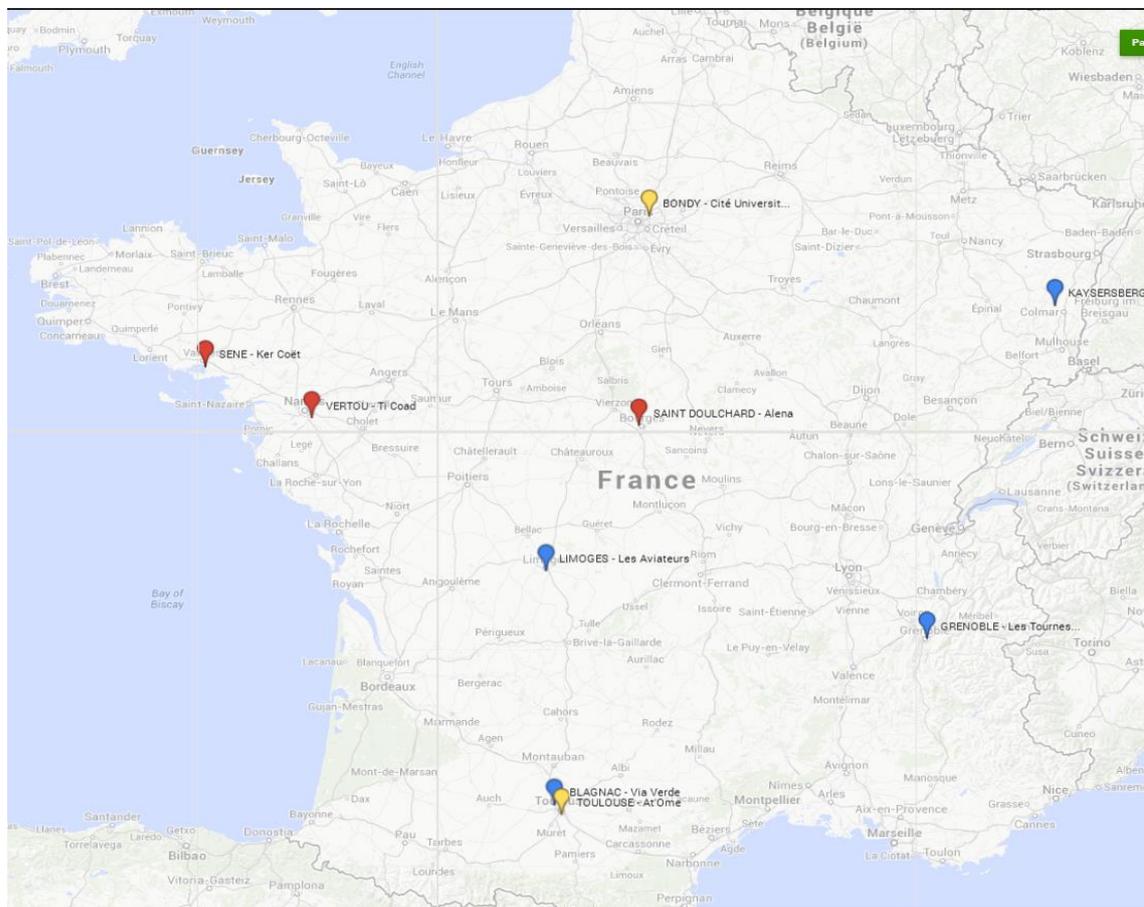


Figure 1 : localisation des opérations auditées

Neuf opérations ont fait l'objet d'un audit :



Mixte bois-béton

- Kaysersberg (68) – Les Tilleuls
- Blagnac (31) – Via Verde
- Grenoble (38) – Les Tournesols
- Limoges (87) – Les Aviateurs



Tout bois

- Vertou (44) —Ti Koad
- Séné (56) – Ker Coët
- Saint Doulchard (18) – Aléna



Modulaires 3D

- Toulouse (31) – At'Ome
- Bondy (93) – Cité Universitaire

Cette étude n'a pas de prétention statistique. Elle s'attache, à partir de rencontres des différents acteurs et de visites sur le terrain, à évaluer neuf opérations de bâtiments collectifs bois et à en synthétiser les enseignements issues des retours d'expérience.

Pour chaque opération, les équipes du maître d'ouvrage liées à la conception, à la réalisation, à l'exploitation et à la maintenance, et les architectes, ont été rencontrés, ainsi que les bureaux d'études techniques et les entreprises quand cela a été possible. Ces entretiens ont été complétés par 44 enquêtes auprès des habitants de ces opérations.

1

CONSTRUCTIONS BOIS : TYPOLOGIES

Concernant la typologie de la filière « Mixte bois/béton » ou « Tout bois », une comparaison est proposée avec les données moyennes tirées d'un panel de 9 opérations collectives BBC en filière « Béton » (*). De même la filière « Modulaire 3D bois » est comparée à une opération de résidence universitaire en filière « Béton ».

| Procédé constructif | Opération | Maîtrise d'ouvrage | Nbre logis | Taille moy. logis | SHAB m ² | Hauteur bâtiments | Contexte urbanistique | Zone climatique | Altitude | Conception-Réalisation | Durée chantier mois | Date de livraison | Certification | Coûts construction /m ² SHAB HT | Coûts construction /logement HT | Prêts % | Subvention % | Fonds propres % | Vente % | Subvention bois %/ subventions |
|---------------------|--|-----------------------------------|------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|-----------------|----------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--|---------------------------------|---------|--------------|-----------------|---------|--------------------------------|
| MIXTE BOIS/BETON | Via Verde BLAGNAC (31) | Groupe des Chalets | 18 | 64 | 1148 | R+4 | ZAC | H2c | 140 m | Non | 15 | 09/2012 | BBC Effinergie-H&E | 1 264 € | 80 607 € | | | | 100% | Non |
| | Le Tournesol GRENOBLE (38) | ACTIS | 44 | 67 | 2926 | R+5 | Urbain | H1c | 220 m | Non | 12 | 03/2012 | BBC Effinergie | 1 560 € | 103 753 € | 64% | 30% | 6% | Non | 4% |
| | Les Tilleuls KAYSERSBERG (67) | Habitat Haute Alsace | 16 | 60 | 964 | R+3 | Pavillonnaire | H1b | 250 m | Non | 13 | 01/2012 | BBC Effinergie-H&E | 1 367 € | 82 383 € | 70% | 24% | 6% | Non | 5% |
| | Les Aviateurs LIMOGES (87) | Limoges Habitat | 18 | 67 | 1197 | R+2 | Mi-résidentiel mi-industriel | H1c | 294 m | Non | 16 | 05/2011 | BBC Effinergie-H&E | 1 119 € | 74 384 € | 59% | 31% | 10% | Non | 15% |
| TOUT BOIS | Aléna SAINT-DOULCHARD (18) | France Loire | 21 | 56 | 1177 | R+2 | Périurbain pavillonnaire | H2b | 150 m | Oui | 18 | 04/2013 | Passivhaus | 1 585 € | 88 859 € | 58% | 27% | 16% | Non | 38% |
| | Ti Koad VERTOU (44) | Maison Familiale Loire-Atlantique | 11 | 62 | 681 | R+3 | Urbain | H2b | 100 m | Non | 14 | 09/2012 | BBC Effinergie | 1 286 € | 79 545 € | | | | 100% | Non |
| | Ker Coët SENE (56) | Bretagne Sud Habitat | 21 | 66 | 1382 | R+2 | Pavillonnaire dense | H2a | 9 m | Oui | 13 | 07/2013 | BBC Effinergie | 1 276 € | 83 976 € | 75% | 10% | 15% | Non | Non |
| BETON | 9 opérations collectives * | 37 | 37 | 68 | 2571 | R+4 | | | | 1 sur 9 | 20 | 02/2011 | BBC | 1 424 € | 92 968 € | 63% | 24% | 13% | | Sans objet |
| MODULAIRE 3D BOIS | At'Ome TOULOUSE (31) | CROUS | 100 | 18 | 1785 | R+4 | Périurbain campus | H2c | 144 m | Oui | 10 | 09/2013 | Aucune-RT2005 | 2 406 € | 42 948 € | 79% | 6% | 15% | Non | Non |
| | Cité Universitaire BONDY (93) | CROUS & OSICA | 100 | 19 | 1877 | R+2 | Urbain | H1a | 54 m | Oui | 7 | 09/2013 | BBC Effinergie-H&E | 2 306 € | 43 079 € | 91% | 9% | 0% | Non | Non |
| BETON | Cité universitaire Languedoc RENNES (35) * | 200 | 200 | 23 | 4510 | R+8 | Périurbain | H2a | 50 m | Non | 16 | 07/2010 | BBC Effinergie-H&E | 1 641 € | 44 946 € | 73% | 27% | 0% | | Sans objet |

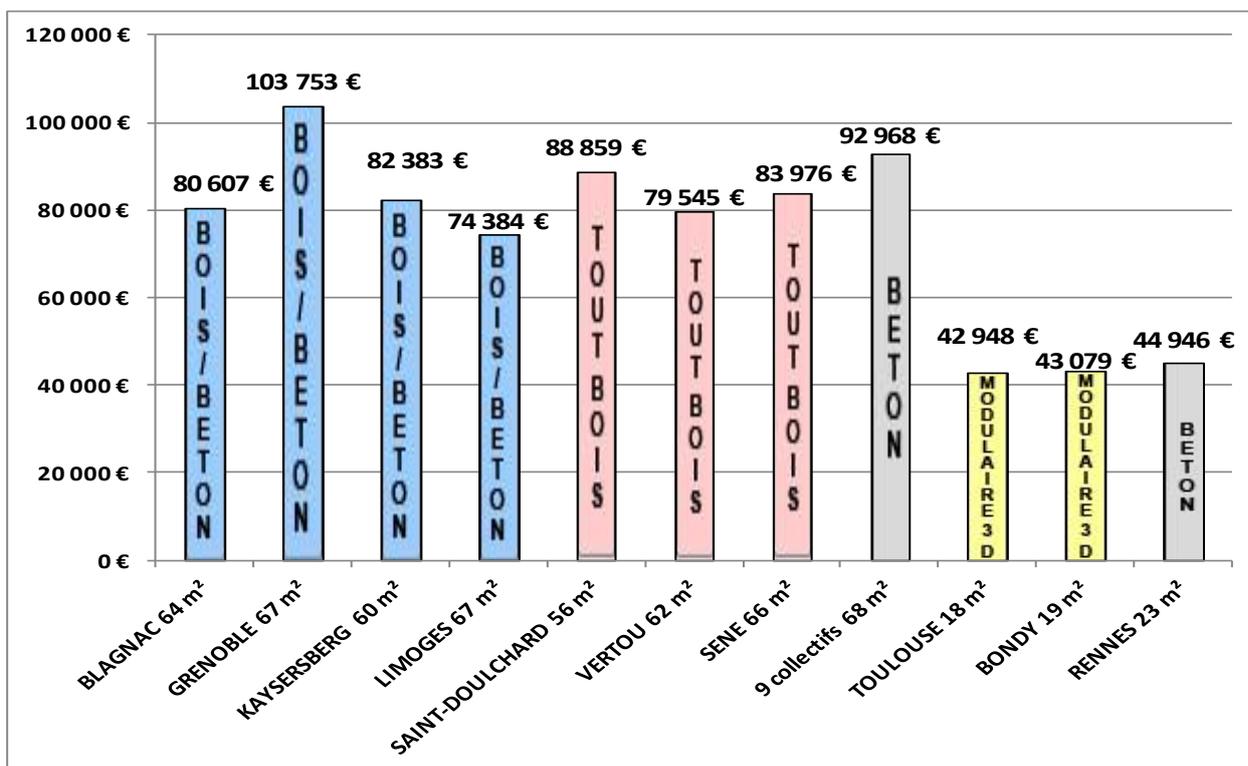
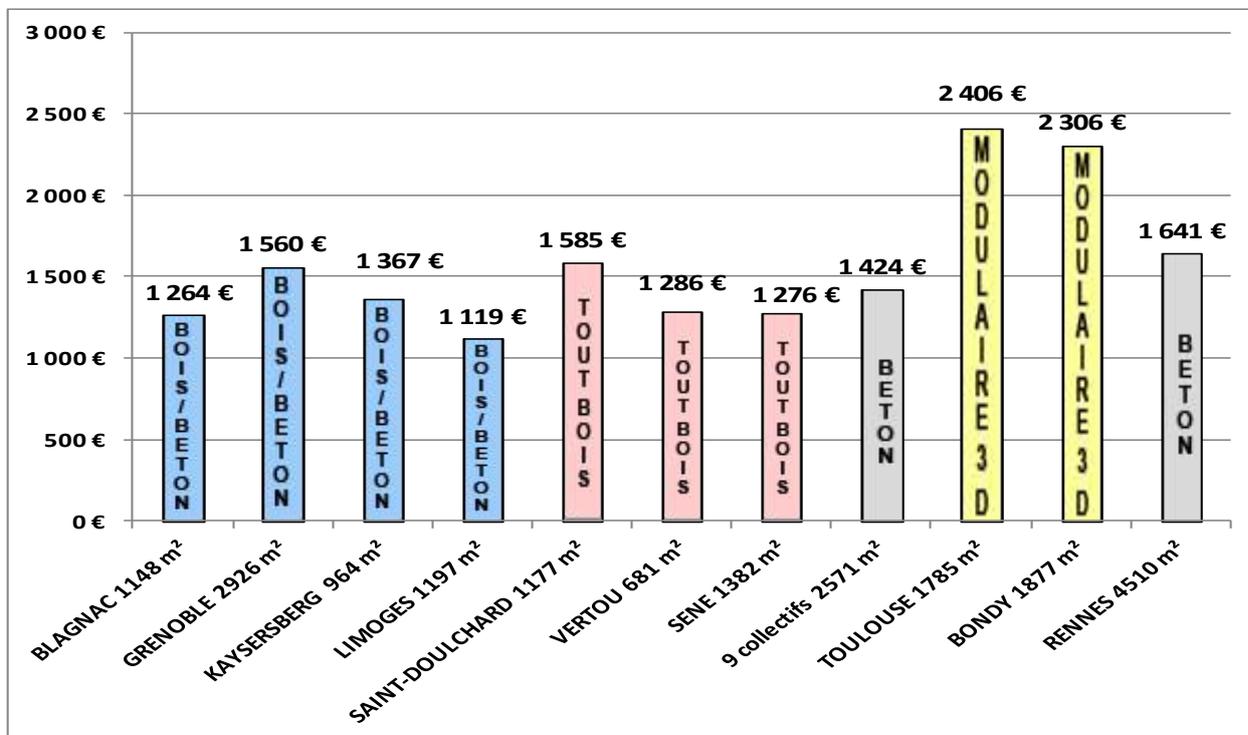
* Données issues des études :

- FNSCHLM « Immeubles BBC en accession sociale retour d'expériences »- juin 2012, pour les opérations de Guipavas (29), Bruz (35) et Angers (49),
- USH « Evaluation d'opérations neuves BBC dans le logement social en France » - novembre 2011, pour les opérations de Rennes (35), Grenoble (38), Bouguenais (44), Illkirch (67), Décines-Charpieu (69), Aix-les-Bains (73) et Epagny (74).

1) APPROCHE ECONOMIQUE ET COMPTABLE

1) Coûts de construction

Coûts de construction en € HT / m² SHAB



| MIXTE BOIS/BETON | | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|---|--|--|
| <p>Coûts de construction en € HT / m² SHAB :</p> <ul style="list-style-type: none"> Mixte bois/béton équivalent au tout bois, Coûts moins élevés que la filière béton liés à la plus petite taille des immeubles¹. | | | <p>Coûts de construction en € HT / m² SHAB :</p> <ul style="list-style-type: none"> Très net surcoût du modulaire 3D bois lié au procédé constructif (à comparer avec la filière béton) et au logement étudiant en regard de l'intensité d'équipement au m² - avec du mobilier - (coefficient de complexité de 1,44², soit des coûts « normalisés » à 1 671 € pour Toulouse, 1 601 € pour Bondy et pas pour Rennes : 1140 €). Ce surcoût est renforcé par les parkings en sous-sol à Rennes, inexistant pour les modulaires 3D. <p>Le gros œuvre (structure béton, clos, couvert) représente environ 40 à 50 % des coûts de construction.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> Coûts de constructions non directement dépendants de la présence du bois. Pour Grenoble, les MOB, bardage et balcons ne représentent que 15% de la totalité de l'enveloppe travaux. | <p>Surcoût de Saint-Doulchard lié au Passivhaus, aux choix techniques et à la complexité du chantier.</p> | | |
| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS | |
| <p>Coûts de construction HT par logements :</p> <ul style="list-style-type: none"> Equivalence entre le mixte bois/béton, le Tout bois et le Tout béton Surcoût de Saint-Doulchard lié au Passivhaus, aux choix techniques et à la complexité du chantier et, pour Grenoble, lié à un immeuble important (parking en sous-sol, toitures végétalisées, doubles entrées + ascenseurs x2, dalle de cour végétalisée) | | <p>Coûts de construction HT par logements :</p> <ul style="list-style-type: none"> Equivalence entre le mixte bois/béton, le Tout bois et le Tout béton. Rennes a 10% d'espaces collectifs et des logements plus grands (23 m² en moyenne soit 35 175 € pour 18 m²) ce qui explique un coût équivalent au modulaire 3D bois. | |

- **Pour les opérations bois étudiées en comparaison du panel disponible de 9 opérations collectives BBC en filière béton, les coûts entre les filières béton, mixte bois/béton et tout bois sont équivalents (1 320 € HT/m² SHAB). En revanche la filière modulaires 3D**

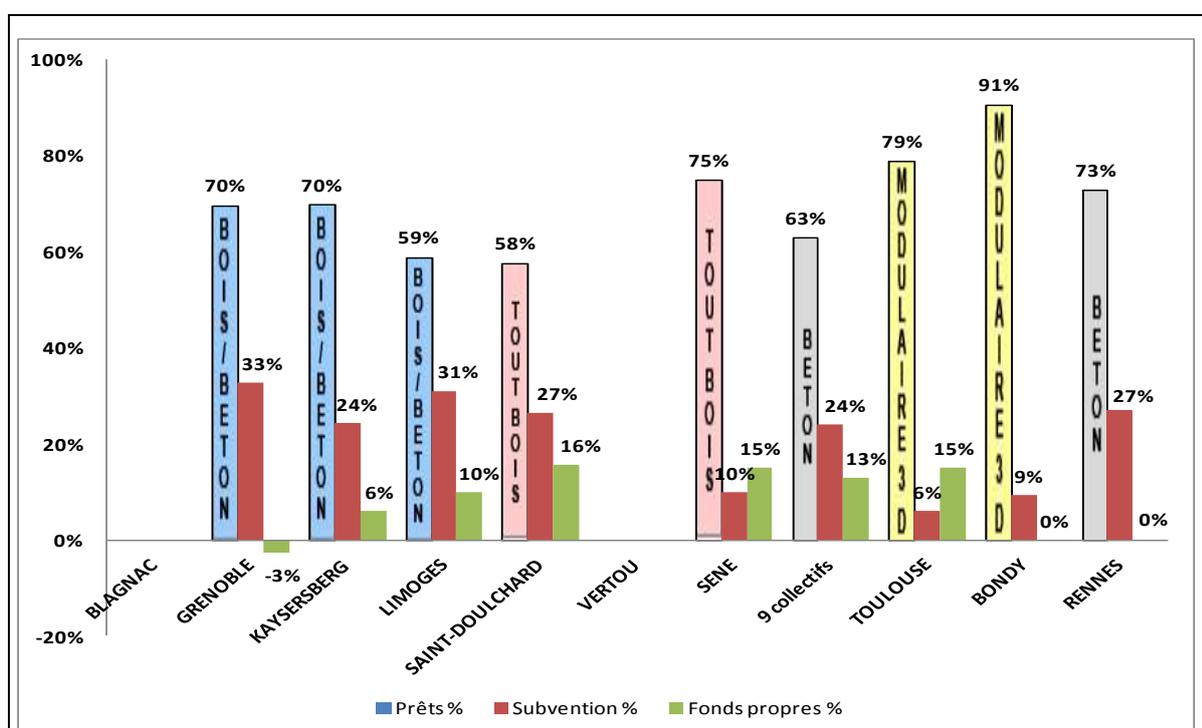
¹ cf Etude USH • USH « Evaluation d'opérations neuves BBC dans le logement social en France » - novembre 2011, p15

² Complexité d'un projet pour la rémunération de la MOE - Loi MOP. La valeur de 1,44 est proposée par le bailleur Archipel Habitat de Rennes

bois (2 360 € HT/m² SHAB) présente un surcoût par rapport à une opération comparable en béton.

- La durée plus limitée des chantiers en filière bois est un facteur propre à réduire sensiblement le coût des opérations. Toutefois, sur les opérations analysées, ce facteur d'économies a été en partie atténué par l'allongement de la durée des phases de conception, lié à la spécificité de cette filière constructive (détails d'exécution plus poussés) et à son caractère encore relativement innovant en logement collectif en France.
- Dans le cadre de cette étude, sans que cela ait une portée statistique, le coût des constructions bois n'apparaît pas comme un facteur discriminant pour le choix de la filière.

2) Prêts, subventions, fonds propres



Financements : répartitions prêts, subventions et fonds propres en %

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|-----------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Prêts variant de 58 à 75% (moyenne à 66%, proche de celle de la filière béton à 63%), • Subventions importantes, variant de 10 à 31% (moyenne à 25%, quasi équivalente à celle de la filière béton), • Fonds propres variant de -3% à 16% (moyenne de 9%, filière béton à 13%). | | <p>Prêts à 79 et 91% (moyenne à 85% contre 73% pour Rennes),</p> <p>Faiblesse des subventions, 6 et 9% (moyenne de 7,5% contre 27% pour Rennes). Les subventions importantes de Rennes expliquent la moindre importance des prêts.</p> |

Subventions bois :

- Seules 4 opérations sur 9 ont des subventions spécifiques au bois, d'une faible proportion par rapport au total des subventions (4% Grenoble, 5% Kayserberg et 15% Limoges), à l'exception de Saint-Doulchard avec 38% en raison d'un programme école destiné au développement de la filière.

PART DES SUBVENTIONS DANS LE FINANCEMENT

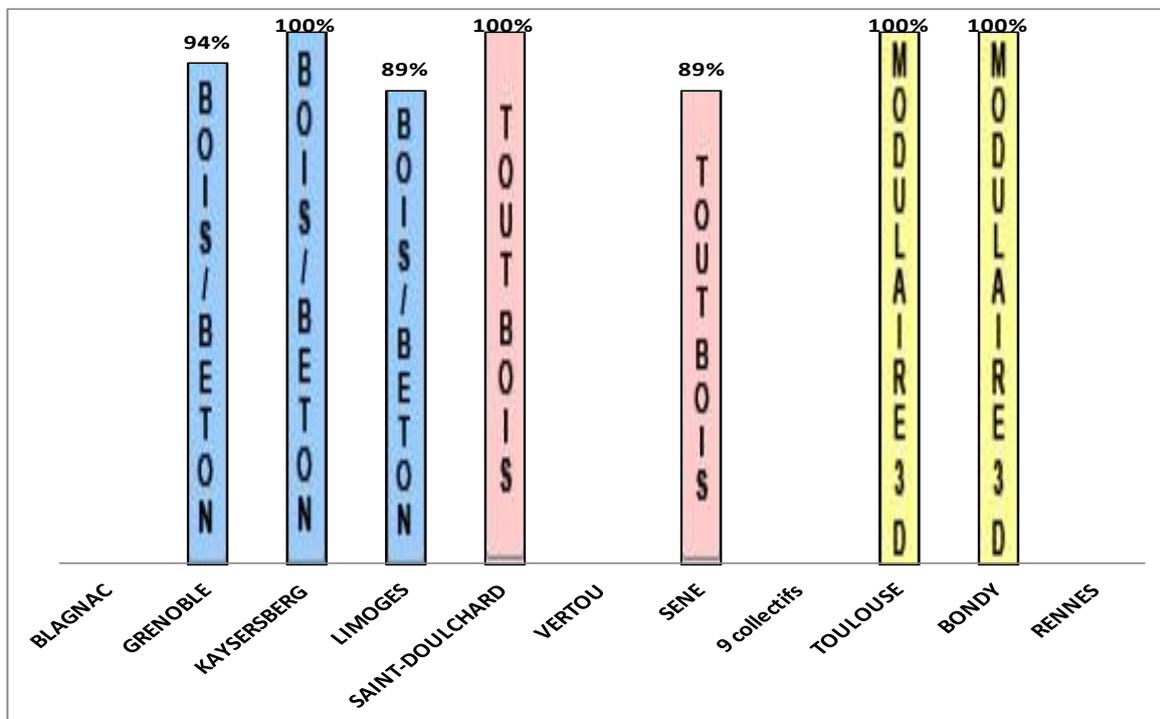
| | Le Tournesol GRENOBLE (38) | Les Tilleuls KAYSERSBERG (67) | Les Aviateurs LIMOGES (87) | Aléna SAINT- DOULCHARD (18) | Ker Coët SENE (56) | At'Ome TOULOUSE (31) | Cité Universitaire BONDY (93) | Moyenne |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|--|--------------|
| Etat | 1,8% | 9,3% | | 3,1% | 2,0% | | | 4,1% |
| ANRU | 6,2% | | 20,2% | | | | | 13,2% |
| Région | 4,8% | 8,9% | 8,0% | 5,6% | 1,0% | | 7,6% | 6,0% |
| Département | 1,6% | 6,7% | 0,3% | 4,1% | 1,0% | | | 2,7% |
| Collectivités locales | 11,4% | 7,4% | 2,8% | 10,2% | 3,0% | | | 7,0% |
| Autres | 6,6% | 3,7% | 0,2% | 3,4% | 3,0% | 6,0% | 1,7% | 3,5% |
| Total | 32,4% | 36,0% | 31,5% | 26,4% | 10,0% | 6,0% | 9,3% | 21,7% |

- **Nette prépondérance des prêts (moyenne de 70%), mais importance relative des subventions (moyenne de 21%). Les subventions bois sont minoritaires. Quand elles existent, elles sont assez peu importantes et ne sont pas un critère déterminant du choix de mise en œuvre des opérations.**
- **Les subventions ont des origines variées mais en dehors des subventions ANRU, ce sont les subventions locales (Région, Département, Collectivités locales) qui sont les plus importantes. Les données transmises par les Maîtres d'ouvrage (MOA) ne permettent pas de vérifier la conditionnalité des aides accordées en dehors des subventions bois.**
- **Les montages financiers de ces opérations ne semblent pas présenter de particularités liées à la filière.**

3) Prêts CDC

Importance des prêts CDC par rapport à la totalité des prêts

- Les prêts CDC constituent l'essentiel des prêts avec une moyenne à 96%,
- Grande variabilité des types de prêts CDC, des taux et des durées (36 à 50 ans),



- Les prêts autres que ceux de la CDC sont essentiellement de 1% pour les 3 opérations concernées.

| Procédé constructif | Opération | % Prêts CDC/P-rêts | Prêt CDC type | Taux | Durée | % des prêts | Prêt CDC type | Taux | Durée | % des prêts | Prêt CDC type | Taux | Durée | % des prêts | Prêt CDC type | Taux |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|---------------|------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------------|--------|-------------|----------------|-----------------------|--------|-------------|-----------------|-------|
| MIXTE BOIS/BETON | Via Verde BLAGNAC (31) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Le Tournesol GRENOBLE (38) | 94% | PLAI Foncier | 2,30% | 50 ans | NC | BBC-AI | 2,10% | 40 ans | NC | PDR-CF et PLUS | 3,60% | 50 ans | NC | PLUS BBC et PDR | 3,40% |
| | Les Tilleuls KAYSERSBERG (67) | 100% | PLAI | 2,60% | 40 à 50 ans | 100% | | | | | | | | | | |
| | Les Aviateurs LIMOGES (87) | 89% | PLAI-BBC | 0,40% | 40 ans | 49% | PLUS BBC | 0,40% | 40 ans | 39% | | | | | | |
| TOUT BOIS | Aléna SAINT-DOULCHARD (18) | 100% | PLAI-BBC | Taux Livret A - 0,4 % | 40 ans | 32% | PLUS BBC | Taux Livret A + 0,4 % | 40 ans | 63% | PLAI-Foncier | Taux Livret A - 0,2 % | 50 ans | 6% | | |
| | Ti Koad VERTOU (44) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ker Coët SENE (56) | 89% | PLAI | 2,05% | 40 ans | 16% | PLUS | 2,85% | 40 ans | 72% | | | | | | |
| MODULAIRE 3D BOIS | At'Ome TOULOUSE (31) | 100% | PLS-DD 2013 | 2,36% | 35 ans | 59% | CDC PHARE | 3,25% | 25 ans | 41% | | | | | | |
| | Cité Universitaire BONDY (93) | 100% | PLS | Taux Livret A 01/02/20 12 + 1,07 % | 36 ans | 100% | | | | | | | | | | |

4) Coûts d'utilisation et charges d'entretien

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Manquant d'expérience et de recul suffisant, les MOA estiment toutefois que les besoins en entretien et en réhabilitation ne seront probablement pas différents de ceux en filière béton, La question des bardages soulève encore des interrogations quant à l'impact du vieillissement mais davantage en termes esthétiques qu'en termes d'entretien pour garantir sa durabilité. | <ul style="list-style-type: none"> La MOA de Séné prévoit une vigilance accrue sur la maintenance du chauffage et de la Ventilation mécanique contrôlée (VMC) du logement liée à l'étanchéité à l'air des bâtiments : risque de sinistralité, | <ul style="list-style-type: none"> Pour la MOA de Toulouse, pas d'éléments sur la sinistralité liée au bois même si elle la craint supérieure aux bâtiments béton par la plus grande sensibilité à l'humidité du bois en cas de réalisation non satisfaisante. Pour la MOA de Bondy, la problématique est la même que pour les logements en béton, car les équipements mis en œuvre par les |

| | | |
|--|---|--|
| | développement moisissures si le logement n'est pas bien ventilé | corps d'état secondaire sont identiques. |
|--|---|--|

- Du fait de l'absence de recul sur les constructions bois, les MOA projettent pour les bâtiments bois des besoins en entretien, et donc des coûts d'utilisation et des charges, identiques à ceux de la filière béton, même si des interrogations demeurent pour les opérations Tout bois (Séné) et Modulaire 3D bois sur leur aptitude au vieillissement et les risques de sinistralité liés à l'humidité (infiltrations, dégâts des eaux).
- Pour les bardages, l'entretien n'est envisagé qu'à l'issue des garanties de 10 à 15 ans pour les bois traités. Les opérations de Saint-Doulchard, Grenoble, Kaysersberg et Limoges ont choisi des bardages bois sans traitement, sans entretien, d'une évolution vers le grisé, avec une durée de vie escomptée de 20 à 30 ans, voire plus.

5) Durée de vie du bâtiment

- C'est une question que ne se posent pas les Maîtres d'œuvre (MOA) qui n'envisagent pas de spécificité pour ces modes constructifs bois. Seule la MOE de l'opération de Toulouse a produit un document officiel selon lequel le bâtiment a une structure conforme au DTU 31.2 (règles de constructions des bâtiments à ossature bois) et calculée aux Eurocodes (EC) 5 (EC5 : structures en bois - NF EN 1995) et 8 (EC8 : résistance aux séismes - NF EN 1998), durée de vie minimale de 50 ans (NF EN 1990), identique à celle d'un bâtiment classique.
- Les normes Eurocodes régissant le calcul des éléments structurels font aujourd'hui loi dans le secteur de la construction. A ce titre, les bâtiments bois peuvent respecter la norme NF EN 1990 pour les bâtiments de catégorie 4 soit une durée indicative d'utilisation du projet de 50 années au minimum. En l'absence de recul sur les constructions bois collectives, aucun élément ne permet d'estimer une durée de vie différente de celle de la filière béton
- En fin de vie, le démontage des matériaux paraît plus aisé qu'en filière béton. Le recyclage dépend de la classe de traitement des bois utilisés :
 - Les bois de classe 1,2 et 3A (bois de construction à traitement superficiel par trempage du bois contre les attaques bactéricides, fongicides ou insecticides) peuvent être réutilisés (réemploi ou transformation en panneau de particules) ou incinérés (bois énergie),
 - Les bois de classe 3B, 4 et 5 (bois de construction traités en profondeur en autoclave avec des métaux lourds (oxydes de cuivre, chrome, arsenic) sont répertoriés en catégorie « déchets dangereux » devant faire l'objet d'un traitement spécifique (incinération, cimenterie ...)

2) TYPOLOGIE DES AVANTAGES ET DES INCONVENIENTS POUR LES MAÎTRES D'OUVRAGE ET HABITANTS

1) Avantages

Pour la Maîtrise d'ouvrage :

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Matériau sain, procédé constructif peu émissifs en Gaz à Effet de Serre (GES), avec un très bon bilan carbone, aidant à l'émergence d'une filière bois locale, • Démarche en groupement de Conception-Réalisation très bien adaptée à ces modes constructifs nécessitant davantage d'investissement en conception, de transversalité et une responsabilité plus solidaire des acteurs participant à l'acte de construire. L'engagement initial sur le prix de revient de l'opération, génère un comportement solidaire des acteurs au projet, • Réalisation : moins de problèmes que pour un chantier béton en raison d'une phase de conception mieux préparée, l'obligation d'anticiper et de détailler rejaillissant sur tous les lots, • Préfabrication des modules bois permettant une réduction des coûts, • Chantier propre lié à la nature du matériau et à la préfabrication, avec de meilleures conditions de travail pour les ouvriers (sec, isolation thermique) et peu de nuisances vis-à-vis du voisinage. Les éléments préfabriqués génèrent moins d'usinage et de déchets sur le chantier, • Esthétique du bardage bois permettant de souligner la singularité de l'immeuble : la perception négative du vieillissement peut évoluer avec le temps et l'habitude, <p>Par les matériaux utilisés, avec une bonne qualité d'exécution, émergeance d'un comportement d'appropriation par les locataires.</p> | | |
| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Moins onéreux que le Tout bois : les dalles béton sont moins chères, • Plus d'avantages que le Tout bois : contreventement, acoustique, thermique et économique. | <ul style="list-style-type: none"> • Gain de temps en phase chantier (3 mois par rapport au béton), • Enveloppe performante évitant le recours à des systèmes sophistiqués, • Très bonne isolation phonique possible, • Meilleure ambiance dans les appartements, notamment grâce à une hygrométrie plus favorable. | <ul style="list-style-type: none"> • Gain de temps en phase chantier (6 mois par rapport au béton), • Isolation phonique liée au mode constructif pouvant être exceptionnelle entre parois horizontales et verticales (Toulouse) |

Pour les habitants :

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sentiment d'habiter dans une construction originale et de qualité, • Vision très positive du bois : amélioration esthétique (bardage, parois intérieures...), matériau chaleureux, sentiment de bien-être dans les logements, aussi solide, moins sonore et sans accroissement du risque incendie par rapport au béton, • Vieillessement du bardage bois ne semblant pas poser de problème pour certains habitants, • Bonne, voire très bonne, isolation thermique, • Bonne isolation phonique aux bruits extérieurs et aux bruits intérieurs de conversations. | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Confort d'été très satisfaisant. | <ul style="list-style-type: none"> • Confort d'été très satisfaisant pour Saint-Doulchard, | <ul style="list-style-type: none"> • Bonne isolation phonique aux bruits extérieurs et entre chambres. Cette isolation est exceptionnelle pour Toulouse |

2) Inconvénients

Pour la Maîtrise d'ouvrage :

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|-----------|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Difficile de s'approvisionner exclusivement en bois français, la filière ayant besoin de se structurer en fonction de cette nouvelle demande. Les entreprises locales n'ont pas toujours le savoir-faire et la capacité de production suffisante pour des chantiers en immeuble collectif, • Prise en compte encore difficile de ces procédés innovants par les financeurs, • Conception plus longue, tout doit être défini dès le départ, l'empirisme est exclu, il est plus difficile de modifier en phase chantier, • Impossibilité d'une architecture bois en pied liée à l'humidité, impliquant soit des surélévations, soit un interfaçage bois/béton, complexe pour les baies, • Certification CERQUAL difficile à mettre en œuvre Modules ossatures bois en 2 D, parois ou modules ossatures bois (MOB) mais estimée efficace pour l'acoustique, • Temps de préparation du chantier plus important qu'en filière béton (2 mois en bois contre 1 mois en béton), • Procédés innovants, avec des chantiers écoles qui se sont parfois mal passés (Vertou, Blagnac, Toulouse), | | |

| <ul style="list-style-type: none"> Bois plus complexe à mettre en œuvre que le béton demandant une réalisation soignée (risques de malfaçons, sensibilité accrue à l'humidité), Étanchéité à l'air et traitement acoustique demandant des traitements renforcés et soignés, <p>Risques de détérioration non apparente de la structure bois (infiltrations, dégâts des eaux...)</p> <p>Vieillessement du bois en façade pas toujours accepté.</p> | | |
|--|--|--|
| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
| | <ul style="list-style-type: none"> Intempéries en phase chantier : des solutions techniques de protection face à la pluie doivent être mises en place, Il reste des interrogations sur le confort d'été pour Séné et Vertou. | <ul style="list-style-type: none"> Coût plus élevé par logement par rapport à la filière béton traditionnelle, Le raccourcissement des délais de chantier accentue les problèmes d'interface avec les concessionnaires (EDF/GDF, France Télécom ...) dont les temps de réaction sont mal adaptés à la rapidité de ce mode constructif, Faute de recul, interrogations sur le confort d'été. |

Pour les habitants :

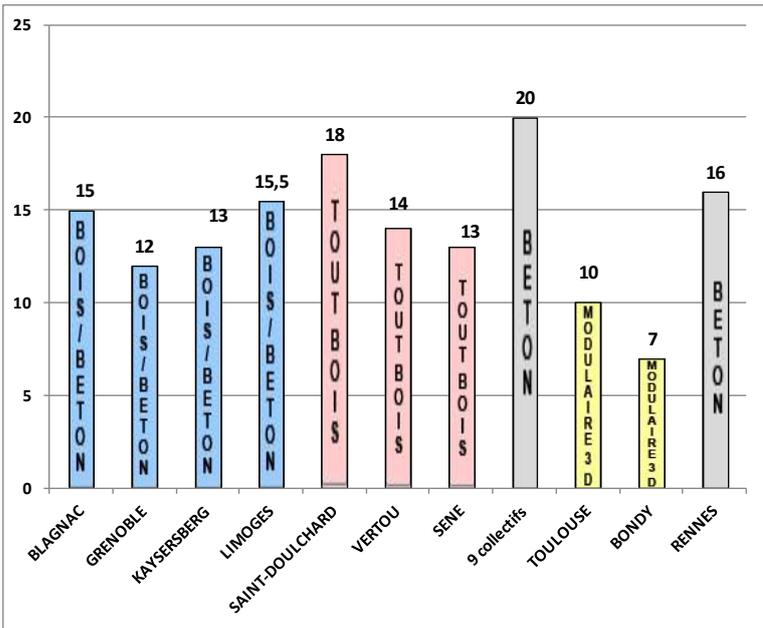
| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|-----------|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Craintes sur la perception du vieillissement des parties en bois exposées aux intempéries (prématuré, conditions d'entretien, moins-value à la revente) par certains habitants, Perçage des parois ossature bois avec risque pour l'étanchéité à l'air, Balcons avec platelage bois ajouré posant des problèmes de voisinage. | | |

| | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Confort d'été insuffisant avec des appartements chauds, • Retrait esthétique du bois en séchant (poutre lamellé collé, joint extérieur des baies). | <ul style="list-style-type: none"> • Confort d'été à évaluer, • Bâtiment soumis aux vibrations (déplacements des occupants, impact des vents violents). • Isolation phonique entre chambres et couloirs insuffisante, • Isolation phonique entre niveaux perfectible (Bondy). |
|--|---|---|

3) ANALYSE CRITIQUE

1) Atouts et bonnes pratiques :

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|--|-----------|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Bois matériau renouvelable (PEFC OU FSC), stockant du CO2, pouvant être de provenance locale, • Bureau d'étude structure spécialisé en bois dans l'équipe de MOE, garantissant une meilleure conception, • Assistante à Maîtrise d'ouvrage (AMOA) ou facilitateur de projet ayant l'expérience et une bonne maîtrise des spécificités des constructions bois, • Expérience et/ou formation des équipes MOA et MOE aux problématiques de la construction bois, • Démarche de Conception-Réalisation mieux adaptée, apportant une vision globale et transversale du projet dont l'exécution doit être particulièrement soignée pour garantir la performance finale du bâtiment, • A épaisseur égale des murs et coûts similaires, la construction bois apporte une enveloppe plus performante que les constructions béton, • Préfabrication en usine permettant une meilleure qualité thermique et acoustique entre pièces et vis-à-vis de l'extérieur ainsi que la diminution des coûts de production (pour les MOB), • Organisation des logements dans une logique traversante pour le confort d'été des habitants, • Logement témoin, en amont dans la phase chantier, facilitant l'amélioration continue des pratiques relatives à l'étanchéité à l'air, • Approche collaborative des parties prenantes au chantier, fondée sur le développement de la culture du résultat, | | |

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----------|---------|------|---------|------------|----|----------|------------|----|-------------|------------|----|---------|------------|------|-----------------|-----------|----|--------|-----------|----|------|-----------|----|--------------|-------|----|----------|--------------|----|-------|--------------|---|--------|-------|----|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;">  <table border="1" data-bbox="240 259 1003 887"> <caption>Coûts de construction par filière et localité</caption> <thead> <tr> <th>Localité</th> <th>Filière</th> <th>Coût</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BLAGNAC</td><td>BOIS/BETON</td><td>15</td></tr> <tr><td>GRENOBLE</td><td>BOIS/BETON</td><td>12</td></tr> <tr><td>KAYSERSBERG</td><td>BOIS/BETON</td><td>13</td></tr> <tr><td>LIMOGES</td><td>BOIS/BETON</td><td>15,5</td></tr> <tr><td>SAINTE-DOLCHARD</td><td>TOUT BOIS</td><td>18</td></tr> <tr><td>VERTOU</td><td>TOUT BOIS</td><td>14</td></tr> <tr><td>SENE</td><td>TOUT BOIS</td><td>13</td></tr> <tr><td>9 collectifs</td><td>BETON</td><td>20</td></tr> <tr><td>TOULOUSE</td><td>MODULAIRE 3D</td><td>10</td></tr> <tr><td>BONDY</td><td>MODULAIRE 3D</td><td>7</td></tr> <tr><td>RENNES</td><td>BETON</td><td>16</td></tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 35%;"> <ul style="list-style-type: none"> • Durée du chantier : <ul style="list-style-type: none"> - A peu près équivalentes entre les filières Mixte bois/béton et Tout bois, elles permettent de gagner entre 3 et 6 mois sur la filière béton et probablement plus quand les techniques constructives seront mieux maîtrisées. - Le gain est encore plus important pour le Modulaire 3D bois, entre 6 et 10 mois par rapport à la filière béton. • Chantier propre hors phase humide (béton), sans nuisance pour le voisinage (peu de poussières et de bruits), peu d'assemblages, peu de déchets, peu de besoins en eau et plus grand confort de travail pour les ouvriers (très vite en clos couvert, sensation de bien-être dans le bâtiment, très propre), • Exigence de précision du matériau bois et qualité des détails d'exécution en phase conception générant moins de problème en phase chantier et en GPA, • Panneaux OSB en face intérieure des MOB garantissant une facilité accrue de mise en œuvre de l'étanchéité à l'air et une meilleure résistance de l'enveloppe en phase chantier. • Bonne étanchéité à l'air non liée au procédé constructif mais à la qualité de réalisation, • Image très positive du bois auprès des habitants, permettant une meilleure appropriation du bâtiment, • Remise aux locataires d'un guide des bonnes pratiques liées à la construction bois thermiquement performante, • Vieillessement du bardage bois ralenti par : <ul style="list-style-type: none"> • bois de grande qualité, sans nœud et autoclavé, • pose horizontale non en clins (non jointif), • pose verticale, sans accident de façade, ni bavette, ni débord excessif de toiture, • pose verticale en lame biaisée ajourée. </div> </div> | | | Localité | Filière | Coût | BLAGNAC | BOIS/BETON | 15 | GRENOBLE | BOIS/BETON | 12 | KAYSERSBERG | BOIS/BETON | 13 | LIMOGES | BOIS/BETON | 15,5 | SAINTE-DOLCHARD | TOUT BOIS | 18 | VERTOU | TOUT BOIS | 14 | SENE | TOUT BOIS | 13 | 9 collectifs | BETON | 20 | TOULOUSE | MODULAIRE 3D | 10 | BONDY | MODULAIRE 3D | 7 | RENNES | BETON | 16 |
| Localité | Filière | Coût | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BLAGNAC | BOIS/BETON | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRENOBLE | BOIS/BETON | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KAYSERSBERG | BOIS/BETON | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LIMOGES | BOIS/BETON | 15,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SAINTE-DOLCHARD | TOUT BOIS | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERTOU | TOUT BOIS | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SENE | TOUT BOIS | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 collectifs | BETON | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOULOUSE | MODULAIRE 3D | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BONDY | MODULAIRE 3D | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RENNES | BETON | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Coûts de construction proches de ceux de la filière béton</p> | | <ul style="list-style-type: none"> • Simplification de la conception : la modularité permet de travailler sur un seul élément dont le simple | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Trame porteuse en poteau-poutre avec des refends et épaisseurs de dalles optimisés afin d'éviter les | <ul style="list-style-type: none"> • « Passivhaus » à surcoût maîtrisé : 105 € HT de plus par m2 SHAB en raison du | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|--|---|--|
| <p> poteaux à l'intérieur des logements, permettant une souplesse de rénovation des bâtiments dans l'avenir,</p> <p> MOB : empilement en nez de dalles et murs présentant les avantages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rapidité de montage, meilleure adaptation au degré de tolérance bois/béton, - passage des fluides en dalle et refends pour rendre l'enveloppe plus étanche et amovible pour remplacement éventuel (cycle de vie), - possibilité de MOB intégrant les ouvrants et le bardage. - Bon confort d'été lié à l'inertie thermique, <ul style="list-style-type: none"> • Moindre sensibilité du Mixte bois/béton aux dégâts des eaux et autres désordres liés à l'humidité, • Meilleure maîtrise de l'isolation phonique avec les refends et les dalles en béton, technique traditionnelle. | <p> mode constructif choisi et de l'orientation optimale Nors/Sud du bâtiment,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procédé KLH (bois contrecollé) permettant le R+11 et peu sensible aux insectes xylophages, au risque incendie et à l'humidité, • Association à l'ossature bois de murs de refends en bois massifs contre cloués apportant capacité de reprise de charge, contribution à la maîtrise de l'acoustique et confort visuel, • Qualité acoustique équivalente à celle du béton, notamment pour les bruits de chocs transmis par les planchers, en agissant sur les points suivants : <ul style="list-style-type: none"> - préfabrication en atelier pour une meilleure maîtrise de la qualité acoustique, - murs, planchers et refends non solidaires, - toutes les interfaces des structures bois reliées par des résilients, - étanchéité à l'air traitée au niveau de chaque appartement, - 3BA 13 pour les murs entre les logements, | <p> agencement demande moins de temps de conception qu'une construction traditionnelle,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recyclage aisé des modules, • Modularité permettant la répétition d'un seul protocole pour les entreprises de second œuvre, • Limitation du nombre d'entreprises sur le chantier, • Pas de dégradations à l'intérieur des modules car accès inutile aux entreprises de second œuvre, • Faible dépendance aux intempéries en phase montage : les modules bois étant protégés au départ de l'usine pour leur transport, • Isolation phonique exceptionnelle (Toulouse) par les doubles parois entre modules, très appréciable en résidence étudiante, • Très forte isolation thermique des parois. |

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|------------------|---|-------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - revêtement de sol acoustique. • Ambiance intérieure des logements chaleureuse et feutrée (bonne absorption des sons, faible résonance, chaleur du bois apparent s'il y a lieu, meilleure hygrométrie). | |

2) Critiques

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|-----------|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Bois de provenance lointaine (Europe, Sibérie, bois tropical), avec des émissions de CO2 liées au transport, • Procédés innovant et donc chantiers écoles demandant un rodage et pouvant plus ou moins mal se passer selon les opérations (problèmes d'organisation et de réalisation, gestion des imprévus, dépassements de délais, manque de compétences...), • Délais de fabrication des MOB ou des modules pouvant entraîner des retards sur le chantier en cas de mauvaise organisation des entreprises bois, • Phase humide (béton), de durée limitée mais nécessaire pour tous les modes constructifs bois, générant les mêmes nuisances qu'un chantier en filière béton, • Interfaçage difficile entre le béton et le bois (différences de cultures entre les entreprises de maçonnerie et de menuiserie notamment pour la qualité de réalisation et les marges d'erreurs, évolutions dans le temps des deux matériaux créant des décalages...), pouvant entraîner notamment des problèmes vis-à-vis des étanchéités à l'air ou à l'eau, • Habitants sans consignes spécifiques au bois et pouvant ignorer l'existence de panneaux ossature bois d'où le risque de perforation de la membrane d'étanchéité à l'air lors d'aménagements intérieurs (pose de rideaux, etc...), • Balcons parfois mal conçus en liaison structure / façade ou avec lattes bois ajourées laissant passer les EP, des liquides et poussières chez le voisin du dessous, • Résine et tanin du bois neuf non traité du bardage lessivés par la pluie et pouvant laisser des traces sur les enduits et les balcons, • Enduit extérieur pouvant présenter des problèmes (bois non mis en valeur, mise en œuvre difficile, aspect peu qualitatif, sensibilité aux chocs). | | |

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|--|---|
| <p>Coûts de constructions proches de ceux de la filière béton, mais risque d'une réalisation au rabais plus pénalisante en construction bois si les prix sont trop tirés vers le bas.</p> | | <p>Longueur et largeur des modules imposant des convois exceptionnels (coûts et temps de livraison),</p> <p>Modules bois ne permettant pas de baisser les coûts de construction car le volume de production n'est pas assez important,</p> <p>Monotonie de la conception modulaire imposant de travailler beaucoup plus sur les façades et les agencements,</p> <p>Si habillages extérieurs des modules en usine, risque de dégradations des finitions, lié à l'empilement des modules sur le chantier (chocs et décalages),</p> <p>En cas de réalisation approximative, crainte de désordres (infiltrations, dégâts des eaux...) ou des malfaçons aux conséquences plus graves qu'en filière béton,</p> <p>Détection difficile des dégâts des eaux,</p> <p>Déplacements dans les couloirs bruyants,</p> <p>Confort d'été en question surtout si les logements ne sont pas traversants.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pose des menuiseries extérieures en bois en rez-de-plafond améliorant l'apport de lumière naturelle dans les logements mais difficile à maîtriser. Elle nécessite de prévoir des jeux d'adaptation supplémentaires et serait plus aisée à mettre en œuvre en filière bois seule, • MOB : remplissage entre poteaux, murs et dalles avec chevauchement imposé par CERQUAL pour répondre aux contraintes acoustiques, diminuant le degré de préfabrication (ITE, bardage) et donc la qualité et rapidité du chantier (calfeutrement d'isolation des nez de dalles et murs, pose d'un panneau OSB sur la partie calfeutrée, pose d'une ITE / pare pluie et bardage) | <ul style="list-style-type: none"> • Intempéries : protection nécessaire notamment pour les planchers en bois massif, délicats à mettre en œuvre en phase chantier en cas d'absence de mode de protection facilement amovible, • Isolation phonique renforcée demandant des tests et des choix techniques contraignants avec une mise en œuvre très complète...et des résultats pouvant être décevants pour les bruits de chocs, • Confort estival pouvant poser problème, en lien avec une inertie thermique très faible, surtout en cas de logements non traversants. | |

3) Obstacles à lever

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|--|-----------|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Nature du matériau bois, préfabrication des éléments de structure et d'enveloppe dont le volume et la surface sont importants, nécessitant, dès la phase programmation : - de développer davantage la filière d'assemblage et de découpe en France, | | |

- de vérifier les conditions d'acheminement des éléments de structure,
- de prévoir les conditions de levage en fonction de la configuration de l'emprise foncière,
- d'envisager des moyens de protection adéquats et faciles à mettre en œuvre en phase chantier,
- de renforcer la phase conception avec DCE très détaillé (plans détaillés, synthèse des réseaux très précise, réservations, hauteurs de passages sous plafond) pour éviter les modifications difficiles à réaliser en phase chantier sur les éléments modulaires,
- de réduire les coûts de réalisation en simplifiant le bâtiment.
 - Réalisation beaucoup plus rigoureuse qu'un chantier béton nécessaire car les malfaçons ont des conséquences plus graves si le bois de la structure est attaqué. La procédure de Conception-Réalisation favorise une conception plus aboutie,
 - Pour faire évoluer la qualité d'exécution des autres corps d'état au niveau de précision requis par la mise en œuvre du bois, plusieurs axes sont envisageables :
 - former les entreprises à la problématique de mise en œuvre d'une MOB et aux exigences d'étanchéité à l'air,
 - choisir des entreprises ayant de l'expérience dans la construction bois, la culture du résultat et rejeter les pratiques de sous-traitance selon le mieux disant économique,
 - développer des projets en Conception-Réalisation associant l'ensemble des acteurs de la construction, facilitant une approche transversale et la présence continue de l'entreprise principale en phase chantier.
 - Temps de préparation du chantier plus important à prévoir (2 mois en bois contre 1 mois en béton),
 - CSTB et bureaux de contrôles devant être plus « familiarisés » avec les procédés constructifs bois (sinon impacts sur les coûts avec bureaux de contrôle présents sur le chantier et grosses marges de sécurité),
 - Vieillesse du bardage bois : soit on le laisse griser et c'est une acceptation ou non d'ordre esthétique, soit on le traite et ce sont des coûts d'entretien. Il est possible de le remplacer par du zinc, de l'enduit extérieur, du composite dans l'attente des innovations éventuelles dans ce domaine, etc....
 - Conception des balcons avec bac zinc systématiquement sous les platelages des balcons, permettant à la fois un ajourage, l'écoulement de l'eau et la protection des voisins du dessous,
 - Information des habitants sur les bonnes pratiques notamment avec les parois ossature bois (non percement).

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|--|-----------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Evolution vers des macros lots « ossatures bois » intégrant les ouvrants et le bardage extérieur : - permet d'obtenir une plus grande précision et davantage de précaution de mise en œuvre | | <ul style="list-style-type: none"> • Hauteur des modules de 3,15 à 3,25 m d'où des hauteurs des niveaux pas toujours acceptées dans les PLU, imposant parfois un étalement des modules, |

| | |
|---|--|
| <p>pour une meilleure étanchéité à l'air des ouvrants,</p> <ul style="list-style-type: none"> - accroît la rapidité de pose de l'enveloppe et la mise hors d'air du bâtiment avec un plus grand confort de travail pour les ouvriers, - risque d'offre de prix moins compétitive qu'en lots séparés, | <ul style="list-style-type: none"> • Conception identique des modules quelle que soit leur position dans le bâtiment, conduisant à une sur-isolation intérieure doublée entre chaque module, • Doubles plaques de BA18 sur ossatures en intérieur à supprimer et à remplacer soit par un enduit, soit par des plaques de mélanine supprimant dégradations, risques de fissures et permettant de gagner 8 cm en largeur, • Phase conception (pré industrielle) devant associer davantage l'utilisateur final quant aux modes de vie et besoins spécifiques des futurs utilisateurs (manque de rangements...). • Stock de modules suffisant à prévoir lors de l'ouverture du chantier pour éviter les attentes des corps d'état, • Modules à livrer non habillés pour éviter les dégâts lors du transport et de la pose, et les ajustements approximatifs au montage, puis à habiller sur place, • Interfaçage entre parties béton et modules à soigner afin d'éviter les différences de niveaux et le tassement différentiel dans le temps, |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'un traitement soigné de l'acoustique : <ul style="list-style-type: none"> - les planchers béton et les structures métalliques des parties communes doivent être désolidarisés, - traitement acoustique renforcé en dalle pour les bruits intérieurs de chocs (bruit de pas des voisins du dessus). • Préférence de l'empilement des MOB en nez de dalle plutôt qu'en chevauchement, • Dernier étage de préférence en bois permettant une plus grande rapidité de chantier (moins de problème d'interfaçage avec la toiture) et une plus grande variété architecturale. | <p>Passivhaus : les vertus environnementales, liées à l'utilisation d'une grande densité d'un matériau biosourcé, stockant le carbone, l'avantage économique lié aux très faibles besoins en énergie d'usage et la qualité finale effective de confort de la construction pour les utilisateurs, sont autant d'externalités positives qui devraient compenser les coûts de construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par la mise en œuvre d'une fiscalité incitative pour encourager ce mode constructif, - par l'augmentation relative des bases de loyers prenant en compte le gain en efficacité énergétique et en confort des logements <p>Réduction des coûts de réalisation en simplifiant le bâtiment (par exemple : dalles en béton portées par les murs, suppression des coursives et diminution des balcons),</p> <p>Intempéries : des solutions techniques efficaces de protection</p> |
| | <p>Délais extrêmement courts de mise en œuvre du chantier accentuant la contrainte de coordination avec les concessionnaires (France Télécom, EDF, raccordement réseau de chaleur ...).</p> <p>Acoustique du bâtiment à soigner pour éviter la transmission</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>face à la pluie doivent être mises en place,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soin très important à accorder à l'acoustique, surtout pour les bruits d'impacts. | <p>structurelle des bruits d'impacts entre niveaux et en provenance des communs. La pose de résilients acoustiques sur les sols et entre les modules est à envisager.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interrogation sur les conséquences d'un sinistre majeur (incendie, dégâts des eaux) sur les modalités de remplacement éventuel d'un ou plusieurs modules, • Interrogation sur la durée d'amortissement de l'emprunt et la durée de vie du bâtiment difficile à évaluer compte tenu de l'absence de recul sur des expériences similaires. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Confort d'été à renforcer en l'absence d'inertie thermique (protection solaires, modules traversants, VMC DF en by-pass), à l'exception de Saint-Doulchard • Dégâts des eaux à surveiller car pouvant avoir des conséquences graves si attaque de la structure, • Vieillesse, risques de malfaçons : avec une structure bois non apparente comment détecter les infiltrations, les attaques de champignons, les dégâts des eaux ? | | |

4) DEMANDES ET BESOINS EN FORMATION ET QUALIFICATION BOIS

S'agissant le plus souvent d'une première expérience dans ce mode constructif, les MOA privilégient le choix d'équipes de conception compétentes et expérimentées :

- l'expérience dans la construction bois de la MOE est un critère de choix,
- la spécialisation bois du BET structure est le plus souvent requise,
- le savoir-faire des entreprises en charge des lots bois est recherché.

La phase conception est jugée déterminante pour la réussite de l'opération car la construction bois nécessite une grande précision des détails d'exécution. C'est pourquoi la démarche en Conception-Réalisation est jugée plus probante et efficace notamment par rapport aux exigences de la performance de l'étanchéité à l'air du bâtiment, préoccupation centrale et constante sur l'ensemble des opérations.

A part deux opérations (Saint-Doulchard et Limoges), les équipes engagées en conception et en phases chantier n'ont pas suivi de formation spécifique par rapport au mode constructif choisi.

Le suivi en phase chantier et la coordination de l'ensemble des parties prenantes à l'acte de construire apparaissent déterminants pour garantir la performance thermique des ouvrages qu'il s'agisse du Mixte bois/béton ou du Tout bois.

A l'exception du Modulaire 3D bois où la préoccupation est intégrée dans les procédés de fabrication industrielle des modules, l'exigence d'étanchéité à l'air a donné lieu le plus souvent à des réunions préalables d'information des entreprises et/ou à des tests réguliers en phases chantier avec contrôle des pratiques.

En raison du caractère encore innovant de ces opérations, les organismes de certification et de contrôle ont parfois été jugés hésitants sur les choix techniques à adopter, peu réactifs ou au contraire trop contraignants. Afin de réduire les coûts, une exigence de simplification s'est souvent imposée. C'est le cas notamment de l'opération de Grenoble avec le choix de l'empilement des MOB en nez de dalle et l'abandon de la certification H&H ou de celle de St Doulchard, en accord avec le certificateur, pour un test d'étanchéité organisé par niveau et non par appartement.

En dehors de trois opérations (Blagnac, Toulouse et Vertou), les phases chantier ont été conduites sans difficultés particulières, sans réserves majeures à la réception et avec très peu de mise en jeu de la GPA. De ce point de vue, le niveau de précision induit par la mise en œuvre de procédés constructifs bois semble produire un meilleur résultat d'exécution sans pour autant nécessiter une formation spécifique des acteurs des lots connexes au bois.

La démarche constructive en Modulaire 3D bois déplace les exigences de formation et de compétence au sein des personnels des usines de fabrication.

- **Maîtrisé en phase conception et par les entreprises en charge des lots ossatures bois, le mode constructif bois n'induit pas nécessairement une démarche de formation spécifique des acteurs.**
- **Allié à la question de l'étanchéité à l'air, le mode constructif bois nécessite une attention particulière de l'ensemble des acteurs plus enclins à s'inscrire dans une démarche transversale et collaborative.**
- **En l'absence de recul sur ce mode constructif et par manque d'expérience, l'expérimentation, le tâtonnement ou l'hésitation sont parfois de mise. Les certificateurs et les bureaux de contrôle ne fournissent pas toujours les réponses attendues. La simplification des exigences réglementaires liées à l'utilisation du bois dans la construction et la montée en compétence des bureaux de contrôle sur ce mode constructif, seraient de nature à faciliter la mise en œuvre des opérations sur cette filière constructive.**

5) SYNTHÈSE DES IMMEUBLES COLLECTIFS EN BOIS

1) Avantages de la construction bois

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Bois matériau renouvelable (PEFC OU FSC), stockant du CO₂, pouvant être de provenance locale, A épaisseur égales des murs et coûts similaires, la construction bois apporte une enveloppe plus performante que les constructions béton, Préfabrication en usine permettant une meilleure qualité thermique et acoustique ainsi que la diminution des coûts de production (pour les MOB), Durée du chantier permettant de gagner sur la filière béton, entre 3 et 6 mois pour les filières Mixte bois/béton et Tout bois, et entre 6 et 10 mois pour le Modulaire 3D bois, Hors phase humide, chantier propre, sans nuisance pour le voisinage, peu de déchets et de besoins en eau, plus grand confort de travail pour les ouvriers, Moins de problèmes en phase chantier et en GPA grâce à une meilleure préparation en phase conception et à la compétence des entreprises de la filière bois, Image très positive du bois auprès des habitants, permettant une meilleure appropriation du bâtiment. | | |
| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
| <ul style="list-style-type: none"> Coûts de construction proches de ceux de la filière béton, Qualité acoustique équivalente à celle de la filière béton, | | <ul style="list-style-type: none"> Simplification de la conception, Modularité permettant la répétition d'un seul protocole pour les entreprises de second œuvre avec limitation de leur nombre, Faible dépendance aux intempéries en phase montage, Très bonnes isolations phonique et thermique. |
| <ul style="list-style-type: none"> Moindre sensibilité aux dégâts des eaux et autres désordres liés à l'humidité, Confort d'été équivalent à celui de la filière béton, | <ul style="list-style-type: none"> Ambiance intérieure des logements chaleureuse et feutrée. | |

2) Inconvénients de la construction bois

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Procédés innovants et donc chantiers écoles demandant un rodage d'organisation et des savoir-faire, • Temps de préparation du chantier plus important, • Réalisation devant être beaucoup plus rigoureuse qu'un chantier béton, • Interfaçage difficile entre le béton et le bois pouvant entraîner des problèmes vis-à-vis des étanchéités à l'air ou à l'eau, • Vieillessement du bardage bois, • Méconnaissance possible des usages par les habitants (perforation MOB pour l'étanchéité à l'air), | |
| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
| | <ul style="list-style-type: none"> • En cas de réalisation approximative crainte de désordres (infiltrations, dégâts des eaux...) ou des malfaçons aux conséquences plus graves qu'en filière béton, • Confort estival pouvant poser problème, | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Intempéries : des solutions techniques de protection doivent être mises en place, • Isolation phonique à soigner. | <ul style="list-style-type: none"> • Longueur et largeur des modules imposant des convois exceptionnels, • Modules bois ne permettant pas de baisser les coûts de construction, • Hauteur des modules de 3,15 à 3,25 m d'où des hauteurs des niveaux pas toujours acceptées dans les PLU, imposant parfois un étalement des modules, • Détection difficile des dégâts des eaux. |

3) Préconisations pour une construction collective bois « idéale »

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|--|-----------|-------------------|
| <p>1. Utilisation de bois issus d'une filière locale (abattage, sciage et préfabrication) pour limiter l'impact carbone du transport et disposer d'un bilan carbone encore meilleur de l'opération,</p> <p><i>Commentaire : le contenu en énergie grise d'une tonne de bois transformé est de 700 kWh, à peu près équivalent à celui d'une tonne de béton armé (790 kWh), soit, selon la source d'énergie, entre 70 et 330 kg d'équivalent CO2 émis par tonne de matériau transformé. En revanche chaque tonne de bois d'œuvre employé, avec une densité moyenne de 0,5, stocke 2000 kg d'équivalent CO2 soit un solde très positif pour le bois.</i></p> | | |

2. Mise en œuvre de bois naturels ou de classe 1,2 et 3A plus facilement recyclables en fin de vie, et qui en cas de réemploi n'annulent pas le bénéfice du stockage de carbone.

3. Orientation Nord/Sud du bâtiment pour bénéficier des apports passifs du soleil en hiver et organisation des **logements dans une logique traversante** pour améliorer le confort d'été des habitants,

4. Formation et/ou expérience des équipes MOA et MOE dans la filière constructive bois concernée,

5. Bureau d'étude structure spécialisé en bois dans l'équipe de MOE, garantissant une meilleure conception,

6. AMOA ou facilitateur de projet ayant l'expérience et une bonne maîtrise des spécificités des constructions bois,

Commentaire (points 4,5 et 6) : la filière bois nécessite pour sa mise en œuvre un degré de précision plus élevé que la filière classique. Les critères de choix de la MOA doivent prendre en compte l'expérience et le savoir-faire des équipes de conception éventuellement accompagné d'un AMO spécialisé sur ce mode constructif.

7. Dossiers de Consultation des Entreprises très détaillés, notamment pour les interfaçages bois/béton (étanchéité à l'air, acoustique),

8. Démarche de Conception-Réalisation facilitant une approche transversale,

Commentaire : Cette démarche est particulièrement bien adaptée puisqu'elle associe l'ensemble des acteurs à l'acte de construire. Les solutions constructives adoptées tiennent compte à la fois des exigences liées aux performances thermiques (étanchéité à l'air) et de celles liées à la précision de mise en œuvre du matériau bois. Induisant un mode de fonctionnement plus solidaire, la conception – réalisation permet un aller-retour permanent au sein du groupement entre la MOE et l'entreprise générale bois, associant les BET thermique et structure, pour garantir une qualité de réalisation optimale sous contrainte économique de mise en œuvre.

9. Bonne anticipation du temps nécessaire à l'organisation et la préparation du chantier

Commentaire : prévoir le cumul des temps de préparation du chantier liés au béton et au bois, prendre en compte les contraintes spécifiques de levage et de protection du matériau bois en phase chantier.

10. Réalisation rigoureuse et de qualité de toutes les parties prenantes pour garantir l'acoustique et l'étanchéité à l'air,

Commentaire : Celle-ci sera facilitée par exemple, par la désignation d'un référent étanchéité à l'air présent en continu sur le chantier, par une sensibilisation initiale de tous les corps d'état, par des pré-tests sur des logements témoins en cours de chantier et, selon le résultat obtenu, par une reconnaissance de bonne exécution des travaux délivrée en fin de chantier à chaque entreprise participante

11. Utilisation assumée de bois naturel (résineux ou feuillus) en bardage et, pour garantir un vieillissement uniforme plus esthétique, des modalités de mise en œuvre privilégiant la pose horizontale non en clins ou la pose verticale jointe ou en lame biseau ajourée, sans accident de façade, ni bavette, ni débord excessif de toiture.

12. Balcons avec platelage bois et bac zinc de récupération des eaux pluviales

Commentaire : une vigilance et un soin d'exécution particulier doivent être accordés à la

réalisation des balcons en structure métallique rapportée sur façade, tant du point de vue de l'étanchéité à l'eau que de celui du traitement des vis-à-vis latéraux (brise vue ou cloison séparative en bois). Le platelage en bois garanti un meilleur confort d'utilisation que les sols métalliques (bruyants, trop froids ou trop chauds)

13. Structures métalliques de circulation recouvertes de matériaux résilients acoustiques,

14. Information suivie et continue des habitants sur l'existence pas toujours perçue des MOB et les précautions d'usage à prendre (percement notamment).

| MIXTE BOIS/BETON | TOUT BOIS | MODULAIRE 3D BOIS |
|--|--|--|
| <p>15. Pour réduire encore les coûts construction, arbitrage au profit de choix architecturaux plus simples et homogènes en volume, pour ne pas avoir à choisir les offres économiquement les plus avantageuses et risquer une mauvaise réalisation,</p> <p>16. Pour réduire les coûts de réalisation et améliorer la qualité d'exécution, constitution de macros lots « ossatures bois » intégrant l'ITI, l'ITE, les ouvrants (dans la mesure du possible) et le bardage extérieur,</p> <p>17. Pour réduire les risques d'endommagement en phase chantier et pour garantir une meilleure durabilité de l'étanchéité à l'air, pose de panneaux OSB placés en face intérieure en lieu et place des membranes techniques.</p> | | <p>26. Capacité de stockage et stock suffisant de modules en réserve au démarrage du chantier,</p> <p>27. Modules livrés sans finitions de façades, avec habillage extérieur sur chantier,</p> <p>28. Accès intérieur des modules interdit aux entreprises sur le chantier,</p> <p>29. Sous réserve du respect des règles de résistance au feu, cloisons intérieures en panneaux de particules ou mélaminé plutôt qu'en placoplâtre (risque de fissuration),</p> <p>30. En cas d'équipement des modules, prise en compte des besoins des utilisateurs pour éviter les désordres ultérieurs liés au percement des parois (pose préalable de tringles à rideau, sèches serviette, étagères de rangement...).</p> |
| <p>18. Réalisation du dernier étage en tout bois, permettant un interfaçage plus aisé avec la charpente (temps de réalisation moindre et meilleure qualité de réalisation) et permettant d'utiliser plus de bois,</p> <p>19. Mise en œuvre d'une trame porteuse en poteau-poutre avec des refends et épaisseurs de dalles optimisés afin d'éviter les poteaux à l'intérieur des logements,</p> <p>20. Empilement des MOB en nez de dalle plutôt qu'en chevauchement pour réduire les difficultés de liaisons bois/béton.</p> | <p>21. Association à l'ossature bois de murs de refends en bois massifs contrecloués apportant capacité de reprise de charge, contribution à la maîtrise de l'acoustique et confort visuel,</p> | |
| | | <p>22. Soin particulier apporté à l'isolation phonique tant en phase conception qu'en réalisation, mettant en œuvre des techniques adaptées,</p> <p>23. Prise en compte du confort d'été dès la conception (apport d'inertie (billes d'argile ...), logements traversants, VMC double flux en by-pass...),</p> <p>24. Mise en place de protocole de surveillance et de détection des dégâts des eaux (détecteurs de fuites...).</p> |

4) Pertinence du recours au mode de construction modulaire 3D pour les logements collectifs de jeunes

Avantages :

- Très bonne isolation phonique possible, élément de confort déterminant en résidence étudiante,
- Très bonne isolation thermique possible limitant le recours au chauffage en lien avec des usages peu soucieux d'économies d'énergie,
- Moindre impact du confort d'été pour les résidences étudiantes, moins occupées à cette saison,
- Grande rapidité de chantier,
- Bonne, voire très bonne qualité de réalisation si le process de fabrication en usine et la mise en œuvre sur chantier sont maîtrisés.

Inconvénients

- Coûts de constructions plus élevés que la filière béton,
- Fragilité aux dégâts des eaux nécessitant la mise en œuvre de protocole de surveillance et de détection (détecteurs de fuites...),
- Interrogations sur le tassement différentiel du bois par rapport au béton et sur le vieillissement des modules en regard des usages.

6) FILIERE BOIS

La quasi-totalité des bois utilisés dans les opérations est issue de forêts gérées durablement (PEFC, FSC) conformément aux prescriptions des CCTP.

A part l'utilisation d'un feuillu exotique (IPE), le résineux est l'unique matière première constructive utilisée, mise en œuvre à partir d'espèces indigènes ou désormais indigènes : (douglas, épicéa, pin maritime, mélèze ...).

La provenance des bois est rarement locale (Limoges et Séné partiellement), sauf lorsque des subventions participant au financement de l'opération, encouragent son utilisation. L'essentiel des bois d'œuvre utilisés a donc pour origine les forêts de France, d'Europe ou de Sibérie (mélèze).

En dehors des produits finis importés (bois contrecollés notamment pour Séné et Vertou, planchers « Lignotrend » pour Saint-Doulchard), la préfabrication des modules ossatures bois est toujours réalisée en France par des entreprises de taille artisanale, des PME ou un acteur industriel de la filière (opération de Bondy).

Le volume des modules (2D ou 3D), la masse transportée et la contrainte de fluidité d'approvisionnement des chantiers limitent le risque d'éloignement des lieux de fabrication, aussi, à part deux opérations (Toulouse et Vertou), la distance parcourue pour l'approvisionnement des modules ossature bois est le plus souvent limitée et ne dépasse pas les 500 km. Les opérations en Modulaires 3D bois ont eu un approvisionnement par convois exceptionnels du fait de la largeur des modules (4m).

En dehors de Vertou et Saint-Doulchard, la plupart des entreprises en charge de la préfabrication des modules ossature bois ont également réalisé la pose sur le chantier.

Les bardages utilisés sont souvent en naturel (mélèze, douglas), plus rarement autoclavés, peints ou huilé et/ou dans deux cas traités à haute température. Le bardage autoclavé semble mieux résister au vieillissement.

- **La ressource est toujours issue de forêts gérées durablement. La provenance des bois d'œuvre est entièrement locale pour les opérations de Limoges, Séné et Blagnac, partiellement locale pour les opérations de Kaysersberg, Grenoble**
- **Les acteurs de la filière sont le plus souvent implantés localement sauf dans le cas d'utilisation de produits du bois techniquement élaborés.**
- **A trois exceptions près pour la pose (Vertou, Blagnac et Toulouse), les MOA sont satisfaites voire très satisfaites des entreprises intervenues sur les lots MOB (fabrication et/ou pose).**

2

EVALUATION MACROECONOMIQUE

Evaluation macroéconomique du potentiel de la construction bois en termes d'impact sur la ressource

Cette évaluation est fondée sur l'analyse de données documentaires récentes (cf. bibliographie) relatives à la ressource forestière en France et en Europe et aux conditions de son utilisation au sein de la filière bois. Il s'agit d'une part, de préciser la part mobilisée par le secteur de la construction bois et, d'autre part, selon les perspectives d'évolutions envisagées, de préciser les tensions éventuelles d'usage de la ressource et leurs conséquences sur le devenir de ce mode constructif.

1) DESCRIPTION DE LA FILIERE BOIS ET PLACE DU BOIS « CONSTRUCTION »

La filière bois recouvre de multiples activités : de la sylviculture, à l'industrie (papier-carton, énergie, ameublement, produits de construction, industries chimiques ...) et aux activités tertiaires (négoce, étude et conception ...). Elle présente une grande hétérogénéité d'acteurs (auto-entrepreneurs, artisans, PME-PMI ou industriels) et une grande diversité de métiers. Ses activités sont relativement interdépendantes, les coproduits ou déchets des uns constituant la ressource des autres.

Le bois construction (ou bois d'œuvre) est au carrefour de cette filière. Il en constitue aujourd'hui et pour l'avenir, un des moteurs fondamentaux. Le secteur de la construction bois est concerné par toutes les dimensions physico-chimiques de la transformation de ce matériau :

- **Bois massif** : la construction bois constitue un moteur de développement en termes de produits innovants et de perspectives de croissance pour le bois de sciage.
- **Bois fibre ou broyé** : le secteur de la construction est un débouché important notamment à travers les matériaux isolants et les panneaux de bois reconstitués (OSB notamment).
- **La chimie du bois** : à travers l'utilisation de matières premières renouvelables, issues du bois pour le développement de colles et résines, de traitements de préservation, de durabilité et de finition utiles aux produits de construction.
- **Bois énergie** : par combustion, gazéification ou fermentation : de manière indirecte en raison du rôle donné à cette énergie renouvelable, dans l'obtention des labels de performance énergétique de la construction (label BEPOS notamment) et en raison des conflits d'usage éventuels pour l'avenir.

L'importance de la ressource en bois, son taux de renouvellement, la qualité et la répartition des essences alliées aux conditions économiques de sa première transformation, à travers le sciage notamment, conditionnent le niveau de la ressource mobilisable pour le bois construction.

2) DONNEES DE CADRAGE SUR LA RESSOURCE FORESTIERE (FRANCE / EUROPE) ET SUR LA FILIERE DU BOIS DE CONSTRUCTION

1) Bois sur pied

La ressource forestière couvre 33 % du territoire européen (140 millions d'hectares), soit environ 20 milliards de m³ de bois sur pied. Sa croissance biologique annuelle actuelle est de plus de 700 millions de m³, pour environ 330 millions récoltés chaque année. La pression d'exploitation de la ressource est donc modérée et la forêt progresse partout en Europe.

La France est le 1^{er} pays européen s'agissant du stock de bois sur pied (2,5 milliards de m³), le 3^{ème} pour la surface forestière (après la Suède et la Finlande). La forêt française est importante, principalement privée (près de 75 % de sa surface), morcelée (3,5 millions de propriétaires dont seulement 1,1 millions ont plus d'un hectare), très diversifiée s'agissant des essences et composée à près de 65 % de feuillus et 35 % de résineux.

L'autoconsommation mise à part (20 millions de m³ environ), la récolte annuelle de bois commercialisés est d'environ 40 millions de m³ actuellement, soit, selon les études, près de 40 à 50 % de la régénération naturelle par an. 30 à 40% de cette croissance resteraient inexploités.

Depuis 1980, selon l'IGN, la forêt progresse en France au rythme de 0,6 % par an. En termes de plantation, les données suggèrent une perte de vitesse de la forêt française, notamment sur les essences résineuses, en particulier par rapport à l'Allemagne (écart de 1 à 10 de l'effort de plantation).

2) Bois de sciage

Sur la dernière décennie, la structure de l'offre européenne de sciage a évolué au profit des scieurs scandinaves, allemands et autrichiens, qui représentent actuellement 57 % des volumes et sont tous excédentaires en production. La France est un des principaux producteurs de bois sciage en Europe mais demeure déficitaire au regard du volume de bois consommé.

La demande de bois tous usages est majoritairement orientée sur les essences de résineux. Les ventes passent de 45 % du marché dans les années 1970 à près de 70 % actuellement. Le résineux représente 80 % du bois de sciage français. Le sciage de résineux augmente régulièrement en France - +15% en 15 ans - mais dans des proportions moindres que les volumes européens (+40%) en raison notamment d'une insuffisance de la ressource disponible.

Le secteur de la construction est la principale source de cette croissance. Avec 10% de taux d'incorporation du bois dans la construction, la France marque encore un retard par rapport aux pays leader européens : Allemagne (15%) et en Scandinavie (35 %).

La consommation actuelle française de bois de sciage résineux est d'environ 10,5 millions de m³. Les importations représentent un tiers de ce volume, constituées majoritairement de bois

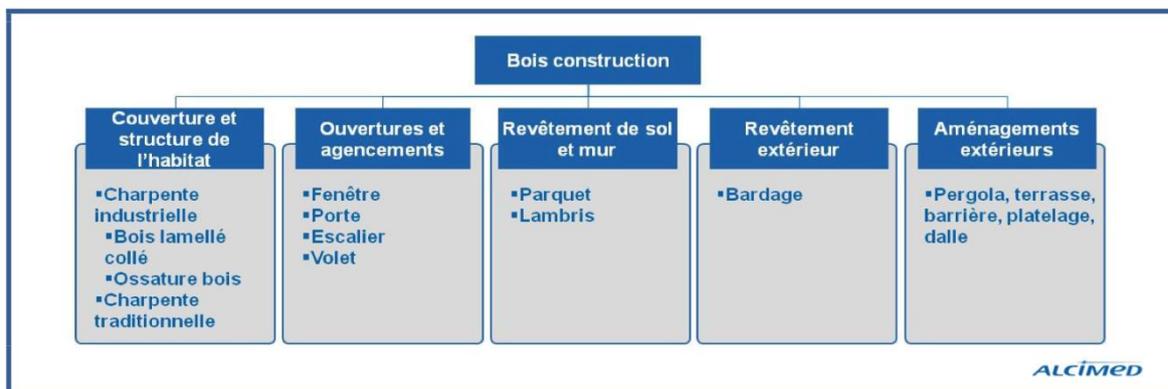
de structure (à forte valeur ajoutée) destinés à la construction. Les volumes d'importations ont ainsi doublé en 15 ans, tirés par ce secteur, les bois produits provenant pour une large part des pays d'Europe du Nord (75 % des importations, Allemagne en tête). Actuellement, selon l'observatoire du métier de la scierie (mai 2011), 1 m³ sur 4 de bois utilisé en France est importé.

3) Bois construction (bois d'œuvre) / construction bois

La construction est un débouché important pour la ressource bois française avec 65 % des utilisations de sciages et 40 % de la production de panneaux (dont 75 % de panneaux OSB). Le secteur français des produits de construction en bois représente environ 9 % du chiffre d'affaires européen de ce secteur.

En matière d'approvisionnement en produits en bois destinés à la construction, l'offre étrangère domine le marché français. Une majorité des bois utilisés pour la construction de maisons ossature bois proviennent de l'étranger. Ce déséquilibre structurel est en partie lié aux caractéristiques de la ressource forestière française, composée en majorité de feuillus (encore peu utilisés en construction à l'exception des parements intérieurs). L'exploitation du résineux est, selon les régions, moins facile notamment dans les zones de montagne parfois inaccessibles.

Selon l'enquête réalisée par l'Observatoire national de la construction bois (juin 2013), les 2 197 entreprises du secteur (construction, charpente, menuiserie, bardage...) réalisent un CA total de 4 milliards d'€ en 2012 avec 30 690 salariés. 86 % d'entre-elles fabriquent leurs composants de structure et la quasi-totalité (96 %) les mettent en œuvre sur les chantiers.



L'ossature bois en solution Tout bois ou Mixte bois/béton, représente 73 % des solutions constructives adoptées, le système poteau-poutre (16 %), les panneaux massifs contrecollés ou contrecloués (5%), le bois massif empilé (5%) et le colombage traditionnel (1%).

L'origine des bois incorporés aux modes constructifs est variable selon les entreprises : 39 % utilisent exclusivement du bois français, 36 % s'approvisionnent par les réseaux de distribution (coopérative, négociants) et 25 % importent directement des bois étrangers. 92 % des bois utilisés par les entreprises sont d'origine certifiée sur le plan environnemental (PEFC à 91 % et FSC pour 9 %).

En 2012, sur le total des mises en chantier en France, la construction bois représente :

- 10 % du total des maisons individuelles en secteur groupé (évolution / 2011 : + 1%) et 12% en secteur diffus (évolution : - 2 % mais recul plus faible que la construction traditionnelle),

- 4,9 % des logements collectifs, (évolution : + 7%). Ce nombre peut intégrer du logement intermédiaire ou collectif horizontal. Le nombre de réalisations Mixte bois/béton est prépondérant,
- 18 % des opérations d'extension et surélévation (évolution : + 17 %).

Bien qu'encore marginale par rapport à l'ensemble du secteur du bâtiment, la construction bois gagne progressivement du terrain sur les autres modes constructifs.

Cette évolution tient aux avantages intrinsèques du matériau :

- stockage de carbone,
- bilan énergétique de transformation moindre,
- qualité technique, thermique et légèreté supérieures aux matériaux traditionnels selon le CNDB : un bâtiment en bois de 100 m² au sol de deux étages pèse 70 tonnes, contre 200 tonnes environ avec des matériaux traditionnels,
- résistance accrue par des possibilités d'utilisation en système mixte,
- matériau respirant, régulateur d'humidité, offrant une atmosphère intérieure plus saine
...

Parallèlement, les freins psychologiques et les inconvénients liés à l'usage du bois en construction s'estompent peu à peu grâce au progrès de la R&D, des innovations et des procédés de fabrication qui :

- réduisent les risques de déformation,
- assurent une meilleure stabilité du produit réalisé à partir d'un matériau vivant (structure),
- évitent sa détérioration et ralentissent son vieillissement (bardage, platelage),
- améliorent les procédés constructifs pour une meilleure tenue dans le temps à l'étanchéité à l'air.

Les coûts de transformation du matériau bois demeurent plus élevés que celui du béton ou de l'acier pour lesquels les filières de production sont plus concentrées et fonctionnent sur un modèle industriel éprouvé.

Encore très atomisée, constituée majoritairement d'entreprises artisanales ou de PME, la filière de la construction bois française se structure progressivement autour de quelques entreprises de taille industrielle : Ossabois, leader du marché, Socopa, Charpente Houot, Cruard, Gipen, Leduc ou encore Bénéteau et Gascogne plus récemment arrivés sur le marché.

Les majors de la construction prennent également pied dans ce mode constructif, c'est le cas de Bouygues notamment avec sa prise de participation au sein d'Ossabois, du groupe Vinci avec sa marque Arbonis qui regroupe plusieurs acteurs de la filière ou d'Eiffage avec sa filiale Eiffage construction industrie pour la fabrication de Modulaires bois 3D (Concept Lignum® 3D).

Ces progrès et cette tendance à l'industrialisation des procédés de fabrication devraient aller croissants. Ces facteurs ont de nature à réduire progressivement les coûts de production de la filière pour améliorer la compétitivité de ce matériau et faciliter sa mise en œuvre.

Sollicitée par l'essor de la construction, la filière bois au sens large connaît une relative expansion de ses débouchés accentuée par l'émergence du secteur du bois-énergie, laissant craindre à terme des conflits d'usage.

3) PROBLEMATIQUE DES « CONFLITS D'USAGE » ET PRESSIONS SUR LA RESSOURCE EN FRANCE

Le bois énergie est un sous-produit du bois d'œuvre. Son approvisionnement dépend donc de la vigueur du marché du bois d'exploitation (sortie de forêt). Le bois énergie et le bois d'industrie (papeterie, panneaux ...) ont les mêmes sources d'approvisionnement et se partagent les sous-produits issus de la sylviculture et les déchets de scierie.

La France s'est fixée un objectif de 23 % d'énergies renouvelables en 2020 avec 11 millions de TEP issues de la biomasse. Le bois énergie représente actuellement près de la moitié de l'énergie primaire renouvelable, soit environ 10 millions de TEP. Selon les données du Ministère de l'Agriculture, l'effort supplémentaire à fournir en bois énergie pour atteindre cet objectif, serait de 4 millions de TEP soit 12 millions de m³ supplémentaires par an et 21 millions de m³ en ressource forestière supplémentaire.

Les évaluations faites par le Ministère s'agissant de la biomasse supplémentaire disponible d'ici à 2020 sont les suivantes :

- en bois d'œuvre à 20,7 millions de m³/an (13 millions de m³ en feuillus et 7,7 millions de m³ en résineux),
- en bois d'industrie-bois énergie à 33,3 millions de m³/an,
- les menus bois à 8,8 millions de m³/an.

La ressource théorique semble suffisamment abondante pour satisfaire les objectifs d'usages énergétiques et industriels. Toutefois sa mobilisation est fonction de la réalité des coûts d'exploitation, de l'évolution du prix de la matière première et de la sociologie des propriétaires : « disponible » ne veut pas dire « économiquement exploitable » et encore moins « proposé à la vente ».

Pour mieux mobiliser la ressource, il semble nécessaire d'optimiser la gestion des massifs et de poursuivre les actions pour atténuer les effets du morcellement en développant une culture plus « gestionnaire » des propriétaires, en modernisant les moyens de récolte et la contractualisation des approvisionnements.

Dans ce cadre, pour réduire les risques de tension conjoncturelle sur la ressource, les enjeux pour l'exploitation forestière pourraient être les suivants :

- lever les freins techniques à l'utilisation des feuillus notamment dans la construction,
- assurer un renouvellement forestier compatible avec les exigences de déploiement de la filière,
- encourager le regroupement des surfaces notamment par la gestion coopérative des massifs.

L'usage du bois en construction est pour une large part fondé sur le recours au bois massif pour l'instant encore essentiellement d'essence résineuse moins abondante en France. En l'absence de progression sur les usages du feuillu, le développement de la demande du bois construction pourrait générer des tensions et une augmentation du prix des matières premières.

Les innovations relatives au traitement des bois feuillus pourraient atténuer ces tensions éventuelles, notamment :

- le bois chauffé ou thermo rectifié : frêne, peuplier, hêtre pour une utilisation en bardage ou platelage extérieur,
- le bois assemblé (lamellés de chêne ou bois par aboutage de bois vert permettant d'élaborer un matériau à la fois homogène et de grande longueur, tout en valorisant près de 33 % des produits sciés (10 % actuellement) vers la construction.

4) PROSPECTIVE D'EVOLUTION DE LA CONSTRUCTION BOIS ET IMPACT SUR LA RESSOURCE

S'agissant des produits phares de la construction bois, l'étude prospective commandée par le Ministère de l'Agriculture sur « L'évolution des nouveaux produits issus du bois et l'évolution à l'échéance 2020 » donnent les tendances suivantes pour les produits de construction :

- Le modulaire ossature bois représente actuellement 73 % des modes constructifs en solution bois. L'offre de produit est très fragmentée, encore assez peu industrialisée. Ce système constructif en forte croissance pourrait atteindre un volume de 36 000 unités en 2020 en hypothèse haute, soit un volume total de bois mobilisé de 540 000 m³ contre 170 000 m³ en 2010 pour 11 500 unités. La filière française devrait se structurer davantage autour d'intervenants de taille industrielle.
- La poutre en « I » permet une économie de matière et, du fait de sa légèreté, offre une mise en œuvre sur chantier simple et rapide avec de grandes portées jusqu'à 15 mètres de franchissement. C'est un marché émergent en France avec 1 million de ml produit en 2010. L'essor de la construction bois, et en particulier de l'ossature bois, représente pour ce produit un potentiel important de croissance. En hypothèse haute, le volume produit pourrait atteindre 6 millions de ml dont la fabrication serait réalisée en France sur la base des standards étrangers, avec un soutien marketing fort pour valoriser son image auprès du public.
- Offrant une solution alternative à l'utilisation du bois massif et du béton, le bois contrecollé (CLT ou KLH ...), encore assez peu répandu en technique constructive à la fin des années 2010, connaît depuis un réel essor d'utilisation dans le domaine de la construction bois individuelle ou collective. Celui-ci devrait encore s'intensifier d'ici à 2020 et le nombre d'unités construites pourrait être multiplié par 6 à 10 sur cette période. En l'absence de fabricants de bois contrecollé en France, cette évolution générerait une utilisation de bois étrangers pour une fabrication en provenance notamment des pays d'Europe centrale.
- Le chiffre d'affaires global des panneaux bois en France en 2009 était d'1,5 milliards d'€ pour un volume d'environ : 5,3 millions de m³ utilisé à 40% par la construction. Une augmentation de la production française de 30 à 40% est anticipée d'ici à 2020 par la profession, avec un risque accru de conflit d'usage avec le bois énergie.
- Constituant 5% des isolants utilisés dans la construction en 2010, les matériaux d'isolation en fibre de bois pourraient connaître une progression annuelle de plus de 10 % sur le marché européens jusqu'à l'horizon 2020, du fait :
 - du renforcement des normes d'efficacité énergétique dans la construction,
 - de l'augmentation de la part de marché des bâtiments construits en bois,

- de son faible impact environnemental et des faibles émissions de substances nocives pour la santé, en particulier les COV,
- de systèmes incitatifs encourageant l'utilisation de matériaux bio-sourcés.

Le Chiffre d'Affaire du secteur passerait ainsi en scénario haut de 67 millions d'€ en 2015 à 109 millions d'€ en 2020.

5) CONCLUSION

- Le rôle des pouvoirs publics pour orienter plus favorablement le marché de la construction vers des solutions constructives bois,
- Les avantages intrinsèques de ce mode constructif, relatifs aux performances environnementales du matériau bois et à celles de sa mise en œuvre,
- L'évolution porteuse de la R&D et des innovations pour le développement de techniques fondées sur l'utilisation d'autres essences, sur l'économie d'usage de la ressource et sur la garantie d'une meilleure stabilité du matériau dans le temps,
- Les progrès relatifs à la maîtrise de la mixité des modes constructifs,

Sont autant de facteurs porteurs d'une évolution positive et croissante de l'utilisation du bois dans la construction en logements individuels, collectifs, en rénovation comme en extension de l'habitat ou pour la création de bâtiments à usage économiques ou publics.

Cette évolution combinée à la transition énergétique et au développement des EnR, générera une pression accrue sur la ressource en bois, par ailleurs relativement abondante tant en France qu'en Europe.

La mobilisation de cette ressource en France nécessitera une implication accrue des acteurs de la forêt, lesquels devront être encouragés à des regroupements et à des comportements plus « entrepreneuriaux » visant une gestion plus active (coupe et régénération) et commerciale sans négliger pour autant les bienfaits environnementaux et sociaux de ce patrimoine naturel. De l'avis des acteurs de la filière, la mobilisation d'un fonds de compensation carbone pourrait porter une politique plus incitative en la matière.

Les conflits éventuels ou les tensions conjoncturelles d'usage seront amenuisés par la mise en œuvre d'une politique de l'offre forestière plus volontariste garantissant un meilleur équilibre économique à l'exploitation de la ressource, à l'instar de celle pratiquée outre Rhin, sous réserve des spécificités de la forêt française.

Pour le secteur du bois construction, l'impact de cette pression accrue sur la ressource et le renchérissement éventuel du coût de la matière première, devraient être atténués par :

- la professionnalisation progressive de la filière et des savoirs faire,
- son évolution vers des modes d'exploitation et de fabrication plus industrialisés et mieux maîtrisés,
- la diversification des destinations d'utilisation des produits selon les essences,
- les progrès de la R&D et de l'innovation pour garantir une meilleure stabilité et durabilité des produits.

Le bois a toujours participé de l'acte de construire. Relégué un temps comme moyen de coffrage ou de platelage sur les chantiers, il revient comme matériau *challengeur* des procédés constructifs désormais traditionnels (filiale béton et acier notamment). Renouvelable, stockant le CO2, moins consommateur d'énergie pour sa transformation, il devient, grâce à la R&D et à l'innovation, un produit technologique performant, façonnable, stable, sain et rapide à mettre en œuvre.

La ressource forestière demeure abondante tant en France qu'en Europe. Sous réserve des progrès d'organisation et de fonctionnement de la filière, le bois devrait jouer à l'avenir un rôle majeur dans la construction individuelle ou collective, sans pour autant nuire à l'équilibre naturel de la ressource que son exploitation raisonnée et responsable contribuera à entretenir.

3 ANNEXES

1) DÉFINITIONS - GLOSSAIRE

| | |
|--------|---|
| AMOA : | Assistance à la maîtrise d'ouvrage, |
| BET : | Bureau d'études techniques |
| DCE : | Dossier de Consultation des Entreprises utilisé pour les appels d'offre public |
| EC : | Eurocodes |
| EnR : | Energies renouvelables |
| EP : | Eaux Pluviales |
| FSC : | (<i>Forest Stewardship Council</i>) certification garantissant que le bois provient de forêts gérées durablement |
| GES : | Gaz à Effet de Serre |
| GPA : | Garantie de parfait achèvement, garantie légale à laquelle l'entrepreneur ou le constructeur est tenu pendant un délai d'un an à compter de la réception de l'ouvrage |
| ITE : | Isolation Thermique Extérieure |
| ITI : | Isolation Thermique Intérieure |
| MOA : | Maîtrise d'ouvrage, |
| MOB : | Modules ossatures bois en 2 D, parois ou modules ossatures bois, |
| MOE : | Maîtrise d'œuvre, |
| OSB : | (<i>Oriented Strand Board</i>) panneaux de grandes particules bois orientées ou panneau à copeaux orientés |
| PEFC : | (<i>Pan European Forest Certification</i>) certification garantissant que le bois provient de forêts gérées durablement |
| TEP : | Tonnes Equivalent Pétrole |
| VMC : | Ventilation Mécanique Contrôlée |

2) BIBLIOGRAPHIE

- « Développement de l'usage du bois dans la construction - Obstacles Réglementaires & Normatifs Bois Construction' » – CSTB - août 2009
- « Forêt & Bois : une filière d'avenir pour la France » - FBF-FBIE – janvier 2014
- « La valorisation de la forêt française » – Avis du CESE – Marie de l'Étoile – octobre 2012
- « La forêt privée, un potentiel méconnu » – Michel de Galbert - Responsabilité & Environnement N° 53 janvier 2009

- « Observatoire national de la construction bois en 2012 » - FBF - juin 2012
- « Bois énergie et qualité de l'air » – Avis ADEME – novembre 2013
- « Le B.A-ba de la construction bois publique et collective » – Jan Söderlin et Jean Vincent Boussiquet – B.A. bois – Mai 2008
- « Filière Forêt Bois » – Mémento – AGRESTE – mai 2012
- « Le marché du bois en France : situation actuelle et perspective à court terme » - Commission économique pour l'Europe des Nations Unies - Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires – septembre 2011
- « Marchés actuels des nouveaux produits issus du bois et évolutions à échéance 2020 » – DGPAAT – février 2012
- « Le marché français des bois résineux : quelle place pour le bois français ? » – Eric Toppan – 2008
- « Perspectives de valorisation de la ressource de bois d'œuvre feuillu » - FCBA – Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche – février 2011
- « Les perspectives du secteur forestier à l'horizon 2030 » – AGRESTE – 2013
- « La forêt et les industries du bois » – AGRESTE – 2013
- « Comparaison des filières forêt-bois en France et en Allemagne » – Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche – mai 2014
- « Enquête nationale de la construction bois – activité 2012 » – FBF - Octobre 2013



L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
Les Hlm, habiter mieux, bien vivre ensemble

