



Synthèse du rapport de recherche TERRACREA¹

Matériaux de constructions biosourcés, ressources agricoles et forestières. Etat des lieux, prospectives et propositions à l'horizon 2030-2050

Auteurs : Pierre Besse, Luc Floissac, Hans Valkhoff (LRA – Laboratoire de Recherche en Architecture de Toulouse), Sylvain Angerand, Franck Chaumartin (Les Amis de la Terre – France)

Septembre 2014

TERRACREA est un projet de recherche qui associe le Laboratoire de Recherche en Architecture de l'ENSA Toulouse et les Amis de la Terre France ; son but est d'estimer la disponibilité en terres arables métropolitaines pour une production soutenable d'agro-matériaux pour la construction et la réhabilitation de bâtiments compatible avec les objectifs « Grenelle I et II ».

On y détermine les principales ressources agricoles utilisables et les besoins en matériaux biosourcés² du secteur de la construction de bâtiments, en 2010 et aux horizons 2030 et 2050. Des stratégies de production agricole et forestière et d'utilisation de (co)produits à destination du bâtiment sont proposées. Celles-ci ne provoquent pas de concurrence avec l'alimentation et les usages usuels des produits agricoles tout en maintenant la fertilité des sols.

TERRACREA a été l'occasion de développer un simulateur qui permet de comparer diverses hypothèses, en faisant varier des paramètres comme par exemple : le taux de pénétration des matériaux biosourcés dans le secteur du bâtiment, le rythme de construction/réhabilitation, etc.

TERRACREA montre que le potentiel d'intégration de matériaux biosourcés d'origine agricole (paille, chanvre, lin) dans le secteur du bâtiment est conséquent, sous réserve d'une meilleure structuration des filières. Pour le bois, des tensions existent en raison d'un décalage entre la nature de la ressource métropolitaine (feuillus essentiellement) et les demandes des industriels (résineux). Le principal risque identifié pour le développement de ces filières est celui de la concurrence avec les usages énergétiques de la biomasse.

Ce projet a été financé par la région Île-de-France, la DHUP (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie) et la Caisse des Dépôts.

Les auteurs remercient l'ADEME pour la mise à disposition des données OPEN.

Photo de couverture : Livraison sur chantier des ballots de paille - Bâtiment tertiaire (R+3) à énergie positive de la société Ecocert - L'isle-Jourdain (Gers). Crédit : Agence d'architecture JF. Collart

(1) L'acronyme TERRACREA signifie : «Disponibilités en terres arables métropolitaines pour une production soutenable de matériaux biosourcés pour la construction / réhabilitation de bâtiments compatibles avec les objectifs « Grenelle »». Le rapport intégral du projet Terracrea est téléchargeable ici : www.amisdelaterre.org/terracrea

(2) Matériaux biosourcés : matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale. Pour en savoir plus : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Produits-de-construction-et.html>

1 Etat des lieux

L'étude TERRACREA repose sur un travail de recueil et de recoupement statistique très important qui porte sur les domaines de l'agriculture, de la sylviculture et de la construction/réhabilitation de bâtiments qui est résumé dans les paragraphes suivants.

1.1 Bois d'œuvre et produits dérivés

Le bois est un matériau traditionnel de construction utilisé aussi bien pour le gros œuvre (charpente) que pour le second œuvre (menuiserie, parquet). Marginale il y a encore quelques années, la construction en ossature bois se développe fortement en France, stimulant un courant d'importation de bois résineux. En effet alors que les forêts françaises sont constituées pour les ¾ de feuillus, les entreprises de la construction privilégient l'utilisation de produits résineux, plus standardisés et normés. En 2010, la production de sciages de résineux a été de 6,9 Mm³ et celle de feuillus de 1,3 Mm³ (Agreste, 2010). En prenant en compte les importations et les exportations, la consommation apparente est évaluée à 10,8 Mm³. La destination des sciages est très mal connue, faute d'éléments quantitatifs centralisés au niveau des filières (Alcimed, 2012), mais la construction constituerait le principal débouché du bois d'œuvre français avec 65 % des utilisations de sciages et 40 % des panneaux.

Le sciage génère des déchets (produits connexes de scierie) qui sont en partie orientés vers les industries de trituration (fabrication de panneaux de fibres et de pâte à papier) mais aussi, et de façon croissante, vers une valorisation énergétique. Les usines de panneaux ont réceptionné en 2009 environ 6,1 Mt de bois dont 3,5 Mt de bois rond (bois d'industrie) et 2,6 Mt de produits connexes de scieries. Cet approvisionnement a permis de produire environ 4,1 Mm³ de panneaux de bois.

La fibre de bois utilisée comme isolant est aujourd'hui marginale et représente une production annuelle de 30 000 t/an.

La ouate de cellulose est un produit issu du recyclage de papier journal. La production française est de 30 000 t/an, le marché de 45 000 t/an, le solde étant comblé par l'importation. C'est aujourd'hui l'un des seuls produits biosourcés réellement concurrentiels avec les isolants conventionnels.

1.2 Produits issus de l'agriculture

A la différence du bois, les matériaux issus de l'agriculture sont, à ce jour, peu aptes à être utilisés dans la structure des bâtiments. Ils sont donc essentiellement employés pour l'isolation thermique ou acoustique. C'est donc au regard des besoins en isolants que nous évaluons leur disponibilité.

Les isolants biosourcés actuellement en usages sont très divers et se distinguent par :

- leur nature (granulats comme les anas de lin et la chènevotte, fibres de lin et de chanvre, paille entière de céréales) ;
- leur degré de transformation qui détermine des possibilités d'applications variées (produit brut en vrac, panneaux et rouleaux manufacturés...) ;
- le prix des matières premières et des produits finis.

On notera que les produits transformés sont fréquemment associés à des colles (panneaux) ou des fibres de synthèse (pour les laines de chanvre, de lin, de mouton) qui représentent couramment 20 % du poids de l'isolant.

Les filières se distinguent par leur articulation technico-économique avec la production agricole. De ce point de vue, elles se répartissent en trois catégories :

- les filières de coproduits (paille de céréales, résidus de lin, chènevotte, etc.), qui n'ont donc pas d'impacts sur l'occupation actuelle des sols ;
- les filières de cultures dédiées comme le chanvre-construction (chanvre mis en culture dans un but de valorisation intégrale comme matériau de construction) et le miscanthus ;
- les filières de recyclage (tissu - coton recyclé).

Les quantités actuellement utilisées chaque année sont assez mal connues, mais globalement faibles : 10 000 t de chènevotte, 3 000 t de fibre de chanvre, quelques milliers de tonnes de fibre de lin et environ 5 000 tonnes de paille. Le liège, la laine de mouton et le coton recyclé ne dépassent pas 5 000 t chacun. Sortent du lot les anas de lin, pour lesquels la production serait d'environ 100 000 tonnes (Nomadéis).

La disponibilité de ces matériaux est très inégale : faible pour le chanvre dont les débouchés nobles et rémunérateurs sont restreints, plus élevée pour les coproduits du lin, non limitante pour la paille. Les filières sont dynamiques et les recherches actives, mais les freins sont nombreux. Pour les matériaux transformés, le prix est un obstacle majeur, ils ont du mal à s'imposer face aux isolants conventionnels. Pour les matériaux bruts, les obstacles sont essentiellement réglementaires et assurantiels. Les filières travaillent à les lever en caractérisant les matériaux et rédigeant des documents de mise en oeuvre (normes produits, règles professionnelles, cahiers de bonnes pratiques etc.). Par ailleurs, l'usage de ces matériaux impose parfois des changements dans :

- l'art de bâtir (mortiers et bétons végétaux, caissons remplis d'isolants en vrac, remplissage d'ossature bois avec des ballots de paille...) ;
- les circuits commerciaux ;
- l'organisation des chantiers.

A ce jour, les isolants biosourcés employés sont tous issus de coproduits ou de recyclage. Les surfaces qu'ils occupent sont très variables : 10 000 ha pour le chanvre, 100 000 ha pour le lin, 5 Mha pour les céréales à paille. Leur usage n'entraîne aucune concurrence directe avec des produits nobles – grain alimentaire ou fibre textile³.

2 Hypothèses TERRACREA

La prospective à l'horizon 2050, s'appuie sur différentes hypothèses d'évolution de la ressource (agriculture, forêt) et de la demande dans le secteur de la construction (évolution de la population, nombre et type de bâtiments, rythme de rénovation...). Chaque fois que possible, des hypothèses identiques ou compatibles avec le scénario « Afterres 2050 » de Solagro ont été retenues⁴.

2.1 Le secteur de l'agriculture

Le scénario Afterres pose des hypothèses correspondant à des évolutions plausibles, sinon probables :

- diminution mesurée de la surface agricole utile devant l'artificialisation des sols ;
- stabilité du partage du territoire productif entre forêt et agriculture ;
- évolution marquée des modèles de production, avec en 2050 la répartition suivante : 10 % d'agriculture « conventionnelle », 45 % d'agriculture biologique, 45 % d'agriculture « intégrée » ;
- principe politique d'autonomie alimentaire : respect d'un équilibre entre les surfaces nécessaires aux produits alimentaires que nous importons, et les surfaces que nous consacrons à des récoltes exportées. Ceci se traduit par le maintien d'un important flux d'exportation de céréales qui compense nos importations de produits tropicaux.

Nous adoptons ces hypothèses comme cadre de notre prospective.

Cherchant à concilier l'autonomie alimentaire du pays et la participation de l'agriculture à la fourniture d'énergie renouvelable, Afterres y parvient au prix d'une hypothèse supplémentaire (séduisante mais assez encombrante) : la division par deux de la quantité de protéines animales dans la ration humaine moyenne.

Sous cette dernière hypothèse, il montre comment la diminution massive du nombre d'animaux élevés libère des terres et permet d'envisager d'autres usages des sols et des produits agricoles (méthanisation par exemple).

TERRACREA n'est concerné que par la prospective de la production de paille, et donc de céréales.

Nous adoptons donc celle d'Afterres, sans nous prononcer sur le fait de savoir si l'herbe des prairies servira en 2050 à produire de la viande rouge ou du méthane.

L'examen des conditions de production de la laine de mouton et du liège montre que ces matériaux sont et resteront peu disponibles, sauf à recourir à l'importation (ce qui est déjà le cas du liège). Concernant le miscanthus, nous estimons qu'il n'a pas d'avantage sérieux sur la paille de céréale en tant que matériau de construction, et que son avenir comme tel est incertain. Le potentiel des plantes textiles et de la paille de céréale doit être regardé avec plus d'attention.

2.1.1 Le lin et le chanvre

Plante textile majeure depuis l'Antiquité, le lin a connu une apogée au milieu du XIX^e siècle avec 350 000 ha cultivés en France, pour tomber à 20 000 ha en 1920⁵, victime de la concurrence du coton et des fibres de synthèse. Depuis les années 1950, il s'est partiellement relevé et occupe aujourd'hui environ 100 000 ha. Il doit cela à la demande de textile naturel sur le marché mondial, et accessoirement (pour moins de 20 %) à la demande d'huile de lin. Les produits nobles – fibre textile et huile – procurent plus de 80 % du chiffre d'affaire de la filière, contre moins de 5 % pour les coproduits dirigés vers la construction. Ces coproduits sont les granulats issus du défibrage (les anas), ainsi que les fibres courtes impropres au textile. Les anas sont utilisés comme isolant en vrac ou comme charge pour la fabrication de panneaux de fibre de bois. Les fibres courtes servent à la production de panneaux semi-rigides, de feutres et de rouleaux de laine isolante.

Cette filière de coproduits est suspendue à l'activité des filatures et industries de confection chinoises, qui achètent le lin en France. Les surfaces semées annuellement en France dépendent donc du rapport entre le prix proposé pour la fibre et celui des grains alimentaires. La prospective sur la disponibilité future des coproduits du lin est subordonnée à des hypothèses sur le marché du textile, où il est toujours dominé par la fibre de synthèse et le coton, dans un contexte complètement mondialisé. Sur ce marché, le statu quo laisse une place au lin français, mais vouée aux caprices des acheteurs eux-mêmes dépendant d'aléas multiples.

(3) La seule exception à ce constat est le chanvre-construction (chanvre mis en culture dans un but de valorisation intégrale de la plante, fibre et résidus, en construction). Il s'agit d'une filière de petite taille qui occupe seulement 2 000 ha.

(4) AFTERRE est un scénario soutenable pour l'agriculture et pour l'utilisation des terres en France à l'horizon 2050.

(5) Larousse agricole 1920.

Il est difficile de fonder une filière stable dans ces conditions. En revanche dans l'éventualité de la renaissance d'une filière lin textile complète sur le territoire national, et si cette filière

parvenait à prendre une part de marché importante, alors les coproduits pourraient être très abondants.

En l'absence de signes tangibles de renaissance d'une filière lin textile, nous estimons prudent de considérer que la disponibilité fiable en coproduits du lin restera jusqu'en 2050 du même niveau qu'aujourd'hui : environ 40 000 t/an de fibres courtes et 160 000 t d'anas. En cela nous rejoignons Afferres, qui ne prévoit pas d'augmentation notable des surfaces consacrées à cette culture.

Ce constat vaut aussi, avec quelques nuances, pour le chanvre. Cultivé sur près de 200 000 ha en 1850 pour les besoins de l'habillement, du linge de maison, de la corderie et des voiles de marine, sa culture a décliné comme celle du lin et pour les mêmes raisons. Contrairement au lin, la filière chanvre ne s'est pas relevée et stagne actuellement à un niveau très bas, sur la base d'une demande étroite et très spécialisée (papeterie spéciale, plasturgie, etc). C'est cette demande qui motive la mise en culture. Cependant, depuis une vingtaine d'année, plusieurs initiatives ont vu le jour afin de développer la culture du chanvre pour un usage intégral de la plante en construction, en valorisant la chènevotte comme granulats, et la fibre en panneaux ou laines isolantes. Les surfaces cultivées en 2010 dans cet objectif sont minimales, de l'ordre de 2 à 3 000 ha, et représentent 20 % du total des surfaces en chanvre (Nomadéis, 2012). Mais cette filière est handicapée par la nature du chanvre lui-même, dont la tige rigide et coriace est difficile à faucher et à défibrer, ainsi que par le processus industriel nécessaire à l'usage de la fibre en construction, qui renchérit le produit fini. En témoigne l'échec de quelques tentatives récentes.

Pour le lin comme pour le chanvre, à moins de voir renaître une filière textile complète sur le territoire national, on voit mal comment la disponibilité en coproduits pour la construction pourrait augmenter sensiblement à l'avenir. Cette renaissance aurait le mérite de contribuer à nous affranchir de la dépendance envers les matières plastiques et de générer une très forte valeur ajoutée, sur la base d'une surface agricole raisonnable. Elle pourrait être initiée par la montée du mouvement de « consommation responsable », de la part d'acteurs qui accepteraient de payer plus cher leurs vêtements, ou bien provenir d'obstacles mis sur le chemin de la fibre synthétique (une action politique coordonnée pour diminuer l'impact des matières plastiques de synthèse). Mais en l'absence de signes tangibles d'une telle renaissance, nous estimons prudent de considérer que la disponibilité fiable en coproduits du lin et du chanvre restera jusqu'en 2050 du même niveau qu'aujourd'hui : environ 40 000 t/an de fibres courtes et 160 000 t d'anas pour le lin, 3 000 t de fibre et 30 000 t de chènevotte pour le chanvre.

Nous estimons que la disponibilité en produits du chanvre pour la construction ainsi que les surfaces affectées à ces productions se maintiendront jusqu'en 2050 à leur niveau de 2010, soit 3 000 t de fibre et 30 000 t de chènevotte.

2.1.2 La paille

L'originalité du matériau paille est de donner lieu à deux filières très distinctes : une filière industrielle naissante de paille transformée en panneaux (avec adjonction de carton et de colle), et une filière courte qui utilise la paille brute, en bottes ou en mélange avec de la terre crue pour le remplissage de parois en général à ossature bois.

La production brute de paille est d'environ 50 Mt/an, alors que son utilisation actuelle en construction est inférieure à 5 000 t/an. C'est de loin le matériau issu de l'agriculture potentiellement le plus abondant pour des usages en construction. Mais la paille n'est mobilisable qu'une fois satisfaits les besoins de l'élevage pour la litière des animaux (11 millions de t/an aujourd'hui), et dans la limite de ce qu'il est possible d'exporter du champ sans menacer la fertilité des sols, la paille jouant à ce niveau un rôle fondamental. L'évaluation de la quantité de paille

« exportable » de ce point de vue se révèle particulièrement complexe, car sous la dépendance de nombreux facteurs : le type de sol, le type de rotation des cultures, l'efficacité de la restitution des fumiers (elle-même dépendant de la proximité de l'élevage avec la culture des céréales), et surtout la fréquence et l'intensité des opérations de travail du sol tout au long de la rotation, la dynamique de l'évolution de la matière organique dans les sols étant profondément affectée par le travail du sol. C'est aux agriculteurs que revient la décision de restituer les pailles au sol ou de les exporter. L'évolution en cours vers des modèles techniques plus « durables » (agriculture biologique, agriculture de conservation) peut les inciter à privilégier la restitution au sol, pour accroître la formation d'humus et l'activité biologique dans les sols. D'un autre côté, la démarche de l'agriculture de conservation consiste à tenir en permanence le sol couvert de végétation active, et ainsi à maximiser la production de biomasse par unité de surface, ce qui autorise

à terme à augmenter la fraction de paille exportée, en lui substituant la biomasse des plantes de couverture.

Compte tenu des évaluations disponibles et de nos hypothèses prospectives, nous estimons à 5 Mt/an le flux de paille disponible, d'aujourd'hui à 2050, une fois couverts les besoins de l'élevage et sans menacer les sols. Ce flux est à partager entre la construction et les autres filières existantes (paillage horticole) ou en devenir, comme la filière des bioplastiques et surtout les filières énergétiques (combustion directe, méthanisation, agrocarburants).

Le scénario le plus ambitieux de nos simulations (scénario « Isolants biosourcés +++ », option « paille ++ »), qui suppose une substitution massive des isolants conventionnels par des

biosourcés, prévoit pour 2050 un besoin de 1,3 Mt/an de matériaux issus de l'agriculture, dont 1 Mt de paille. Même si à l'échelle régionale la disponibilité est très variable et peut être limitante dans les régions d'élevage, un développement très large de l'usage de la paille en construction est donc possible sans générer de concurrence avec l'usage des produits nobles, et sans menace sur la fertilité des sols. Mais un tel développement suppose d'une part une réforme assez profonde des techniques de construction, et d'autre part, entre les filières demandeuses de paille, un arbitrage conforme au principe de hiérarchie selon lequel l'usage comme matériau est prioritaire sur la valorisation énergétique.

Nous considérons comme possible le prélèvement de 10 % de la paille entière produite, étant entendu que ces 10 % sont à partager avec toutes les filières demandeuses, en particulier avec la fourniture d'énergie. A ce taux, le flux de paille disponible serait de 5,2 Mt/an en 2010, 4,8 en 2030 et 4,2 en 2050. En tenant compte d'une certaine diminution de la demande de paille en élevage, nous proposons d'établir à 5 Mt/an le flux de paille disponible, d'aujourd'hui à 2050.

2.2 Le secteur de la forêt

2.2.1 Renforcer la résilience des forêts et des sols forestiers

Pour essayer de limiter les effets négatifs liés aux changements climatiques, la Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique (SNACC, 2010) prévoit la restauration et le renforcement des capacités d'adaptation

et de résilience des forêts. Cela implique de généraliser les méthodes de sylviculture favorisant le mélange d'essences locales et adaptées aux stations mais aussi de restaurer des niveaux suffisants de gros bois morts en forêt. TERRACREA propose ainsi de « geler » 5 % de la production biologique bois fort pour créer un réseau de zones non exploitées, à différentes échelles – des massifs de plusieurs centaines d'hectares aux îlots de sénescence.

Parce que les rémanents jouent un rôle essentiel pour conserver des sols forestiers de bonne qualité écologique (fertilité, biodiversité, stockage de carbone, facilité de régénération naturelle...), TERRACREA fait le choix d'exclure la récolte des rémanents dont le diamètre est inférieur à 7 cm et ceci quel que soit le type de sol.

2.2.2 Une légère augmentation de la production biologique

L'évaluation actuelle de la production biologique est l'objet de nombreux débats et a été fortement révisée (de l'ordre de 20 %) à la baisse par l'IFN en 2010. Afterres fait l'hypothèse que la production biologique devrait continuer à augmenter jusqu'en 2040 puis stagner à environ 105 Mm³ de bois fort

tige ou 157 Mm³ de biomasse totale. TERRACREA considère également que la production biologique devrait continuer à augmenter mécaniquement jusqu'en 2030 en raison de la structure actuelle des peuplements relativement jeunes, mais envisage une stagnation dès 2030 en raison de l'exposition aux changements climatiques, mais aussi d'une évolution de la sylviculture vers la production de gros bois.

TERRACREA prévoit une augmentation de la productivité des forêts de 10 % d'ici à 2030 puis une stagnation jusque 2050.

2.2.3 La hiérarchie des usages est respectée et le potentiel de bois d'œuvre est entièrement récolté

Le Cemagref évalue la disponibilité en bois d'œuvre (BO) à 34,5 Mm³ (dont 15,0 Mm³ de bois feuillus et 19,5 Mm³ de bois

résineux). TERRACREA considère que la priorité doit être de produire et de récolter du bois d'œuvre mais que le potentiel de récolte maximum ne pourra être atteint qu'en 2050 et ceci sous réserve que des mesures de soutien importantes soient mises en œuvre pour enrayer le déclin actuel de récolte et de la transformation de bois d'œuvre feuillus.

Cette hypothèse implique également que la hiérarchie des usages soit respectée (priorité à l'exploitation de bois d'œuvre et seulement dans un deuxième temps au bois d'industrie et bois énergie, BIBE). Or, à ce jour, une part importante de la récolte de BO n'est pas destinée à la première transformation (28 % selon Alced, 2012) mais détournée vers les industries de la trituration ou transformée en bois de chauffage.

2.2.4 Un développement du bois abouté et une augmentation du rendement matière

Le rendement matière de transformation des grumes varie de 45 à 63 % selon les essences. Il est en général plus faible pour les feuillus que pour les résineux. La valeur moyenne de 50 % est celle qui est la plus communément utilisée et que nous retiendrons pour 2010 (FCBA, 2011).

TERRACREA prévoit une augmentation du rendement matière des sciages de 50 % à 60 %, soit le rendement maximum atteignable aujourd'hui, pour l'ensemble des bois, feuillus ou résineux, d'ici à 2050. Cette hypothèse repose notamment sur les perspectives de développement du bois abouté qui permettrait de valoriser les plus petites sections et donc d'augmenter le rendement matière.

À l'horizon 2050, TERRACREA fait l'hypothèse que les utilisations de bois hors construction n'augmentent pas. En considérant que tout le potentiel de bois d'œuvre est transformé, le volume de sciages disponibles pour le secteur de la construction serait alors de 16,9 Mm³ (9,6 Mm³ pour les feuillus et 7,3 Mm³ pour les résineux).

2.3 Le secteur du bâtiment

2.3.1 Données employées

Depuis le début de la crise économique en 2008 le rythme de renouvellement des bâtiments a fortement chuté. En 2010 la surface de construction des locaux tertiaires (tous usages confondus) est de 21,8 Mm², soit un taux de croissance de 2 % (Sit@del2, 2014). Pour la construction des logements ce rythme est légèrement au-dessus de 1 %. À l'horizon 2030 nous nous sommes basés sur l'objectif du gouvernement de construire 500 000 logements par an, à partir de 2017.

La loi Grenelle II prévoit une obligation pour le parc tertiaire d'engager des travaux de rénovation énergétique dans un délai de 8 ans, à compter du 1er janvier 2012. En attendant le décret qui doit préciser la nature et les modalités des travaux, le rapport Gauchot (Plan Bâtiment 2011) propose l'obligation de faire des travaux à partir d'un seuil de 1 000 m² jusqu'en 2014, puis de descendre ce seuil à 500 m² jusqu'en 2017, année où le seuil de 50 m² préconisé par la directive européenne 2010/31/UE entrera en vigueur. Afin d'anticiper l'application de la loi de Grenelle II, le groupe de travail du Plan Bâtiment propose une charte inspirée du rapport Gauchot.

Le parc tertiaire est très diversifié et chaque segment possède ses spécificités :

- bâtiments privés et publics (écoles, mairies, grandes surfaces, commerces) ;
- grands ensembles tertiaires en Île-de-France ;
- « petit tertiaire » en zone rurale.

Dans un souci de simplification et en raison du manque de précision sur les données disponibles, la modélisation TERRACREA n'intègre pas une différenciation morphologique des bâtiments tertiaires.

2.3.2 Bâtiments existants

Il est difficile de trouver des données cohérentes concernant le nombre annuel de rénovations et de réhabilitations. Nous avons toutefois pu recenser que sur un total de 9,7 millions de logements améliorés par an, seulement 2,6 millions ont fait l'objet de travaux avec impact énergétique (OPEN⁶, 2013). Ainsi comparé aux 127 000 réhabilitations réalisées en 2013, l'objectif de 500 000 rénovations énergétiques du programme (PREH) du gouvernement donne une idée de l'ampleur de l'effort à entreprendre.

Nous avons ainsi cherché à connaître les flux de matériaux engendrés dans les travaux de rénovation, que ces travaux aient ou non un impact énergétique. Ainsi, dans les simulations des flux de matériaux nous avons différencié : entretien et petits travaux, rénovations légères, et rénovations lourdes ou réhabilitations.

2.3.3 Parts de marché des matériaux biosourcés

Nous avons utilisé autant que possible des références de parts de marché actuelles (2010), à partir des études et bases de données disponibles telles que OPEN (2014), FCBA (2009 à 2013), AQC (2010), Nomadéis (2012), C&B (2013) et Forêt et Bois (2014). Ceci nous a permis de croiser les données et d'évaluer pour la plupart des éléments constructifs les parts de marché applicables à l'année de référence (2010). D'autre part les chiffres sur les flux de matériaux biosourcés vendus en France en 2010 ont permis de calibrer le simulateur pour l'année de référence et de recouper ainsi les différentes sources.

Nous ne disposons pas à ce jour de chiffres précis concernant la pénétration des produits biosourcés sur le marché de l'isolation. Les produits d'origine végétale y représenteraient

(6) L'Observatoire Permanent de l'amélioration ENergétique du logement (OPEN) est financé par l'ADEME et a pour mission d'analyser le marché global de la performance énergétique.

aujourd'hui environ 10 % (Le Moniteur, 2014). Si pour l'isolation des combles la ouate de cellulose est le matériau biosourcé le plus utilisé, pour les façades les isolants en fibre de bois constituent le premier choix (Le Moniteur, 2014).

Concernant la part du bois dans le marché de la construction, nous nous basons surtout sur les données de France Forêt et Bois (2013) et en partie sur les chiffres de l'AQC (2010) et du FCBA (2011). La part de marché du bois est élevée pour les fermettes (72 %) et les panneaux (5,2 millions de m³), mais pour la majorité des autres produits (menuiseries, volets, planchers) le bois perd du terrain chaque année par rapport à ses

concurrents conventionnels. Seul le marché de la maison ossature bois est en train de gagner de la place en France et en représente 12 % en 2012 (Forêt et Bois, 2013). Au niveau du marché de l'extension-surélévation, la part du bois est supérieure à 18 %. Côté logements collectifs, la construction bois atteint 5 % du total. Cette part devrait augmenter selon l'enquête menée par Forêt et Bois, 2013.

A partir de ces données, nous avons simulé l'évolution des parts de marché des produits biosourcés par catégorie d'ouvrages ou de travaux selon différents scénarii.

		France 2010	France 2030	France 2050	France 2030	France 2050	France 2030	France 2050	France 2030	France 2050
		Scénario	BS +		BS ++		Isol. BS +++		BS ++ & MOB ++	
Parts de marché des BS		Constat 2010	1%	3%	6%	15%	8%	19%	10%	20%
Logements neufs	Aménagements extérieurs	10%	11%	12%	15%	30%	15%	30%	15%	30%
	Charpente	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	Murs	10%	11%	12%	15%	30%	15%	30%	30%	50%
	Planchers	30%	33%	36%	35%	40%	35%	40%	40%	50%
	Revêtements de sols	10%	11%	12%	15%	20%	15%	20%	15%	20%
	Menuiseries intérieures, extérieures et fermetures	20%	22%	24%	25%	30%	25%	30%	25%	30%
	Façades	5%	6%	6%	10%	20%	10%	20%	30%	50%
	Isolation	7%	8%	8%	14%	30%	40%	75%	30%	50%
	Couverture (sous-toiture)	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	Ossature non porteuse	1%	1%	1%	2%	3%	2%	3%	2%	3%
Divers	5%	6%	6%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	
Log. existants (entretien, réno, réhab)	Aménagements extérieurs	10%	11%	12%	20%	30%	20%	30%	20%	30%
	Charpente	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	Murs	10%	11%	12%	15%	30%	15%	30%	15%	30%
	Planchers	40%	44%	48%	45%	50%	45%	50%	45%	50%
	Revêtements de sols	30%	33%	36%	40%	50%	40%	50%	40%	50%
	Menuiseries intérieures, extérieures et fermetures	30%	33%	36%	40%	50%	40%	50%	40%	50%
	Façades	5%	6%	6%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
	Isolation	7%	8%	8%	14%	30%	40%	75%	14%	30%
	Couverture (sous-toiture)	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	Ossature non porteuse	5%	6%	6%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
Divers	5%	6%	6%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	
Bâtiments non résidentiels	Bâts agricoles (neuf et existants)	24%	26%	29%	30%	35%	30%	35%	40%	50%
	Bâts. ind. & artisanaux (neuf et existants)	13%	14%	16%	20%	30%	20%	30%	30%	40%
	Bâts. tertiaires (neuf et travaux)	10%	11%	12%	15%	20%	15%	20%	20%	30%

Tableau 1. Récapitulatif des hypothèses sur l'évolution de la part de marché des matériaux biosourcés pour les différents scénarii TERRACREA.

2.3.4 Données et hypothèses dans le secteur du bâtiment

Les hypothèses du projet TERRACREA dans le domaine du bâtiment reposent sur :

- des données permettant d'évaluer l'évolution du parc de logements neufs (évolution de la population, taux d'occupation, surface moyenne, nombre de logements individuels/collectifs – INSEE et CDC) et les travaux à réaliser sur le parc existant (données OPEN – ADEME) ;

- un constat statistique et des perspectives dans le domaine des bâtiments non résidentiels qui couvrent les usages agricoles, industriels et artisanaux, tertiaires. Les informations disponibles sur les travaux réalisés dans les bâtiments non résidentiels existants sont très disparates. L'hypothèse TERRACREA est que le rythme d'entretien, modification/rénovation ou réhabilitation y est rapide compte tenu de l'évolution fréquente des contraintes d'usage de ces bâtiments.

Les données et hypothèses utilisées pour le secteur du bâtiment sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Données	Année 2010	Années 2030 et 2050
Population	Statistiques	Projection (INSEE)
Taux d'occupation des logements	Statistiques	Idem 2010
Nombre de logements	Statistiques	Projection = population x taux d'occupation logements
Surf. Moyenne des logements & individuels neufs collectifs neufs individuels existants collectifs existants	Statistiques	Idem 2010
Répartition parc logement individuels collectifs	Statistiques	Projection (avec densification habitat)
Répartition logements par nb niveaux	Statistiques	Idem 2010
Construction de bâtiments Log. Individuels Log. Collectifs Agricoles Industriels et artisanaux Tertiaires	Statistiques	Projection avec ratio par habitant modulé selon politique choisie
Entretien, rénovation, réhabilitation de bâtiments Log. Individuels Log. Collectifs Agricoles Industriels et artisanaux Tertiaires	Statistiques et estimations	Projection avec ratio par habitant modulé selon politique choisie
Ampleur de travaux et matériaux mobilisés	Statistiques et estimations	Projection selon politique choisie
Part de marché des produits biosourcés par élément constructif et type de bâtiment	Statistiques et estimations	Projection selon politique choisie

Tableau 2. Récapitulatif des données et hypothèses sur le bâtiment pour les différents scénarii TERRACREA.

3 Fonctionnement du simulateur et présentation des scénarios

3.1 Objectif des modélisations

L'objectif des modélisations est de mettre en regard à l'horizon 2010, 2030 et 2050 les besoins du secteur du bâtiment en matériaux biosourcés et les ressources disponibles sur le territoire national. Elles prennent en compte à la fois l'évolution prévisible du pays (population, surface construite, surface cultivable, surface boisée, etc.) en faisant évoluer d'autres paramètres plus incertains (parts de marché des produits biosourcés dans la construction, rythme de rénovation annuel, etc.). Chaque modélisation se traduit par des besoins en matériaux (exprimés en millions de m³ ou en tonnes par an) qui sont ensuite confrontés avec des estimations de disponibilité de ressources agricoles ou forestières. Cette confrontation révèle les conflits potentiels sur l'occupation des terres et l'usage des produits.

3.1.1 Horizon et périmètre des modélisations

Le cadre géographique des modélisations est la France métropolitaine à laquelle s'ajoute un zoom sur la région Île-de-France. L'horizon temporel des simulations repose sur les années 2010, 2030 et 2050.

L'année 2010 est utilisée pour :

- disposer de données statistiques fiables concernant les secteurs de :

- la construction et de la rénovation de bâtiments ;
 - l'usage des matériaux de construction et leurs parts de marché respectives, avec un focus sur les matériaux biosourcés ;
 - la description du parc de bâtiments existants ;
 - la production agricole et sylvicole métropolitaine ainsi que les échanges avec l'extérieur dans le domaine du bois.
 - valider le fonctionnement du simulateur en « jouant » l'année 2010 et en vérifiant que les résultats simulés sont cohérents avec la réalité observée.
- Les années 2030 et 2050 sont modélisées à partir de l'année 2010 en jouant à la fois sur des paramètres (présentés dans le chapitre précédent) :
- fortement prévisibles (population, taux d'occupation des bâtiments, quantité moyenne de m² de plancher par habitant et par type de bâtiment, etc.) ;
 - liés à des politiques plus ou moins volontaristes (densification urbaine, rythme d'entretien, de rénovation, de réhabilitation, etc.) ;
 - influencés par des évolutions économiques ou par des politiques de développement de filières, ce qui est le cas par exemple pour l'estimation des parts de marché des produits biosourcés à l'horizon 2030-2050.

3.2 Résultats des simulations

Une série de simulations a été réalisée aux horizons 2030 et 2050. Les quantités de bois et de matériaux biosourcés nécessaires pour couvrir les besoins du secteur du bâtiment sont illustrées ci-après et comparées avec les ressources mobilisables.

3.2.1 Scénario « tendancier »

Le scénario tendancier est utilisé :

- pour calibrer/valider le simulateur avec les données statistiques disponibles en 2010 ;
- comme paramétrage par défaut des autres scénarii.

Les résultats des simulations sont très proches des données statistiques disponibles pour l'année 2010 :

- le total des sciages de bois (feuillus et résineux) est de 6,8 Mm³, ce qui correspond à la consommation de sciages dans le secteur de la construction évaluée à 7,0 Mm³ ;
- les besoins de ouate de cellulose sont conformes aux

45 000 tonnes vendues en France en 2010 (Source : ECIMA - Association des fabricants de ouate de cellulose) ;

- les consommations de laine de bois correspondent aux 450 000 m³ de références (soit environ 18 400 tonnes) – Source Nomadéis ;
- les parts de marché relatives des isolants biosourcés entre eux sont proches des données fournies par les filières concernées ;
- la part de marché des isolants biosourcés dans le marché de l'isolation est conforme aux statistiques disponibles (7 à 10 % dans le neuf et la réhabilitation - Source OPEN).

Les résultats de la simulation montrent que :

- plus de la moitié des sciages destinés au bâtiment sont consommés par la structure, le gros œuvre et la charpente ;
- les menuiseries (fenêtres, portes – en particulier intérieures, occultations, etc.) mobilisent près de 1,5 Mm³/ an de bois.

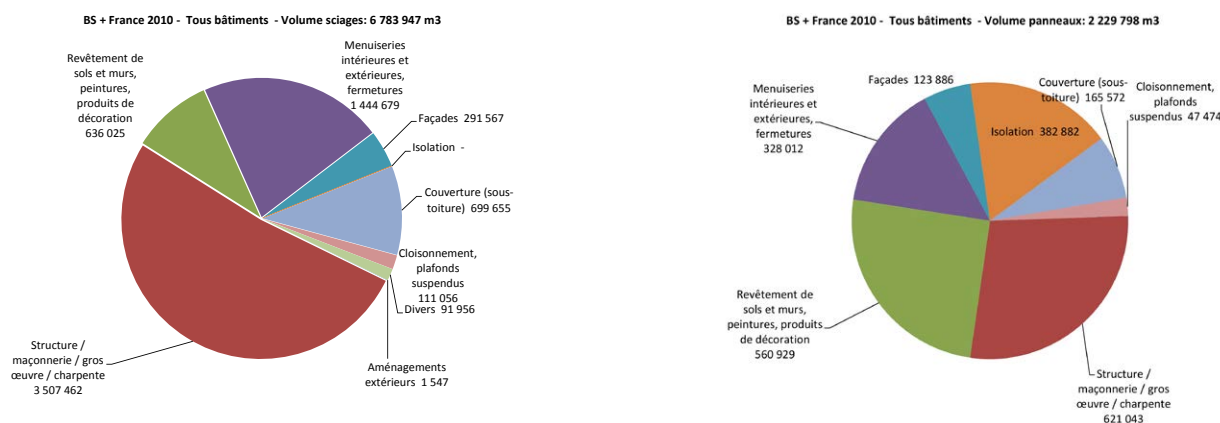


Figure 1: Répartition des consommations de bois et de panneaux par ouvrages en 2010.

Résultats de la simulation « scénario tendancier » à l'horizon 2050

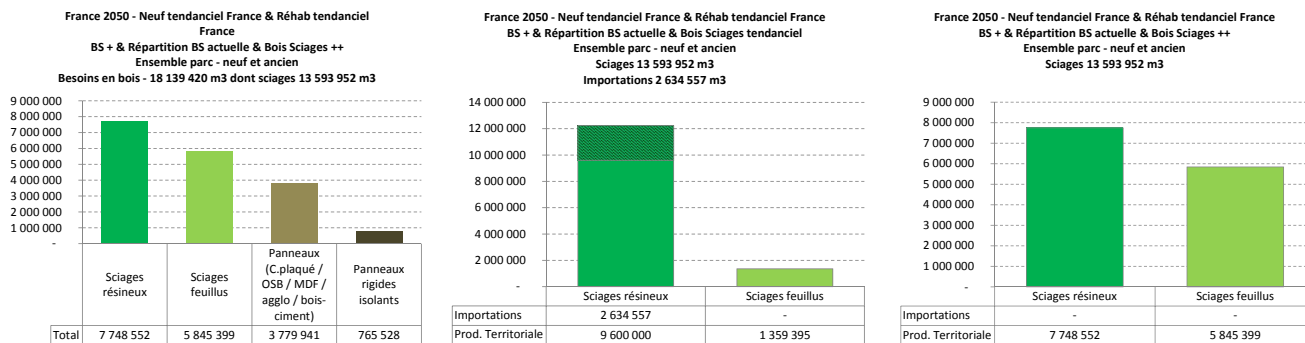


Figure 2. Scénario Tendancier 2050 : besoins en bois d'œuvre, panneaux de bois et isolants. La partie hachurée des graphiques correspond aux importations.

France 2050 - Neuf tendanciel France & Réhab tendanciel France
 BS + & Répartition BS actuelle & Bois Sciages ++ - Ensemble parc - neuf et ancien
 Besoins en matériaux isolants - 168 124 tonnes

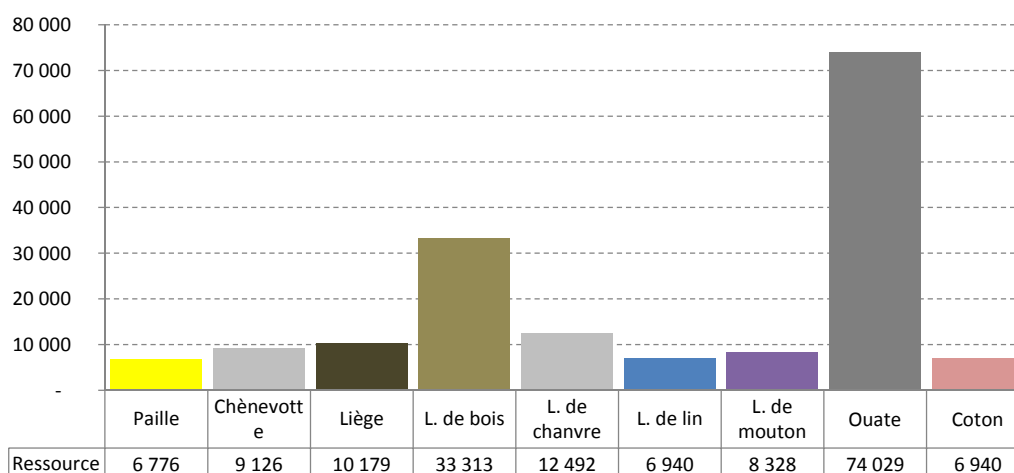


Figure 2. Scénario Tendanciel 2050 : besoins en bois d’œuvre, panneaux de bois et isolants.

Les résultats des simulations montrent en 2050 que :

- le total des sciages de bois (feuillus et résineux) est de 13,6 Mm³. Sans rééquilibrage partiel en faveur des feuillus, les importations sont nécessaires ;
- les quantités de sciages et de panneaux doublent quasiment du simple fait de l’augmentation de la population (et donc des bâtiments construits ou en travaux) et de la légère progression des parts de marché des biosourcés ;

- la part de marché des isolants biosourcés dans celui de l’isolation augmente légèrement ;
- les parts de marché entre isolants biosourcés restent proches de celles de 2010, la ouate de cellulose et la laine de bois continuent à dominer le secteur des isolants biosourcés..

Selon le « scénario tendanciel », en 2050 la ouate de cellulose reste l’isolant biosourcé le plus répandu. La laine de bois augmente ses parts de marché et vient la talonner. Les autres filières progressent moins vivement.

Les ressources en bois sont suffisantes à condition d’augmenter la part des sciages couverte par les feuillus.

3.2.2 Scénario « Biosourcé ++ »

Ce scénario se distingue du scénario tendanciel par une forte augmentation de la pénétration du marché de la construction et de la réhabilitation par les matériaux

biosourcés. Celle-ci est (tous secteurs confondus) en moyenne supérieure à celle du scénario tendanciel de 6 % en 2030 et 15 % en 2050.

Scénario « Biosourcé ++ »		2030	2050
Rythme	Réhabilitation	Tendanciel	
	Construction	Tendanciel	
Parts de marché	Part des produits biosourcés	BS ++	
	Répartition entre isolants biosourcés	Idem actuelle	

Tableau 3. Paramètres pour le scénario « Biosourcé ++ ».

Résultats année 2050

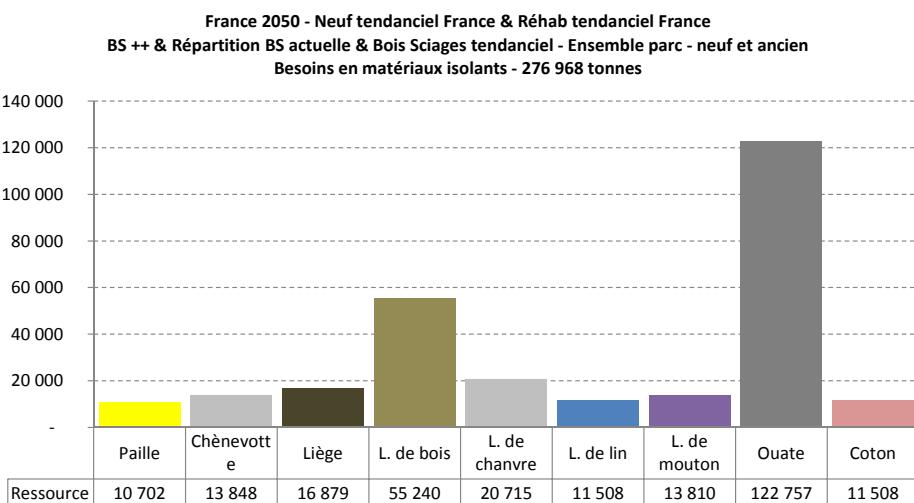
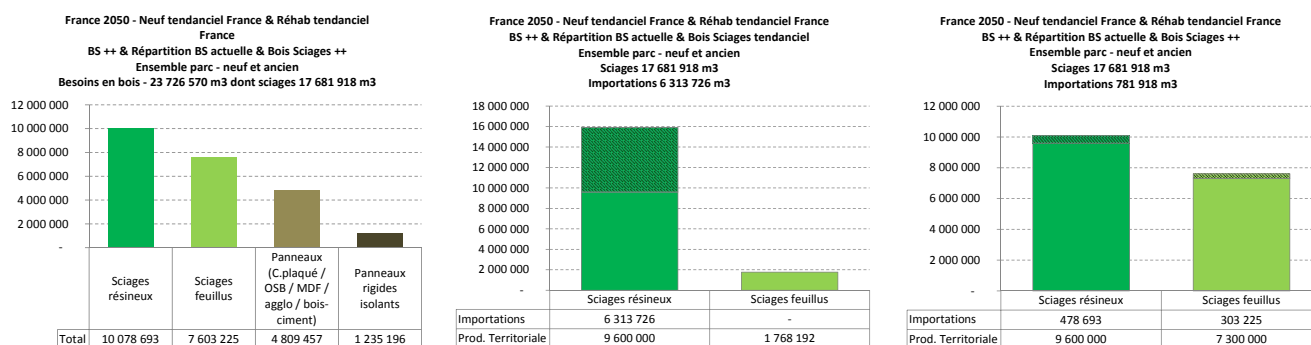


Figure 3. Scénario « Biosourcé ++ » 2050 : besoins en bois d'œuvre, panneaux de bois et isolants. La partie hachurée des graphiques correspond aux importations.

Les résultats des simulations montrent que :

- le total des sciages de bois passe à 17,6 Mm³, ce qui est légèrement supérieur aux ressources mobilisables (16,9 Mm³). Sans rééquilibrage fort en faveur des feuillus, les importations sont importantes;
- le total des besoins en matériaux biosourcés est trois fois supérieur à celui de 2010 mais reste toutefois largement en deçà des ressources mobilisables.

Selon le scénario « Biosourcé ++ », en 2050, une forte augmentation de la part de marché des matériaux biosourcés est soutenable en termes de ressources mobilisables mais le bois constitue un point dur qui se traduit par des importations. Un usage important d'isolants d'origine biosourcée ne pose pas de problèmes de disponibilités.

3.2.3 Scénario « Isolants Biosourcés +++ »

Ce scénario se distingue du scénario tendanciel par une très forte augmentation de la pénétration du marché de la construction et de la réhabilitation par les matériaux biosourcés dans le secteur de l'isolation. Celle-ci est (tous secteurs confondus) en moyenne supérieure à celle du scénario tendanciel de 8 % en 2030 et 19 % en 2050. Les tendances y sont proches du scénario précédent « Biosourcé ++ » mais intègrent une massification du recours aux isolants biosourcés.



Vue d'un mur pignon du bâtiment tertiaire (R+3) à énergie positive de la société Ecocert - L'isle-Jourdain (Gers).
 Crédit : Agence d'architecture JF. Collart

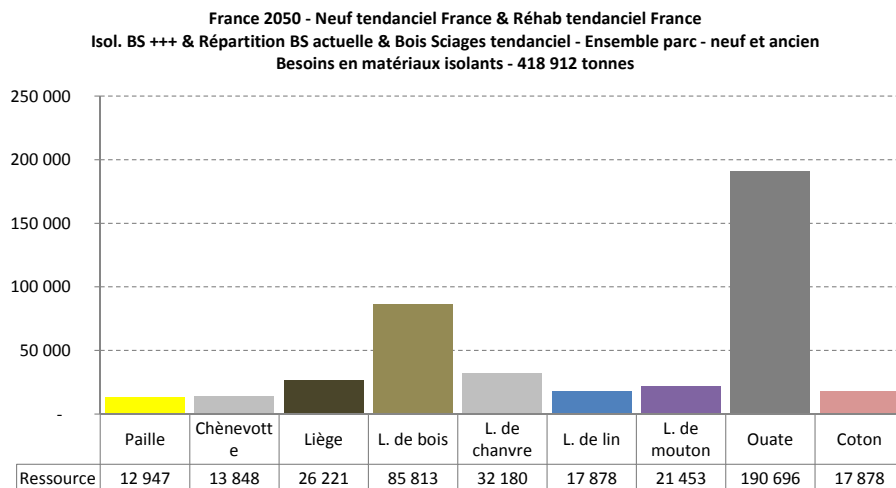


Figure 4. Scénario « Isolants Biosourcés +++ » 2050 : besoins en isolants.

Selon le scénario « Isolants Biosourcés +++ », les résultats des simulations montrent que le total des besoins en matériaux biosourcés est cinq fois supérieur à celui de 2010 mais reste toutefois largement en deçà des ressources mobilisables.

3.2.4 Scénario « Réhab ++ & Biosourcé ++ & MOB ++ »

Ce scénario est une combinaison des scénarios « Réhab ++ » et « Biosourcé ++ » auquel est ajouté une hypothèse de forte augmentation de part de marché de la construction de type MOB (Maison à Ossature Bois). Il se traduit donc par :

- une augmentation importante des rythmes de travaux, de l'usage des isolants biosourcés (10 % d'augmentation

par rapport au scénario tendanciel en 2030, 30 % en 2050) ;

- une très forte augmentation des parts de marché du bois dans la construction neuve.

Scénario « Réhab++ & Biosourcé ++ & MOB++ »		2030	2050
Rythme	Réhabilitation		++
	Construction		Tendanciel
Parts de marché	Part des produits biosourcés		BS ++ & MOB ++
	Répartition entre isolants biosourcés		Idem actuelle

Tableau 4. Paramètres pour le scénario « Réhab ++ & Biosourcé ++ & MOB ++ ».

Résultats année 2050

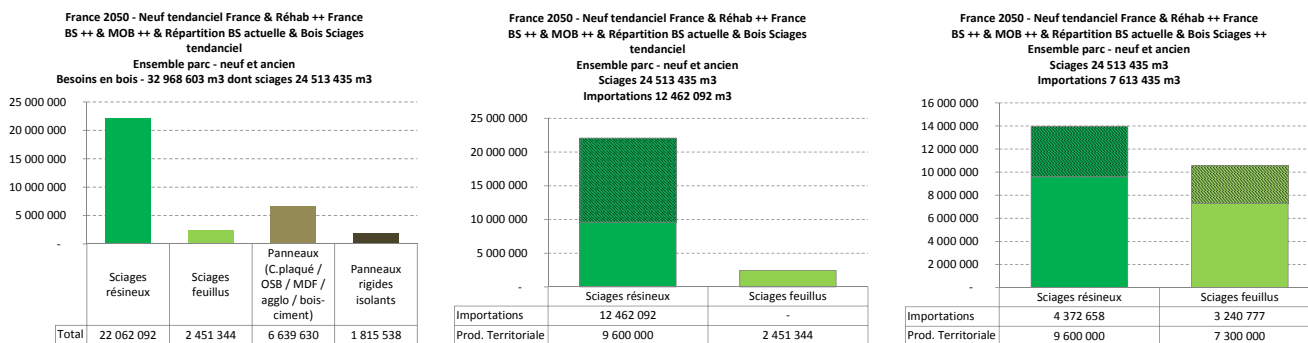


Figure 5. Scénario « Réhab ++ & Biosourcé ++ & MOB ++ » 2050 : besoins en bois d'œuvre, panneaux de bois et isolants. La partie hachurée des graphiques correspond aux importations.

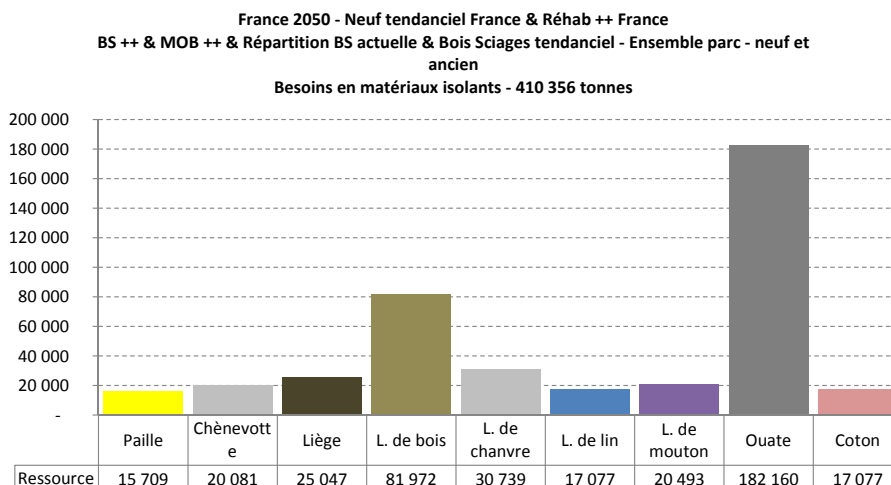


Figure 5. Scénario « Réhab ++ & Biosourcé ++ & MOB ++ » 2050 : besoins en bois d'œuvre, panneaux de bois et isolants. La partie hachurée des graphiques correspond aux importations.

Les résultats des simulations montrent que :

- le total des sciages de bois (feuillus et résineux) est d'environ 24,5 Mm³, ce qui est très largement supérieur au niveau des ressources mobilisables (16,9 Mm³) sur le territoire métropolitain ;
- les consommations de bois de sciages dans le bâtiment

restent déséquilibrées entre résineux et feuillus. Un rééquilibrage fort en faveur des feuillus permet de réduire les importations mais n'est pas suffisant ;

- le total des besoins en matériaux biosourcés est trois fois supérieur à celui de 2010 mais reste toutefois largement en deçà des ressources mobilisables.

Le scénario « Réhab ++ & Biosourcé ++ & MOB ++ » montre qu'une massification des besoins en isolants biosourcés est compatible avec les ressources mobilisables.

La ressource métropolitaine en bois n'est pas suffisante pour couvrir l'intégralité des besoins liés à une massification de la construction en bois et impose de recourir de façon forte à des importations. Ceci reste vrai même en modifiant profondément les usages du bois au profit du secteur du bâtiment et en accroissant l'usage des feuillus dans la construction.

4 Discussion et proposition de stratégies

4.1 Une ressource en bois d'œuvre limitée

Les résultats des simulations montrent que, pour la plupart des scénarii, le bois d'œuvre est la principale ressource limitante. Certes, il est très difficile d'évaluer de façon précise la disponibilité en bois d'œuvre à l'horizon 2050, en raison

notamment des changements climatiques, mais des mesures d'accompagnement et de restructuration de la filière bois française sont indispensables pour promouvoir la construction bois de façon soutenable (hors déséquilibre assumé de la balance commerciale).

Propositions d'actions :

Orienter la gestion des forêts vers une sylviculture de production de gros bois, privilégiant le mélange d'essences locales adaptées aux stations et le couvert permanent des sols (gestion irrégulière).

Soutenir la transformation en sciages des feuillus.

Développer des techniques permettant de valoriser les petites sections ou les bois avec des défauts (par aboutage ou collage) afin de faire passer le taux de transformation de 50 à 60 %.

Encadrer le développement du bois énergie au bénéfice du bois d'œuvre via une politique volontariste de remplacement des foyers ouverts par des foyers fermés, à haut rendement et un meilleur encadrement des plans d'approvisionnement pour les projets industriels.

4.2 Matériaux d'origine agricole : des réseaux d'acteurs à soutenir et des freins multiples à lever

La disponibilité en paille de céréales et en granulats végétaux issus de résidus de cultures est globalement non limitante, tant qu'il s'agit de coproduits. Ces matériaux peuvent se substituer très largement aux isolants conventionnels sans générer de tension avec d'autres filières et sans causer de préjudice à la fertilité des sols ni à l'intégrité des agroécosystèmes. Mais leur utilisation à grande échelle suppose que la ressource reste accessible, et que soient levés un certain nombre de freins.

La filière biomasse-énergie est en plein développement aujourd'hui. La mesure du potentiel de disponibilité pour cette filière doit intégrer une réserve suffisante de ressource en paille et résidus de récolte pour la construction, prendre en compte le caractère irrégulier de la disponibilité annuelle

(qui peut générer des tensions conjoncturelles les mauvaises années) et l'incertitude sur le consentement futur des agriculteurs à livrer leurs pailles. La filière paille-construction a besoin de temps pour se mettre en place, il faut le lui laisser et l'y aider.

Notre consommation annuelle de pétrole est d'environ 80 Mt⁷ soit :

- environ 2 à 3 fois plus d'énergie que ne pourrait dégager la combustion de la totalité du bois qui pousse chaque année (130 Mm³/an)
- environ 5 fois plus d'énergie que celle contenue dans la totalité de la paille produite (50 Mt/an)

La principale menace à terme sur l'accès à la ressource pour fabriquer des matériaux biosourcés est celle des usages énergétiques de la biomasse qu'il convient de limiter en amont par des politiques de sobriété énergétique.

En dehors de la menace de confiscation de la ressource par la demande en énergie, il reste essentiellement deux types d'obstacles :

- un obstacle économique pour les produits biosourcés transformés (panneaux et rouleaux de fibres) qui sont interchangeables avec les isolants industriels courants mais qui sont peu compétitifs en terme de prix et sont soumis à une incertitude à moyen et long terme sur la facilité d'approvisionnement ;
- une série de freins à la fois techniques, réglementaires et institutionnels pour les matériaux bruts. L'usage de ces matériaux appelle une adaptation assez profonde de l'art de construire aux caractéristiques des granulats végétaux et des pailles de céréales, et l'apparition de nouveaux circuits économiques, plus courts et plus locaux. Les filières sont dynamiques et les recherches techniques se poursuivent activement, en laboratoire et sur les chantiers. Mais la caractérisation précise de ces matériaux hétérogènes et changeants, la rédaction de documents

d'application, la prise en compte ou l'adaptation de la normalisation des produits, la formation des acteurs de la construction (de l'architecte à l'artisan) sans oublier le maître d'ouvrage à l'usage de ces matériaux restent des défis à relever.

Depuis une vingtaine d'années, en marge des instances de la recherche-développement et de l'environnement institutionnel, les filières nouvelles des matériaux biosourcés ont montré une capacité certaine d'innovation et de structuration spontanée en réseaux. Ces réseaux ont pour points d'ancrage des chantiers, et assurent au départ toutes les fonctions : recherche, mise en commun de l'information, formation. Dans un second temps, ils prennent l'initiative de la rédaction de référentiels techniques, s'engagent dans des programmes de caractérisation des matériaux avec les laboratoires de recherche, collaborent avec les organismes de la formation professionnelle. Ce dialogue tous azimuts, potentiellement très fécond, est indispensable à un changement d'échelle des pratiques. Ces efforts doivent être reconnus et soutenus.

Si une substitution très large des isolants conventionnels par les biosourcés est possible, il n'en est pas de même pour les matériaux de structure que sont le fer, le ciment, les granulats minéraux et la terre cuite, parce que la disponibilité en bois est limitée. Cette limite ne peut être dépassée que par des systèmes constructifs alliant les matériaux minéraux non cuits – pierre naturelle, terre crue – pour les fonctions de structure, avec les matériaux végétaux pour l'isolation thermique.

(7) <http://www.planetoscope.com/petrole/1480-consommation-de-petrole-en-france.html>

Ces deux classes de matériaux ont en commun leur caractère non industriel, leur abondance et leur dispersion. On peut les associer par juxtaposition ou par mélange (terre-paille, chanvre-chaux, ...). Les uns et les autres engendrent des filières courtes et disséminées, où l'artisan prend le pas sur l'usine, où l'échange économique se double plus facilement d'une relation humaine, où les questions d'assurance et de responsabilité peuvent s'aborder autrement qu'à travers un cadre normatif élaboré pour le marché mondial.

Ces constats suggèrent une stratégie de développement nuancée :

- prendre en compte les filières industrielles mais sans faire de leur existence une fin en soi, et en donnant la priorité

à celles qui se fondent sur des coproduits ;

- soutenir les initiatives de nombreuses PME travaillant à partir de ressources locales et pour des débouchés locaux, sur des solutions techniques originales susceptibles d'abaisser les coûts de mise en œuvre des matériaux biosourcés. Par exemple : production d'éléments préfabriqués – caissons bois/paille à assembler sur chantier ou fabrication de blocs de bétons végétaux ;
- abaisser les seuils d'accès au marché pour les matériaux bruts, en adaptant les conditions d'assurance pour les professionnels et maîtres d'ouvrage et en assouplissant le cadre réglementaire et normatif.

4.3 Des politiques de gestion de la biomasse régionalisées et démocratisées

Des réquisitions massives de biomasse pour des projets industriels unidimensionnels peuvent déséquilibrer des filières existantes et obérer l'émergence de nouvelles filières, parfois potentiellement beaucoup plus riches de bénéfices économiques et sociaux.

Les tensions sont déjà apparentes sur le bois, par exemple entre les industries de la trituration et les promoteurs du bois-énergie. Les conséquences de l'énorme ponction de biomasse que constitue l'incorporation d'agrocultures sont moins apparentes, parce qu'elles sont externalisées sous la forme de plantations de palmiers à huile dans les pays tropicaux. Ces tensions préfigurent des conflits d'usage croissants qui

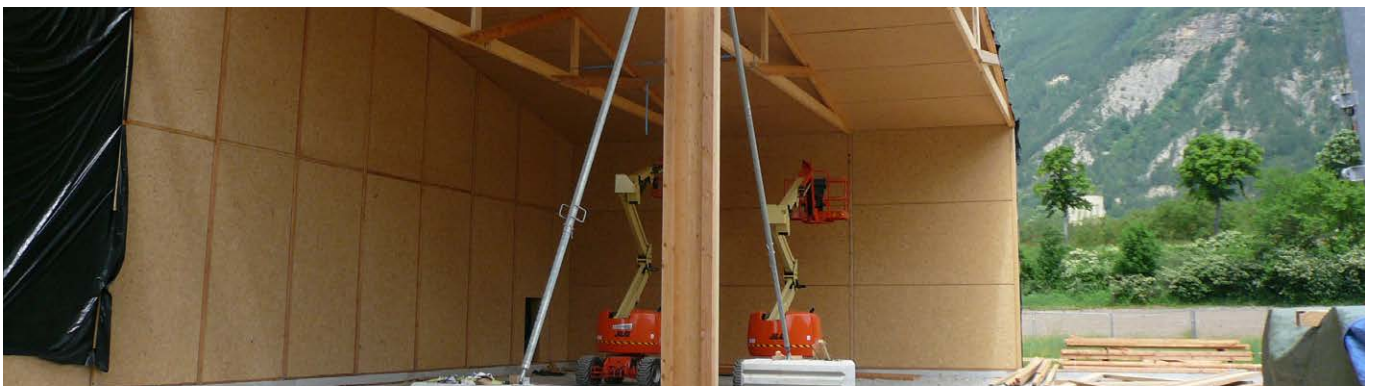
peuvent s'étendre à toutes les formes de biomasse, y compris alimentaire, si des principes politiques clairs d'arbitrage entre ces différents usages ne sont pas énoncés.

L'abondance et la nature des ressources en biomasse sont très différenciées selon les régions ; les contraintes climatiques que subissent les bâtiments et leurs besoins énergétiques aussi.

Conçues dans un objectif de relocalisation, les filières de matériaux biosourcés peuvent générer un tissu dense de relations économiques locales. L'agriculture a déjà amorcé cette mutation, par le biais de multiples formes de circuits courts d'échange des produits alimentaires, où la richesse des relations sociales parvient à rendre viables des exploitations condamnées par l'économie de marché, et aide à faire émerger les formes les plus abouties d'agriculture écologique.

Les décisions politiques engageant les ressources en biomasse sur le long terme sont lourdes de conséquences. Elles ne peuvent ni être prises précipitamment, ni sans consulter l'ensemble des parties prenantes, habitants,

entrepreneurs, travailleurs, producteurs, consommateurs, organisations professionnelles et associations, etc. à l'échelle du bassin de production et de consommation concerné.



La peau très isolante de l'entrepôt frigorifique de cette manufacture d'herbes aromatiques est composée de caissons en bois remplis de bottes de paille. Dans un souci d'économie, l'ensemble du bâtiment est tramé sur les dimensions des bottes de paille et des panneaux des caissons (2,5 x 5 m). La structure est intégralement en bois. Localisation - Chatillon-en-Diois (Drôme).

Société : Herbière du Diois, Crédit : Agence d'architecture V. Rigassi

5 Application à l'Île-de-France

Nous avons appliqué la démarche du projet TERRACREA à la région Île-de-France, grande région céréalière d'une part, et bassin important de développement de la demande en matière d'éco-matériaux d'autre part. Nous avons établi pour cette région un scénario de développement des matériaux biosourcés (offre et demande) et étudié ses répercussions possibles sur la production alimentaire, la disponibilité en biomasse et la fertilité des sols.

5.1 État des lieux régional

Considérant le faible taux de renouvellement du parc de logements actuel, l'objectif de réduction par quatre des émissions de gaz à effet de serre exige un effort important de réhabilitation du stock. Pourtant, la connaissance des consommations en matériaux du bâti existant reste approximative, et les données disponibles sont souvent grossières (IAU, 2010). Sur les 4,97 millions de résidences principales en Île-de-France, chaque année entre 40 000 et 45 000 font l'objet d'une réhabilitation. Le rythme annuel d'amélioration énergétique des logements existants y est donc de moins de 1 % (CR-IDF, 2012), alors que la région envisage d'augmenter ce rythme à 2,5 % en 2020, en promouvant des travaux ambitieux de réhabilitation de l'enveloppe des bâtiments et des systèmes énergétiques.

A ce jour, peu de réhabilitations globales permettant de faire un vrai bouquet de travaux d'amélioration thermique sont réalisées. Sur le parc résidentiel, ces réhabilitations



Mise en place des membranes d'étanchéité à l'air sur les murs-rideaux composés de caissons en bois isolés en bottes de paille. Bâtiment tertiaire (R+3) à énergie positive de la société Ecocert - L'isle-Jourdain (Gers). Crédit : Agence d'architecture JF. Collart

ont lieu en majeure partie dans les logements individuels et les logements sociaux mais encore très rarement dans les copropriétés. Une intensification du rythme de réhabilitation devrait permettre une rénovation thermique conséquente de 1 million de logements à l'horizon 2020, soit 21 % du parc de logements, et de près du tiers du parc tertiaire (CR-IDF, 2012).

Les matériaux biosourcés peuvent ainsi jouer un rôle important dans les économies d'énergie du secteur du bâtiment, en réduisant ses émissions par l'amélioration des performances thermiques et en limitant l'énergie grise et le carbone incorporés dans les matériaux. Il est ainsi nécessaire de penser les bâtiments sur l'ensemble de leur cycle de vie : construction, déconstruction, ré-emploi ou recyclage (CR-IDF, 2012). Or aujourd'hui, les constructions à partir de matériaux biosourcés ne sont pas nombreuses dans la région IDF et les matériaux utilisés pour ces bâtiments n'ont que très rarement une origine francilienne comme le montre l'étude sur les filières matériaux biosourcés de Construction et Bioressources (C&B, 2013) pour le compte de l'ARENE.

5.2 Modélisations avec le simulateur TERRACREA

5.2.1 Hypothèses

Afin d'estimer le nombre de réhabilitations en Île-de-France, nous avons appliqué une extrapolation des chiffres OPEN (BiiS, 2014) et pondéré le nombre total de logements en France ayant subi des travaux en 2013, par la part de la population de la région (19 % de la population métropolitaine). Nous obtenons ainsi le chiffre de 852 150 logements franciliens ayant subi des travaux d'amélioration, pour un parc des résidences principales existantes qui s'élève à 4,97 millions de logements (18 % du parc francilien). Cette extrapolation reste bien en dessous du chiffre de 1,18 million de ménages concernés en 2005 par des travaux en Île-de-France – 25 % du parc existant – selon l'enquête du logement (IUA, 2006).

En appliquant au chiffre extrapolé « OPEN » la même répartition entre entretien, rénovation et réhabilitation qu'au niveau national, nous arrivons à des nombres de réhabilitations et de rénovations qui sont proches des estimations du SCRAE⁸ (2012). Ceci nous permet d'appliquer les objectifs régionaux du SCRAE par rapport à l'augmentation du rythme de la réhabilitation à l'horizon-2020 et 2050. La Région vise une augmentation de 3 % en 2020 puis de 4 % en 2050, toutes rénovations confondues, en appliquant pour 2020 un taux de 60 % de réhabilitations « intermédiaires » et « basses consommation BBC » sur le nombre total des rénovations.

Nous avons tenu compte de ces prospectives, en appliquant des taux de réhabilitations soutenus « Schéma Climat Île-de-France ». Nous considérons que la part des réhabilitations « lourdes » (dans le sens OPEN/TERRACREA) évolue vers 75 % des rénovations totales en 2030 et sera de 90 % en 2050. Cette évolution est prise en compte pour calculer la progression du rythme des réhabilitations en 2030-2050.

(8) SRCAE : Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie Ile-de-France.

Pour le secteur non résidentiel, les modélisations sont basées sur la surface totale des locaux de 217 millions de m² en 2010 (toutes activités confondues). Nous considérons qu'aujourd'hui le rythme annuel de rénovation et de réhabilitation est de 2 %, ce qui correspond à environ 4 millions de m²/an, dont la moitié concerne les rénovations (légères) et l'autre moitié les réhabilitations (SCRAE, 2012).

Comme pour le secteur résidentiel nous avons créé un scénario de modélisation basé sur les objectifs 2020 et 2050 du SRCAE. Ceci vise à augmenter considérablement la réhabilitation des surfaces non résidentielles chauffées (locaux commerciaux, grandes surfaces, bureaux tertiaires privé/public, etc.) pour arriver à 6 millions de m² en 2020 et à 8 millions en 2030 pour être dans la trajectoire du « facteur 4 » et atteindre la réhabilitation totale du parc à l'horizon 2050. Il en est de même pour le résidentiel. Nous considérons que la part des réhabilitations « lourdes » concerne 75 % des rénovations totales en 2030 puis 90 % en 2050.

5.2.2 Scénarii d'évolution

Le tableau de synthèse ci-dessous résume les paramètres appliqués aux scénarii de simulations pour l'Île-de-France.

Scénario et horizon	Secteur	2010 Année référence	2030 Tendanciel	2030 Schéma Climat	2050 Tendanciel	2050 Schéma Climat
Rythme Construction	Logement	0,8%	1,4%	1,6%	1,6%	2,0%
	Non-résidentiel	2,1%	2,3%	2,6%	2,5%	3,0%
Rythme Réhabilitation	Logement	0,5%	1,5%	2,5%	2,0%	3,0%
	Non-résidentiel	1%	2,0%	3,0%	3,0%	5,0%
Part de marché biosourcé	Logement*	10%	-	-	-	-
	Locaux agricoles	24%	26%	30%	29%	35%
	Locaux industriels	13%	14%	20%	16%	30%
	Locaux tertiaires	10%	11%	15%	12%	20%

Tableau 5. Paramètres pour les différents scénarii modélisés pour la région IDF.
*moyenne pondérée sur la répartition des éléments de construction

Notons que le nombre de logements (5 millions de résidences principales en 2010) augmente en proportion de l'évolution de la population entre 2010 et 2050. De plus, nous considérons que le ratio entre les logements individuels et collectifs évolue en faveur des logements collectifs (80 % en 2050) mais que la surface moyenne (76 m²) reste constante.

5.2.3 Résultats des simulations

En ce qui concerne le **scénario « Schéma Climat IDF - BS++ »**, pour l'année 2030 les besoins en bois de sciage dépassent 2 millions de m³. Les panneaux de bois (tous types confondus) comptent pour plus de 700 000 m³/an.

Comme le montre l'étude de différentes sources de données (ADEME, ARENE, NOMADEIS, etc.), la part de marché des isolants biosourcés est identique entre la région Île-de-France et le niveau national. La ouate de cellulose y domine avec 45 % (en poids), suivie de la laine de bois pour 20 %. Les autres matériaux (coton, liège, paille, chènevotte, laine de chanvre, de mouton ou de lin) restent aujourd'hui marginaux, et nous n'avons toujours pas de données précises les concernant. Néanmoins, on notera qu'ils représentent ensemble environ 35 % du marché.

Enfin, au scénario de réhabilitation des logements et des locaux non résidentiels décrit ci-dessus, le simulateur nous permet d'appliquer les différents taux de parts de marché des matériaux biosourcés à l'horizon 2030-2050. Ainsi, il a été possible – comme au niveau national – de définir différents scénarii d'évolution de l'utilisation des matériaux biosourcés dans la construction.

Ces consommations modélisées pour l'année 2030 sont comparables aux consommations pour 2050 dans le scénario tendanciel.

On note qu'en 2050, pour le scénario « Schéma Climat BS++ », les besoins des sciages dépassent les 3 Mm³, tandis que la demande des panneaux de bois augmente dans les mêmes proportions et dépasse 1,1 Mm³. La même évolution se présente pour les isolants biosourcés, pour lesquels nous avons augmenté les parts de marché mais maintenu la répartition actuelle avec la ouate de cellulose et la laine de bois loin devant les autres produits.

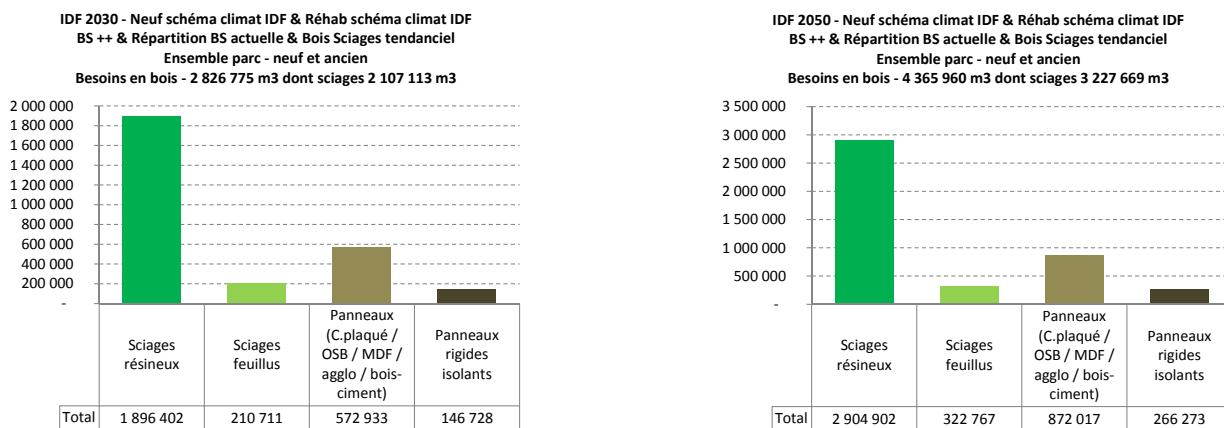


Figure 6. Scénario « Schéma climat IDF & BS ++ » : besoins en sciages et panneaux de bois en 2030 et 2050.

La consommation modélisée des isolants du scénario « volontariste » en 2030 est comparable à celle du scénario tendanciel pour 2050. Dans ce cas de figure, l'écart entre la demande francilienne en ouate de cellulose et les autres isolants biosourcés est encore plus marquant. Les besoins en ouate de cellulose seraient d'environ 27 000 tonnes et ceux en

laine de bois, d'environ 12 000 tonnes, ce qui correspondrait à ce qui est produit aujourd'hui sur l'ensemble du territoire métropolitain. On note enfin que les quantités modélisées en 2050 pour les autres isolants biosourcés restent tout à fait marginales.

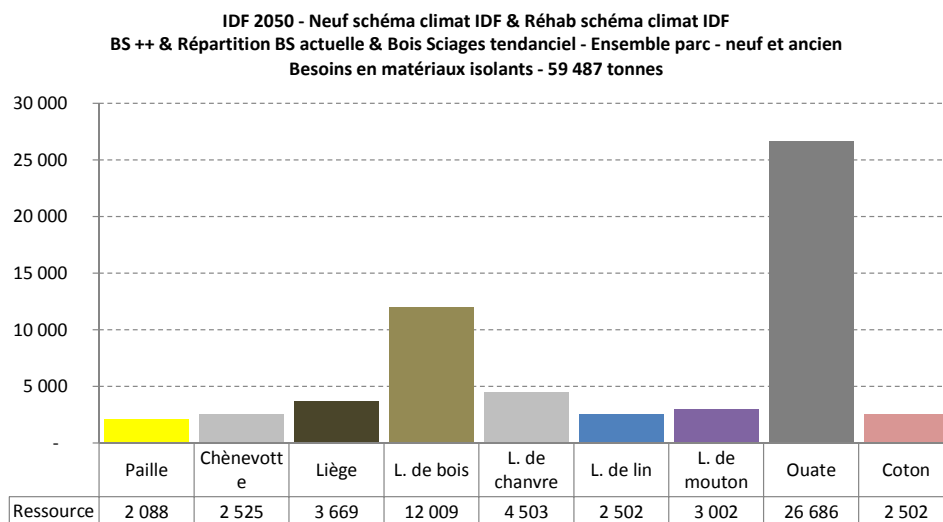


Figure 7. Scénario « Schéma climat IDF & BS ++ » : besoins en isolants en 2050.

5.2.4 Discussion

La région Île-de-France est globalement déficitaire en matériaux biosourcés, en particulier pour le bois d'œuvre qui souffre de l'absence d'une filière organisée. Pour les agro-matériaux, la problématique vient autant de la difficulté d'accès au marché de la construction que du manque de ressources ou des faiblesses des filières émergentes.

Aujourd'hui le volume de sciages en Île-de-France ne dépasse guère 2 000 m³, ce qui est presque négligeable par rapport aux besoins en bois d'œuvre dans la construction.

La filière bois régionale dispose d'une ressource importante

mais sous-exploitée. La quasi-totalité du bois de construction (majoritairement du résineux) est importée depuis d'autres régions ou de l'étranger. Rappelons qu'au début des années 1990, les scieries régionales produisaient encore 60 000 m³ de sciages, majoritairement des feuillus.

En appliquant un scénario volontariste d'équilibrage du marché de construction en faveur du bois d'œuvre issus des feuillus « sciages bois ++ », le déficit francilien des sciages résineux est en partie compensé pour les sciages de feuillus à l'horizon 2050. Cependant, cette production reste très marginale par rapport aux besoins. En augmentant les rythmes de construction et de réhabilitation – ainsi que

les parts de marché biosourcé – ce déficit régional de bois d'œuvre sera encore plus grand, tel que décrit dans le scénario « **Schéma Climat IDF et Biosourcé ++** ».

Concernant les agro-matériaux, TERRACREA estime qu'à l'échelle nationale le flux de **paille** disponible en 2030 et 2050 est identique à celui de 2010, soit 5 Mt/an à l'échelle nationale. En région Île-de-France particulièrement, les productions céréalières s'élèvent annuellement à environ 2,73 millions de tonnes de grains (Agreste, 2013), dont plus de la moitié en Seine-et-Marne. En suivant le ratio de 1:1 (ADEME, 2013), la production totale de paille est également de 2,73 Mt. La plus grande partie est destinée à l'élevage et plus de 30 % pour le retour au sol. Le Conseil Régional a estimé à 150 000 t/an la ressource francilienne en paille disponible pour le bâtiment et pour d'autres usages comme la méthanisation, tandis que l'étude Inddigo (2012) estime la disponibilité de biomasse en « paille énergie » à elle seule à 223 000 t/an en 2030-2050. Notre estimation TERRACREA est de **290 000 t/an** de paille disponible en Île-de-France, de 2010 jusqu'en 2050, une fois satisfaits les besoins de l'élevage.

Concernant la **filière chanvre**, nous pouvons citer « Chanvre Avenir » (localisée dans le sud de la Seine-et-Marne et en Essonne), association qui envisage de créer une filière de production et de transformation, ou encore « Planète Chanvre », qui dans le nord de la Seine-et-Marne regroupe agriculteurs et professionnels et concrétise l'émergence d'une filière avec aujourd'hui environ 1 000 ha (Céréma IDF). Ce groupement gère à Aulnoy une unité de production et transformation avec une usine de défibrage et une production de granulats (chènevotte) et d'autres produits de chanvre, mais aujourd'hui le granulat (chènevotte) est à 90 % exporté en Allemagne et en Belgique, vu la quasi-absence d'une demande régionale.

Une production aux portes de la petite couronne existe donc bel et bien et toutes les conditions de développement d'un marché régional sont donc réunies, mais le marché francilien

doit se développer. Si ce frein est levé, les surfaces pourraient croître rapidement selon le rapport de l'ARENE (2013).

Le « **lin fibre** » - appelé aussi « lin textile » - est surtout cultivé dans la moitié nord du pays. La France produit 75 % du lin textile mondial, ce qui représente, en 2012, 70 000 ha dont environ 1 000 ha en Seine-et-Marne (C&B). Ceci correspond à un gisement francilien de 7 000 t/an paille et de 1 600 t/an de fibre. Les résidus de défibrage du lin (anas) sont en grande partie utilisés comme litière, mais ils sont également utilisables dans le bâtiment, en vrac (isolant) ou sous forme de béton (en mélange à la chaux, la chènevotte du chanvre). La fibre courte, impropre au textile, est aussi utilisée pour la fabrication de produits d'isolation, comme l'Isolin.

Aucun site de production de **ouate de cellulose** n'est encore implanté en Île-de-France, malgré un gisement considérable et une demande de la part des entreprises de construction qui se fournissent alors majoritairement en produits allemands et autrichiens. C&B (2013) estime que le gisement de papiers de bureau récupérables dans la région est de plus de 350 000 tonnes/an, constitué pour 88 % du recyclage de journaux et pour 12 % des cartons et papiers recyclés. L'ORDIF quant à lui estime le gisement total de papiers et cartons en Île-de-France à plus de 1,5 millions de tonnes. Une enquête régionale est en cours pour préciser ces chiffres.

La **filière du miscanthus**, illustrée par le projet Cœur Vert, au sein de la boucle de Seine à l'ouest de Paris, se développe dans la région mais ne dépasse pas 500 ha en Île-de-France dont 300 ha en Seine-et-Marne, pour environ 2 000 ha de surfaces en France (C&B, 2013). Le miscanthus est aujourd'hui principalement valorisé comme biocombustible pour des chaudières, comme litière ou encore comme paillage horticole, mais à terme, quatre filières de valorisation du miscanthus devraient être mises en place en Île-de-France, dont les matériaux de construction. Cette filière n'étant pas encore développée, nous ne l'avons pas incluse dans notre prospective.



Vue extérieure de la salle polyvalente de Mazan (Vaucluse). Le bâtiment est intégralement réalisé en bois local, l'enveloppe est constituée de caissons isolés avec des bottes de paille qui sont enduits côté extérieur au plâtre gros coloré.
Crédit : Bureau d'étude Gaujard technologies SCOP et cabinet DESO Architecture

6 Recommandations

6.1 Limiter les usages énergétiques

Créer des observatoires régionaux de la biomasse, associant les pouvoirs publics et les représentants locaux des filières, avec pour objectif de construire des politiques permettant de faire respecter la hiérarchie des usages. Il s'agit, par exemple de :

- Mettre en place des politiques vigoureuses de sobriété énergétique plutôt que d'exploiter la biomasse à des fins énergétiques.
- Analyser les plans d'approvisionnement des nouveaux projets utilisant de la biomasse (en fonction d'un seuil à définir) et avoir la capacité de délivrer des avis conformes.
- Mettre en place des actions permettant de coupler des politiques locales de transformation du bois et les politiques de développement du bois énergie. L'objectif est d'orienter la demande en bois énergie vers les produits connexes de scieries plutôt que vers de nouveaux prélèvements en forêt.
- Fixer des seuils limites de commercialisation vers les filières énergétiques. Cette mesure est sans doute la plus difficile à mettre en œuvre, mais serait la plus efficace pour faire respecter la hiérarchie des usages et la multifonctionnalité, en limitant par exemple la possibilité de valorisation pour un usage énergétique d'une parcelle.

6.2 Soutenir la structuration des filières

- Soutenir des structures nationales et régionales de promotion des matériaux biosourcés pour mener des actions pilotes de valorisation des matériaux biosourcés (chantier test, etc.), sensibiliser les acheteurs et faciliter la contractualisation avec les producteurs.
- S'appuyer sur une politique de marchés publics responsable. Ceux-ci représentent environ 10 % du PIB et peuvent jouer un rôle de levier important pour structurer une offre de matériaux biosourcés et soutenir l'accès au marché des PME. L'adoption de délibérations actant la volonté de construire avec des matériaux biosourcés par les collectivités locales en est une première étape.
- Mettre en place des actions de soutien aux filières permettant de faire émerger des acteurs de taille moyenne, capables de fabriquer des produits standardisés pour le marché national, mais aussi des réseaux locaux d'acteurs de plus petite taille, capables de proposer des produits moins transformés. Cette stratégie implique des approches différenciées en termes de normalisation et d'assurance.

- Créer d'un fonds « matériaux biosourcés » (à l'image du fonds « chaleur » géré par l'ADEME), dont l'objectif serait de subventionner des projets pilotes afin d'amorcer la structuration de filières.

6.3 Sécuriser, sensibiliser, former

- Intégrer au moteur de calcul réglementaire RT 2012 les caractéristiques et comportements des matériaux biosourcés qui participent aux économies d'énergie et au confort (chaleur latente, hygroscopicité, inertie et déphasage thermique, etc.).
- Ouvrir et diffuser en « Open-source » le moteur de calcul réglementaire RT 2012 et ouvrir ses équipes de conception aux acteurs des filières biosourcées.
- Mettre en place des actions de R&D⁹ afin de développer l'usage des matériaux biosourcés dans la construction.
- Modifier les référentiels de formation initiale et continue de l'ensemble des acteurs du bâtiment afin d'y prendre en compte les matériaux biosourcés.
- Offrir un cadre assurantiel simple aux filières courtes dans lesquelles un produit brut non transformé est directement mis en œuvre.
- Aménager et simplifier les documents existants (DTU, règles professionnelles, etc.) afin d'y supprimer les barrières à la diffusion des produits biosourcés.
- Simplifier le cadre réglementaire, normatif et assurantiel du secteur de la construction afin de le rendre compréhensible et accessible à l'ensemble des acteurs.
- Réduire les coûts et les délais d'obtention de caractérisation et de validation de nouveaux produits.
- Supprimer les « obligations de fait » contenues dans de nombreux référentiels¹⁰.



Réhabilitation thermique et phonique de la salle de spectacle de «La belle de Mai» à Marseille (Bouches-du-Rhône). Des caissons en bois remplis de paille sont fixés sur la structure existante en métal. Ils seront ensuite recouverts d'un bardage en métal. Crédit: Bureau d'étude Gaujard technologies SCOP

(9) Malgré plusieurs tentatives aucun projet de recherche d'envergure n'a été financé par l'ANR ou l'ADEME dans le domaine de la paille porteuse (matériau local par excellence)

(10) Les performances thermiques des matériaux décrites en annexe de la RT2012 ne sont par exemple pas explicitement reconnues pour bénéficier de CEE (Certificats d'Economies d'Energie) ou d'aides de l'ANAH. Des marques de qualités liées à des marques (ACERMI par exemple) sont indument exigées alors qu'elles ne sont pas obligatoires.