

Contraintes techniques et économiques des différents types de transport pour la biomasse bois

Juillet 2016

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : *ITEM Etudes & Conseil*
N° de contrat : 1501C0021

Coordination technique : FAUTRAD Alice
Direction Productions et Energies Durables
Service Bio ressources



SYNTHESE

REMERCIEMENTS

Cette étude n'aurait pas pu être réalisée sans la collaboration des acteurs de la filière bois énergies et du transport sollicités.

A ce titre, nous tenons à les remercier pour le temps accordé et les informations qu'ils ont pu partager avec nous.

CITATION DE CETTE SYNTHÈSE

Geoffroy Brischoux ITEM Etudes & Conseil - 2016 - contact@item-conseil.fr - tél : 03 81 83 24 71

En français :

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

En anglais :

Any representation or reproduction of the contents herein, in whole or in part, without the consent of the author(s) or their assignees or successors, is illicit under the French Intellectual Property Code (article L 122-4) and constitutes an infringement of copyright subject to penal sanctions. Authorised copying (article 122-5) is restricted to copies or reproductions for private use by the copier alone, excluding collective or group use, and to short citations and analyses integrated into works of a critical, pedagogical or informational nature, subject to compliance with the stipulations of articles L 122-10 – L 122-12 incl. of the Intellectual Property Code as regards reproduction by reprographic means.

TABLE DES MATIERES

1.	Contexte et objectif de l'étude	4
2.	Le transport actuellement sur la filière	4
3.	Les expériences de report modal étudiées	5
4.	Synthèse des coûts et des retours d'expériences	7
4.1.	Bilan global des expériences report modal :	7
4.2.	Coûts, atouts et contraintes techniques et économiques du transport maritime	9
4.3.	Coûts, atouts et contraintes techniques et économiques du transport fluvial	9
4.4.	Coûts, atouts et contraintes techniques et économiques du transport ferroviaire	11
5.	Les coûts synthétisés dans un outils de calcul	13
6.	Synthèse des recommandations en vue d'amplifier le report modal	14

1. Contexte et objectif de l'étude

Pour atteindre l'objectif de 23 % d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie d'ici 2020, la France mise en grande partie sur la biomasse (matières organiques d'origines forestières ou agricoles). En effet, **la biomasse est de loin la première source d'énergie renouvelable de notre pays.**

Le bois énergie représente, à lui seul, 39 % des énergies renouvelables produites en France en 2015 (Chiffres clés des énergies renouvelables – Commissariat Général au Développement Durable - Édition 2015). Si l'on ajoute les biocarburants (11,6 %), les déchets urbains renouvelables (4,9%), le biogaz et les résidus de récoltes, la biomasse (chaleur, électricité, carburants) est à l'origine de plus de 59.1 % de l'énergie produite à partir de sources renouvelables en France. Véritable gisement de production d'énergie renouvelable, le chauffage collectif et industriel au bois pourrait produire 5,2 Mtep en 2020.

Pour ce faire, un « Fonds Chaleur Renouvelable », qui a pour objectif de soutenir le développement de la production de chaleur à partir de sources renouvelables, géré par l'ADEME, a été créé depuis 2009. Ce Fonds Chaleur a déjà permis d'accompagner plus de 1 800 entreprises et collectivités dans leurs projets de production de chaleur à partir de biomasse.

Par ailleurs, l'évolution du contexte législatif issue du Grenelle de l'Environnement vise notamment une croissance de 25% de la part modale du fret non routier et non aérien d'ici 2022. Mais les statistiques du transport confirment que le transport du bois en France est très majoritairement assuré par la route, qui a absorbé l'essentiel de l'augmentation des flux de la filière.

Pourtant, la voie d'eau et le rail présentent des atouts écologiques et économiques non négligeables et disposent, de réserves de capacité importantes.

Ainsi aujourd'hui, dans le domaine de la biomasse bois comme dans de nombreuses filières du transport de marchandises, le débat sur le rééquilibrage modal est activement relancé. Dans ce contexte, l'objectif de l'ADEME est de pouvoir proposer des éléments d'information et d'aide à la décision aux différents porteurs de projets afin d'intégrer une dimension "transports alternatifs" dans leurs réflexions sur leurs approvisionnements pour les différents types de bois transportés.

L'objectif de cette mission **est d'apporter des éléments de connaissances sur les coûts des différents modes de transports et ce, pour les différents combustibles de la filière bois énergie.**

Cette étude vise ainsi à comparer et synthétiser à travers quelques indicateurs pertinents la performance de différentes organisations logistiques de transport du bois énergie intégrant sur tout ou partie de la chaîne un maillon de transport alternatif. Pour arriver à synthétiser des éléments de coût sur les différentes étapes de la chaîne logistique, il est envisagé de **s'appuyer sur la comparaison et l'analyse d'un certain nombre de retours d'expériences de solutions multimodales de transport de bois biomasse.**

2. Le transport actuellement sur la filière

Ainsi, aujourd'hui la quasi-totalité du transport de la filière est effectué par la route. Il n'y a pas de statistique précise mais la part des modes alternatifs est anecdotique (inférieure à 1%).

On recense en effet selon les données 2014 :

- un transport de l'ordre de 20 000 t de « bois énergie » en mode fluvial correspondant à quelques expéditions ponctuelles ;
- du transport ferré pour quelques milliers de tonnes de produits (types connexes de scieries, ...) alimentant les entreprises papetières et dont certaines disposant de chaufferies ou centrale de cogénération, transportent matière première et bois biomasse de manière groupée ;

- quelques flux ponctuels d'importations de bois énergie en mode maritime ou fluvio-maritime.
- des réflexions à partir de 2015 pour un flux utilisant selon les maillons logistiques, transport maritime, fluvial et ferré.

Pour le reste, c'est uniquement du transport routier. On peut donc dire que la route assure aisément 99% du transport.

Aujourd'hui sur la filière, le transport représente plutôt 20 à 25 % du coût du produit livré, mais peut atteindre près de 50% du prix du combustible rendu selon les cas. Les prix supportés par les utilisateurs finaux, demeurent très différenciés, en fonction des quantités consommées, de la qualité du combustible utilisé et de la plus ou moins grande facilité de livraison.

Cette très forte variabilité est liée à la situation géographique de la chaufferie (éloignement des massifs forestiers, densité urbaine et facilité de circulation...) aux volumes d'achats, qui peuvent appeler des modes d'organisation différente et aux opportunités d'optimisation des livraisons, différentes selon les régions (possibilité de prendre en charge la livraison d'autres produits pour éviter les retours à vide).

La fourchette de coût pour le transport par route varie essentiellement entre 8 et 20 € HT/t, mais pour une grande majorité des produits livrés par la route, elle se concentre entre 10 et 15 € HT/t.

Le coût du transport est l'élément clé avec la qualité et la sécurisation des approvisionnements.

L'économie de la filière ne peut supporter des pertes dans aucun des maillons, mais malgré tout la logistique ne semble pas optimisée. La difficulté d'organisation de la filière réside dans le fait de faire coïncider chaque chantier, ayant ses spécificités, avec les caractéristiques des chaufferies livrées.

Les éléments influant sur les coûts du transport sur une origine/destination pour les livraisons sont :

- L'optimisation de l'organisation du chantier d'exploitation (coordination des véhicules / broyeurs, temps d'attente des véhicules ...);
- Le type de produits transportés qui influe sur le temps de chargement...;
- Le degré d'humidité du produit transporté, car en fonction de la densité, les tonnages transportés sont très différents dans un même véhicule;
- Le type de matériel de chargement;
- Le type de matériel de transport (et de conditionnement);
- La distance de transport et le temps de transport (en effet, 15 km en zone rurale ne se font pas à la même vitesse moyenne que 15 km pour accéder en cœur d'agglomération ou pour traverser une zone dense);
- La possibilité de fret retour ou non pour les véhicules;
- Le passage par une plateforme ou non;
- L'optimisation / matériel de déchargement;
- Le besoin de reprise du produit ou non (silo d'alimentation, stockage au sol à proximité...)

Le transport alternatif, même s'il y a peu de retour d'expérience est perçu comme onéreux. En effet, l'ensemble des acteurs ayant expérimenté ou étudié un transfert modal annonce forcément un surcoût par rapport à la route (d'un montant acceptable à 3 fois le coût routier);

3. Les expériences de report modal étudiées : plutôt des expérimentations que des transports réguliers

Nous avons recensé à travers des entretiens auprès de différents acteurs de la filière, des cas de transports ferrés, fluviaux ou maritimes sur la filière afin de les analyser et comparer les coûts de ces organisations logistiques. Nous avons ainsi analysé les coûts des organisations 10 flux dans le cadre de cette étude (dont 4 correspondent à du transport maritime, 4 à du transport fluvial et 2 à du transport ferré), sur la base des éléments fournis par les vendeurs de transport et de prestations logistiques. Ces données correspondent également aux prix/tarifs de transport payés par les acheteurs de transport, puisque sur la filière de nombreux clients finaux interviennent sur l'ensemble de la chaîne approvisionnement.

Flux n°1			
Type de transport	Maritime	Type de flux	Importation
Origine	États-Unis	Destination	Chaufferies franciliennes
Type de produits	Granulés bois (Black Pellets)	Tonnage par envoi	Environ 25 000 t
Régularité	Flux ponctuel mais avec un objectif de régularité de 150 000 t/an		

Flux n°2			
Type de transport	Maritime	Type de flux	Approvisionnement inter-régional
Origine	Forêt des Landes	Destination	Chaufferies du Nord Pas de Calais (ex : Lens)
Type de produits	Plaquettes forestières.	Tonnage par envoi	Environ 2 150 t
Régularité	Expérimentation		

Flux n°3			
Type de transport	Maritime	Type de flux	Importation
Origine	Espagne (Andalousie)	Destination	Chaufferie dans le Nord
Type de produits	Plaquettes et billons	Tonnage par envoi	Environ 5 000 t
Régularité	Flux ponctuel pour pallier au manque de ressources local		

Flux n°4			
Type de transport	Maritime	Type de flux	Importation
Origine	Espagne (Andalousie)	Destination	Chaufferies de Normandie (Bayeux...)
Type de produits	Plaquettes et billons	Tonnage par envoi	Environ 5 000 t
Régularité	Flux ponctuel pour pallier au manque de ressources local		

Flux n°5			
Type de transport	Fluvial	Type de flux	Approvisionnement inter-régional
Origine	Coopérative forestière (08)	Destination	Chaufferie du Nord Pas de Calais de Lens
Type de produits	Plaquettes /Bois ronds	Tonnage par envoi	Environ 900 t
Régularité	Trafic ponctuel pour pallier au manque de stock local		

Flux n°6			
Type de transport	Fluvial	Type de flux	Approvisionnement inter-régional
Origine	Exploitation forestière (02)	Destination	Chaufferie à Beinheim (67).
Type de produits	Plaquettes forestières	Tonnage par envoi	Gabarit Freycinet limité à 250 t
Remarque	Trafic qui n'existe pas sur cette O/D en petit gabarit (réflexion passée).		

Flux n°7			
Type de transport	Fluvial	Type de flux	Approvisionnement inter-régional
Origine	Coopérative forestière (08)	Destination	Chaufferie du Nord Pas de Calais de Lens
Type de produits	Bois ronds (billon de 2 m)	Tonnage par envoi	Environ 800 t.
Régularité	Trafic ponctuel pour pallier au manque de stock local		

Flux n°8			
Type de transport	Fluvial	Type de flux	Approvisionnement inter-régional
Origine	Coopérative forestière (77)	Destination	Site de cogénération à Grand Couronne
Type de produits	Plaquettes forestières	Tonnage par envoi	650 à 1 000 t.
Régularité	Il s'agit d'expérimentations passées		

Flux n°9			
Type de transport	Ferroviaire	Type de flux	Livraison finale après importation
Origine	Plateforme au port de Rouen	Destination	Chaufferie de Saint-Ouen
Type de produits	Granulés bois (Black Pellets)	Tonnage par envoi	1200-1300 t par train entier
Régularité	Flux régulier, qui devrait atteindre 150 à 180 000 t annuelles		

Flux n°10			
Type de transport	Ferroviaire	Type de flux	Approvisionnement régional
Origine	Scierie dans le Cantal	Destination	Site de cogénération de Commentry (03)
Type de produits	Plaquettes de scierie	Tonnage par envoi	500 à 1000 t
Régularité	Réflexion menée en 2013-2014 avant l'ouverture du site (jamais expérimenté)		

4. Synthèse des coûts et des retours d'expériences

4.1. Bilan global des expériences report modal :

L'analyse détaillée des retours d'expérience a permis essentiellement de confirmer deux points majeurs :

- le premier, est que quel que soit d'une part, le mode de transport alternatif à la route (fluvial, maritime ou ferré) et d'autre part, le type de produit transporté (plaquettes, billons, granulés...), il n'y a pas vraiment de contraintes techniques importantes pour opérer un report modal.

En effet, le passage d'une logistique routière à une logistique multimodale, est techniquement peu complexe :

Le même type de matériel de transport routier est ainsi utilisable aussi bien sur un transport de bout en bout que sur les maillons de pré et post acheminement.

Le matériel pour les phases de chargement/déchargement est du matériel des plus courants, et l'on peut aussi bien charger un wagon ou une unité fluviale avec une pelle à godet qu'un semi-remorques FMA.

- le second, est que dans tous les cas comparés, il y a un différentiel coût assez important entre une solution purement routière et un transport alternatif.

En effet, dès lors que les solutions semblent comparables entre route et modes alternatifs (ce qui n'est pas toujours le cas, notamment sur le transport maritime), le différentiel coût est de minimum 60% en faveur de la route.

La voie d'eau est celle qui présente le différentiel coût le moins important, même s'il peut atteindre 2,2 fois le coût du transport routier dès lors que les atouts de la voie d'eau sont minimisés notamment en utilisant le petit gabarit avec des capacités d'emport très limitées.

C'est le cas aussi en transport maritime, plus les quantités transportées sont importantes et plus le coût est optimisé. Ainsi, on constate qu'il est moins cher de transporter du bois biomasse depuis les Etats Unis ou l'Espagne par voie maritime en grande quantité (bateaux complets de 5 à 25 000 t environ) que de transporter du bois en utilisant le réseau Freycinet limité à 250 t entre les Ardennes et l'Alsace.

Les coûts routiers sur la filière selon les entretiens sont un peu supérieurs aux coûts calculés sur la base des coûts du CNR.

Cela peut s'expliquer par différents éléments :

- beaucoup de véhicules semblent affrétés à la journée pour réaliser des rotations entre des lieux d'exploitations et ou plateformes et des sites de livraisons et du fait des distances de transport on aura une part importante de transport à vide ; Les véhicules les plus courants, semi-remorques FMA sont affrétés à la journée sur une base de 650 € environ (un peu moins si le nombre de km est très faible et que le véhicule passe beaucoup de temps en chargement/déchargement plutôt qu'en circulation).
- les clients finaux cherchent à sécuriser leurs approvisionnements (donc payent un peu plus cher) ;

On a donc observé un coût plutôt supérieur de 10% au coût du CNR. Le tableau ci-dessous donne selon les classes de distance et le type de véhicules, les coûts moyens que l'on peut retenir à la tonne (la densité des produits a une incidence assez limitée car on atteint vite le poids maximum autorisé dès lors que l'on a une densité de 0,3 t/m³ environ). En effet, si l'on prend le cas d'un semi-remorque FMA de 90 m³ on pourra transporter environ 27 tonnes maximum pour ne pas dépasser le PTR. Cela peut s'obtenir avec une densité de 0,33. On a donc assez peu de produits de densité inférieure sur la filière.

Coût moyen de transport routier à la tonne selon les classes de distances

	Avec camions benne	Avec semi remorques FMA	Avec semi porte grumes	Avec camion souffleur
0-10 km	6,5	5	5,25	5,5
10-30 km	10,0	7,5	8	8,25
30-50 km	13,0	9,5	10,5	10,5
50-80 km	16,0	12	13	13,25
80-100 km	20,0	15	16	16,5
100-125km	22,5	16,5	18	18
125-150 km	25,0	19	20	21

Ces coûts de transports sont aussi ceux qui peuvent être retenus dès lors que l'on envisage une solution alternative à la route mais avec des transports routiers de pré et/ou post acheminement.

En effet, dans l'essentiel des cas analysés aussi bien en maritime, fluvial et ferroviaire on a observé des parcours de pré et post acheminements routiers. **Ainsi, comme le montre le tableau avec deux trajets routiers de 30 km chacun en amont et aval d'une solution alternative, on peut quasiment transporter des produits sur 150 km ce qui correspond aux approvisionnements courants les plus lointains. On peut aussi noter que les coûts routiers sont assez peu volatiles contrairement à certains coûts comme ceux du transport maritime.**

Il est donc évident, face ce constat, que la compétitivité des solutions alternatives ne pourra s'opérer que sur des distances assez longues pour absorber ces ruptures de charges et le coût du maillon principal en mode alternatif.

Pour expliquer le différentiel coût en défaveur des solutions alternatives plusieurs raisons peuvent être avancées :

- **La mise en place des solutions alternatives implique une complexification évidente des chaînes logistiques** puisqu'il y a le plus souvent rupture de charge au départ et à l'arrivée (sauf certains cas où on a du chargement/déchargement automatique et transport par bande ou convoyeur sans reprise) mais également des obligations de stockage intermédiaire au départ ou à l'arrivée pour gérer les volumes importants à transporter. **Ces étapes supplémentaires qui n'existent pas dans une chaîne de transport routier sont difficiles à compenser.**
- **On peut notamment citer le fait que la plupart des cas analysés sont des expérimentations ou des transports très occasionnels, ce qui ne permet pas d'obtenir les prix les plus compétitifs.** En effet, la comparaison avec le mode routier se fait sur la base des coûts peu volatiles. En transport fluvial ou maritime, les acteurs reconnaissent aisément qu'entre un contrat spot et un contrat récurrent, le différentiel de coût peut atteindre 20 à 30%.
- Le fait également que selon les cas, il n'y a pas de comparaison possible avec la route, notamment dans le cas d'un transport maritime avec des importations soit intra-européennes soit plus lointaines, mais qui se justifient par le choix d'un produit. Dans le cas des black pellets ou même de bois venant d'Espagne, les clients raisonnent sur le coût globalisé produits + chaîne logistique. Ainsi, soit le même produit existe en France et on peut avoir une idée du surcoût de l'approvisionnement soit le même produit n'existe pas et la comparaison n'est pas réalisable.
- Les cas étudiés semblent pour l'essentiel dus à un manque de ressources locales ou de ressources identiques. **Dans ces conditions, les approvisionnements plus lointains sont des approvisionnements "subis" pouvant expliquer que la dimension économique occupe un poids moindre dans le processus de décision.**

4.2. Coûts, atouts et contraintes techniques et économiques du transport maritime

Les organisations de transport maritime analysées ne sont évidemment pas comparables avec un transport routier similaire. Toutefois, certains enseignements peuvent être tirés.

Tout d'abord sur les cas analysés, les coûts de la logistique globale s'établissent entre 44,5 et 51 €/t. Cela permettrait un transport routier de très longue distance, de l'ordre de 1000 km ce qui n'a pas de réalité économique au vu du coût de la matière première.

Si le coût global de ces organisations atteint ces valeurs c'est notamment du fait que généralement elles intègrent des coûts non négligeables pour les parcours de pré et post acheminement puisque les livraisons finales après les transports maritimes se font sur des distances qui peuvent atteindre une centaine de kilomètres.

Les organisations analysées permettent toutefois de tirer un certain nombre d'enseignements :

- Le transport maritime du bois biomasse est similaire à une organisation de transport maritime de vrac conventionnel en termes de matériel et navire utilisé (et notamment du transport de bois qui est une filière importante du transport maritime) ;
- Le coût du transport maritime est largement impacté comme tous les modes alternatifs par la densité du produit transporté et les tonnages transportés, puisque plus on arrivera à massifier et utiliser des embarcations de tailles importantes avec une marchandise qui s'approchera du maximum transportable dans le navire et plus les coûts seront optimisés.
- Cela impliquera donc en transport maritime des capacités à stocker des volumes importants chez le client final ; Cela est donc réservé aux sites d'envergure qui consomment des quantités importantes.
- Le transport maritime a un coût volatile dans le temps ;
- Le coût du maillon maritime rapporté à la tonne est assez bas au vu des distances de transport, puisque selon les cas étudiés il s'établit entre 15 et 23 €/t pour des transports de plusieurs milliers de km. En revanche les coûts de rupture de charge dans les ports maritimes sont beaucoup plus élevés qu'en transport fluvial et ferré. En effet, ils sont de l'ordre de 3,5 à 5 €/t selon la taille des ports maritimes et les produits transbordés. De même les droits de ports, compris entre 0,46 et 0,57 €/t, sont au minimum 50% plus élevé qu'en transport fluvial.
Il y aura donc un coût d'environ 30 €/t minimum entre le chargement le transport maritime et le déchargement, mais ce qui est largement concurrentiel par rapport à la route sur des longues distances.

Le transport maritime pour le bois biomasse peut donc être concurrentiel dès lors que la ressource n'est pas disponible dans un rayon 300 à 500 km environ, sachant qu'on peut aussi estimer que la valeur de la matière première est peut-être plus faible en importation.

4.3. Coûts, atouts et contraintes techniques et économiques du transport fluvial

Certes, un des inconvénients majeurs du transport fluvial est qu'il ne dessert qu'une partie du territoire puisque que le réseau de voie navigable n'irrigue pas finement l'ensemble du territoire. De plus, sur certains secteurs, le réseau est au gabarit Freycinet (limité à 250 t) et est de moins en moins entretenu du fait d'un volume de fret en diminution constante sur ces portions concernées uniquement par le petit gabarit.

Toutefois, il est communément admis que sur certains créneaux, s'il existe une filière en devenir pour le fluvial, c'est bien celle du bois-biomasse. En effet, le réseau fluvial a déjà fait la preuve de son efficacité pour les flux bois à la suite de tempêtes notamment.

Contraintes techniques et économiques des différents types de transport pour la biomasse bois

En cinq ans, sur l'ensemble du territoire, les volumes transportés par la voie fluviale sur la filière ont été multipliés par trois. Cependant, les tonnages restent encore très faibles, de l'ordre de 19 000 tonnes, ce qui restent anecdotique au regard de l'ensemble des flux de la filière et du transport fluvial global de marchandises sur le territoire.

On remarquera notamment que dans le cas du transport fluvial la densité des produits a un impact. A l'image des autres transports alternatif à la route le transport fluvial est un transport où la massification et la capacité d'emport est un atout et de ce fait, les chargeurs le privilégient sur les réseaux du Nord de la France, de l'axe Seine, de l'axe Saône-Rhône... où les gabarits sont plus importants.

Dans les expérimentations et études de cas analysées, nous avons pu observer la bonne adaptabilité du matériel fluvial à la filière biomasse. En effet, les trafics s'apparentent tout à fait à du transport de marchandises traditionnelles en vrac.

Toutefois, du fait des éléments structurels de la filière, caractères diffus des flux d'approvisionnement, organisations logistiques de proximité, ... on ne peut imaginer un transfert modal massif vers le fluvial car sa compétitivité n'est pas garantie au regard des cas analysés, mais un potentiel semble exister si de bonnes conditions sont réunies.

Sur les cas analysés le différentiel coût reste important et défavorable au transport fluvial ; Ramené à la tonne, il se situe généralement autour de 50% sur une organisation logistique complète.

Pourtant, le maillon fluvial en tant que tel présente un niveau de coût inférieur au transport routier et ce en intégrant les délais de planches qui correspondent au temps de monopolisation des embarcations pour les attentes en chargement et déchargement.

Les flux étudiés ont montré que le maillon fluvial pouvait être de 8 à 11 €/t sur une distance de 300 km environ et 14 €/t pour environ 400 km dès lors qu'on est hors gabarit Freycinet.

Ces coûts sur le maillon fluvial sont de plus liés à des trajets non récurrents et pourraient s'optimiser dans certains cas.

Cela correspond à des coûts de trajets routiers globalement inférieur à 100 km.

Comme évoqué précédemment, les parcours de pré et post acheminement s'ils sont nécessaires ou trop long vont grever cette compétitivité, mais dans le cas de site proche de la voie d'eau seules les ruptures de charge seront à absorber par le différentiel coût routier / coût fluvial.

Ces coûts de transbordement selon les produits, le type de matériel utilisé, les ports concernés, se situent en fluvial sur une fourchette comprise généralement entre 2 et 3,5 €/t.

A cela peut s'ajouter des coûts liés à la nécessité d'un stockage en amont ou en aval d'un convoi fluvial afin de rassembler un volume de marchandises suffisant. Entre un transbordement direct et un transbordement avec stockage et reprise on peut estimer un surcoût de 50%.

Sur la base des cas analysés (hors petit gabarit qui ne semble pas représentatif), nous avons synthétisé la répartition des coûts dans la chaîne logistique et cela en estimant qu'au moins le site d'arrivée est bord à voie d'eau :

	<i>Répartition des coûts</i>
<i>Coût approche routière vers lieu de chargement</i>	<i>22%</i>
<i>Stockage- transbordement de départ</i>	<i>10%</i>
<i>Droit de port départ</i>	<i>1,5%</i>
<i>Transport fluvial</i>	<i>50%</i>
<i>Droit de port arrivée</i>	<i>1,5%</i>
<i>Transbordement d'arrivée</i>	<i>10%</i>
<i>Mise en stock sur site</i>	<i>5%</i>

Deux éléments semblent très importants pour rechercher la compétitivité du transport fluvial :

- **la capacité d'emport des unités fluviales** ; en effet sur le petit gabarit où un Freycinet peut transporter maximum 250 t pour un coût journalier de mise à disposition d'environ 500 €/j, un automoteur d'une capacité 4 fois supérieure aura un coût journalier de l'ordre de 1100 €. Les coûts journaliers des unités fluviales ne sont pas proportionnels à leur capacité.

- **la densité du produit transporté** : en effet, contrairement au mode routier cela aura un impact majeur dans le cas du transport fluvial où le coût de transport est quasi indépendant du tonnage (sauf besoin de lester, léger impact sur la consommation de carburant etc...).

Dans un bateau de 1 750 m³ pouvant accueillir jusqu'à 1 100 t par exemple on transportera 525 tonnes d'un produit de densité 0,35 ou 1 100 t d'un produit dont la densité est de 0,7 par exemple. Mais le coût global sera le même, alors que rapporté à la tonne il sera dans un cas deux fois plus cher.

Plus le produit transporté arrive à se rapprocher du tonnage maximal de l'unité fluviale et plus le tarif à la tonne sera compétitif.

C'est la même chose au chargement/déchargement, une pelle avec un godet par exemple fera deux fois moins de manipulations entre un lot de plaquettes bois de densité 0,35 ou de granulés de densité de 0,7. Cela limitera donc son temps d'utilisation et le coût du transbordement.

Il faut aussi signaler que le transport fluvial, apparait dans le cadre des expérimentations et transport occasionnels menés comme un transport relativement souple, ce qui n'est pas toujours l'image dont il bénéficie. En effet, les acteurs interrogés ont généralement évoqué la facilité à trouver une offre de transport, même pour un marché spot, ce qui est impossible en transport ferroviaire.

4.4. Coûts, atouts et contraintes techniques et économiques du transport ferroviaire

Là encore comme nous l'avons évoqué, le matériel standard servant au transport ferroviaire du bois rond ou des céréales, déchets, ... est utilisable pour le transport du bois biomasse. Ce n'est donc pas un des éléments qui limite le recours au développement du transport ferroviaire sur la filière du bois biomasse, mais bien un avantage de disposer d'un matériel polyvalent.

Toutefois, si la logistique fer demeure une solution durable pour approvisionner les industriels du bois, aujourd'hui, le trafic ferroviaire pour le bois représente environ 2 % du volume exploité ce qui est négligeable. On était à plus de 20 %, il y a 15 ans.

Pourtant nombreux éléments sont des facteurs favorables au report modal :

- la densité encore très importante du réseau ferré qui permet de desservir l'essentiel des origines-destinations et même dans les zones plutôt rurales ;
- des gares bois ou cours marchandises, même si elles sont en diminution ou non exploitées qui sont bien réparties sur l'ensemble du territoire ;
- la possibilité d'envoi massifié avec des trains complets jusqu'à 1300 t selon la densité des produits ;

Mais les points durs identifiés pour une intensification du transport ferroviaire sur la filière sont ailleurs. Certains avantages du transport ferré sont aussi des limites dans certains cas dès qu'on analyse plus finement certaines organisations logistiques :

- **En effet, on remarque que malgré la densité du réseau ferré, il est quasiment impossible d'organiser une solution logistique embranchée de bout en bout, sans parcours de pré-acheminement.** C'est notamment le cas, si l'on veut transporter des produits d'origine forestière. En effet, les chantiers d'exploitation sont nombreux, souvent dispersés et ils évoluent dans le temps. Une reprise routière est donc quasiment indispensable. Il sera plus facile de trouver un point de départ embranché en transportant des produits types connexes de scieries, granulés. ... avec un site industriel comme point de départ.
- De même pour les livraisons, peu de chaufferies sont embranchées, ce qui nécessitera un parcours routier de post-acheminement. On remarquera que les deux flux étudiés, sont des flux sur lesquels le site de livraison finale est embranché. Cela semble une condition indispensable, sinon au vu de l'analyse des coûts d'une solution logistique ferrée, les deux parcours de pré et post acheminements correspondent au coût d'une solution routière de bout en bout. En effet, deux parcours de pré et post acheminements d'environ

25 km chacun ont un coût similaire à un transport routier de bout en bout sur 150 à 200 km avec les frais de déchargement/rechargement.

La double rupture de charge sera donc rédhitoire dans le cadre d'un transfert modal vers une solution ferroviaire.

- **On peut aussi noter que si en transport routier la densité a peu d'impact sur le coût du transport car on atteint assez vite le PTRA autorisé, cela n'est pas le cas en transport ferroviaire. En effet, les coûts de location du wagon, de la redevance et de la traction ne sont pas liés au tonnage transporté. Ainsi, on peut se retrouver dans un wagon à transporter 25 t de plaquettes ou 50 t de granulés avec un coût ramené au wagon similaire. En revanche le coût à la tonne sera lui du simple au double. Il est donc clair que le transport ferroviaire est beaucoup plus adapté au pondéreux qu'à un transport de produits avec une densité de 0,35 ce qu'on retrouve couramment pour les plaquettes notamment.**

Ce qui caractérise également les solutions ferroviaires disponibles actuellement est le manque de flexibilité :

- **Cela se traduit par un besoin d'engagement sur des volumes importants** par envoi, puisqu'il n'existe plus à l'échelle du territoire national une offre de transport de wagons isolés. Ainsi, si l'on n'est pas en capacité d'envisager **un transport par train complet** (nécessitant une massification en amont et une capacité de stockage à l'arrivée) **de manière régulière** (une programmation bien définie) **et avec un engagement sur la durée, il n'est pas garanti de trouver un opérateur pour assurer ce transport.** Cela n'est pas le cas dans les autres modes ou la souplesse et les opérations "spot" ne posent pas véritablement de problème ;
- **Ainsi, sur les deux cas concrets analysés, le matériel ferroviaire est dédié à l'année au projet** ce qui nécessite un volume de transport et un nombre de convois annuels assez important pour optimiser son utilisation. En effet, le coût ferroviaire annuel dans le cas du matériel dédié correspond à 90% à la mise à disposition du matériel de traction et des wagons, la part de redevance des sillons est de l'ordre de 10% si le matériel est utilisé au maximum de sa capacité.

C'est à dire selon les cas entre 1 et 2 convois par semaine (base 5 jours de travail). Pour toute utilisation inférieure, le coût n'est pas proportionnel à son utilisation. Une utilisation sur seulement 6 mois de l'année ne représentera pas une économie de 50%, mais peut-être 20 à 25 % au mieux !

- Enfin, alors que pour les autres modes les véhicules routiers ou embarcation peuvent être facilement affectés sur d'autres secteurs pour assurer du fret retour ou travailler pour un autre chargeur cela est très difficile dans une organisation ferroviaire, où l'on loue les wagons, où les sillons ne sont pas facilement modulables etc... Ainsi, soit on peut envisager un flux croisé pour éviter le retour à vide des wagons, soit ils reviendront à coups sûr à vide d'une part et ne pourront pas forcément être affectés à d'autres fret sur des périodes courtes de non utilisation.

Cette rigidité est donc très différente des autres modes de transport que ce soit la route, le fluvial ou le maritime où l'on paye à l'heure ou à la journée de monopolisation des véhicules et embarcations où il y a une souplesse dans le remplacement des unités pour aller chercher du fret que l'on ne retrouve pas du tout en ferroviaire où les sillons sont figés etc ...

Le potentiel de client est donc largement restreint par rapport aux autres modes alternatifs.

Avec ces constats, c'est sur la solution ferroviaire que le différentiel coût global avec la solution routière semble le plus important ; En effet, les coûts semblent 2 à 2,5 fois supérieurs à la route dès lors que l'on compare les organisations logistiques complètes.

En effet, dans un des cas alors que le coût routier est d'environ 12 €/t, la solution ferroviaire dépasse 24 €/t et dans l'autre, pour un transport par route de 14,5 €/t on atteint près de 39 € par le rail.

Dans le détail, les coûts des phases de pré et post-acheminement sont similaires quel que soit le mode alternatif, celles de chargement et déchargement ne sont pas plus onéreuses en ferré qu'en fluvial. Le déchargement est même moins coûteux en ferré lorsqu'on ne transporte pas des bois ronds, puisque le déchargement des wagons de transport de vrac (céréaliier ou tombereaux) est souvent automatique.

C'est donc bien le coût du maillon ferroviaire qui est le plus onéreux. Un transport par rail de 200 km environ a un coût similaire voire supérieur au coût du segment du fret maritime pour traverser l'océan atlantique depuis les Etats Unis ! En effet, le maillon ferroviaire si l'on y ajoute les coûts de location des wagons et la redevance d'utilisation du réseau représente en moyenne 75% de la solution logistique.

Avec deux cas analysés, il n'est pas évident de synthétiser la répartition des coûts dans la chaîne logistique, mais avec un lieu de destination embranché il s'approcherait de :

	<i>Répartition des coûts</i>
Coût approche routière vers lieu de chargement	15%
Stockage- reprise et chargement des wagons	10%
Location des wagons	8%
Transport ferroviaire	60%
Redevance d'utilisation du réseau ferré	4,5%
Déchargement automatique des wagons et mise en stock	2,5%

Il était communément admis que la pertinence du fret ferroviaire était au-delà de 300 à 500 km, mais il semble qu'aujourd'hui avec le désengagement opéré sur le wagon isolé, et malgré l'arrivée d'opérateurs fret de proximité, l'offre disponible actuellement (trop aléatoire selon les territoires) ne permet pas de garantir partout une pertinence économique (voir carrément une possibilité d'opérer le transport) sur les distances plutôt courtes que représentent les approvisionnements interrégionaux de bois biomasse.

5. Les coûts synthétisés dans un outils de calcul

Sur la base des analyses précédentes, un outil de calcul des coûts d'une organisation de transport de bois biomasse utilisant les différents modes de transports potentiels a été développés.

Disponible gratuitement auprès de l'ADEME, il permet de calculer automatiquement un coût pour chaque maillon de la chaîne logistique et un coût global ramené à la tonne transportée.

OUTIL_CALCUL_TRANSPORT BIOMASSE BOIS.xlsm - Excel

Outil de calcul des coûts d'une solution multimodale de transport du bois biomasse



TRANSPORT MARITIME ET FLUVIO-MARITIME



TRANSPORT FLUVIAL



TRANSPORT FERROVIAIRE



TRANSPORT ROUTIER

Cet outil permet d'estimer le coût d'une organisation de transport de bois biomasse en utilisant différents modes de transport. Il permet au utilisateur en décrivant le type de produits transportés, les distances de transport, l'organisation des ruptures de charges, ... de calculer automatiquement un coût pour chaque maillon de la chaîne logistique et un coût global ramené à la tonne transportée. Le chiffrage de ces organisations se base sur l'analyse de cas concrets, d'entretiens auprès des acteurs de la filière...




6. Synthèse des recommandations en vue d'amplifier le report modal

Il y a des signaux qui peuvent devenir favorables au développement des solutions alternatives comme :

- **La demande de bois énergie qui est en forte croissance...**
- **... et l'augmentation des distances d'approvisionnement qui est plus favorable aux modes alternatifs ;**

Comme nous avons pu le voir sur les expériences étudiées, il faudra pour intégrer davantage les modes alternatifs mettre en place des solutions logistiques réunissant les critères "classiques" les plus favorables au report modal.

Ce premier volet d'optimisation est donc valable pour tous les modes alternatifs et correspond notamment :

- **à la minimisation des parcours de pré et post acheminement ;** Dans des organisations où les distances d'approvisionnement sont plutôt faibles, il sera impératif de limiter les phases d'approches et de livraison finale par voie routière de façon à permettre d'absorber au mieux les coûts supplémentaires générés par les ruptures de charges ;
- **à la massification importante des produits.** Il faut des volumes/tonnages massifiés alors que la ressource est dispersée, ce qui favorise la nécessité de transport routier de pré acheminement.
- **à la recherche de produits de bonne densité.** Mais dans le cas de la filière, on rencontre souvent des produits légers, puisque la majorité du transport se fait sous formes de plaquettes ; pourtant, comme cela a été aussi évoqué, même si les plaquettes sont moins denses, elles sont plus facilement manipulables et permettent de mieux utiliser les volumes des cales des embarcations fluviales ou maritimes.
- **à une optimisation des capacités d'imports grâce à une bonne adéquation produits / unités de transport :** les densités chargées sont en moyenne de 0,3/0,5 pour les plaquettes et de 0,4/0,6 pour les bois ronds. Il faut donc adapter les combustibles à la cale de façon à optimiser les chargements.
Cela passe pour le bois rond, par des billons dont la taille permet d'optimiser le chargement de la cale, sans espace perdu. **Il faut aussi envisager d'ajouter si possible un volume de transport hors cale, lorsque le tonnage utile n'est pas atteint.**
- **à un recours au transport de bois sec, de façon à ne pas transporter de "l'eau" ce qui augmente le coût de transport.**
- **à la recherche d'intégration d'opérations annexes lors de la manutention (broyage..),** et ce afin de limiter les ruptures de charges et chargement/déchargement sans valeur ajoutée ;
- **au développement de capacités de stockage spécifiques en bord de voie d'eau ou ferrée pouvant servir de stocks tampons et directement transbordables sans reprise routière ;**

Le second volet, d'intervention tient plus à une réflexion globale sur la filière. Il faudra s'interroger, dans le contexte de développement des énergies renouvelables dont le bois (biomasse), sur les secteurs où il peut être plus ou moins opportun d'encourager la mobilisation de la ressource forestière ;

En effet, on peut imaginer que l'aire d'approvisionnement de la ressource se fera dans un rayon plus large à l'avenir avec le développement de la demande. En revanche, si l'on n'arrive pas à réunir les conditions idéales les solutions alternatives n'auront pas de rôle à jouer même sur des transport de 150-200 km.

Il faudra donc avoir une réflexion sur les futurs plans d'approvisionnement avec les zones prioritaires à mobiliser en termes de ressources, les niveaux de massification à atteindre etc. afin de proposer une alternative crédible à la route.

Le troisième volet d'amélioration correspondra à l'offre à mettre en œuvre pour chacun des modes alternatifs à la route. Ainsi si certains freins à lever sont communs au fluvial, maritime, et ferroviaire comme :

- le fait que la mise en place de ces solutions logistiques nécessitent de faire appel à plusieurs acteurs puisque les maillons logistiques se succèdent ; Il serait plus aisée de disposer d'un interlocuteur unique capable de faire une offre globale ce qui n'est pas évident à trouver ;
- le fait également qu'il n'y a pas vraiment d'opérateur avec une offre spécifique filière aussi bien en fluvial, ferroviaire que maritime.

... la qualité et l'adéquation de l'offre actuelle avec les demandes de la filière n'est pas la même pour chaque mode :

- En fluvial et maritime, l'offre est en adéquation avec la filière car elle correspond bien à l'offre vrac traditionnelle concurrentielle à la route,
- En ferrée, elle n'est pas pertinente, car si elle semble exister en théorie, dès lors qu'on réfléchit à la mise en place opérationnelle, l'offre s'avère souvent indisponible : massification insuffisante nécessitant du transport de wagons isolés, absence d'opérateur sur le secteur, absence de sillons ...

Le quatrième volet d'actions envisageables, correspondra au développement de la connaissance des acteurs vis-à-vis des transports alternatifs et à la promotion de ces transports alternatifs :

- mieux faire connaître leurs atouts et potentialités ;
- des outils et mécanismes financiers incitateurs à destination des chargeurs (bonus écologique aux entreprises recourant au transport alternatif...) ;
-

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr

ABOUT ADEME

The French Environment and Energy Management Agency (ADEME) is a public agency under the joint authority of the Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy, and the Ministry for Higher Education and Research. The agency is active in the implementation of public policy in the areas of the environment, energy and sustainable development.

ADEME provides expertise and advisory services to businesses, local authorities and communities, government bodies and the public at large, to enable them to establish and consolidate their environmental action. As part of this work the agency helps finance projects, from research to implementation, in the areas of waste management, soil conservation, energy efficiency and renewable energy, air quality and noise abatement.

www.ademe.fr.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr