Document fin de projet

PESONS

Pesée embarquée pour l'approvisionnement en plaquettes forestières de chaufferies bois

Marchés : Approvisionnement - 1ere transformation	**Chef de projet : Christophe GINET RFT / Approvisionnement**	**B01940**
Mots clés imposés : Bois énergie, Transport, Instrumentation	Début – fin de projet : 11/2019 – 05/2021	
3 mots clés libres : Pesée embarquée, Plaquettes forestières, Fond mouvant alternatif (FMA)	**Projet confidentiel : ☐ Oui / ☒ Non**	

Axe du contrat de performance :
Axe 1 : Adapter la production de la ressource forestière, sécuriser l'approvisionnement en bois des entreprises et augmenter la valeur ajoutée des produits issus de la transformation du bois

Coordinateur du projet :
GCF

Partenaires
SOVEN, BOIS ENERGIE FRANCE, ASCOREL, MAUFFREY, ONFE, IDEX, FCBA, GCF

Financeurs
ADEME

Résumé

Le projet PESONS vise à identifier, tester, évaluer et valoriser des dispositifs de pesée embarquée pour les ensembles routiers de transport de biomasse énergie sous la forme de plaquettes forestières.
Jusqu'à présent, ce type de véhicule tout comme les outils de chargement des plaquettes forestières ne disposent pas de pesée embarquée. Ce manque d'équipement induit des situations de sous-charges de précaution réduisant l'efficacité du transport ou des surcharges involontaires amenant des risques sur la route et des refus à la réception. De plus, certaines chaufferies ne disposant pas de pont bascule, les transporteurs effectuent des détours vers un pont bascule situé sur une plateforme tierce. Ces actions sont ainsi dommageables d'un point de vue économique et écologique.
Le projet a permis l'évaluation et le déploiement opérationnel de dispositifs répondant à un cahier des charges strict défini par l'ensemble des partenaires. Les dispositifs les plus performants retenus à la suite d'un état de l'art initial ont été testés en conditions réelles pour s'assurer de leur fiabilité et de leur facilité d'utilisation. Un guide valorise les résultats sous forme de bonnes pratiques d'utilisation des dispositifs. Ce guide est par ailleurs utilisé pour la formation des chauffeurs du transporteur partenaire.
L'innovation visée par ce projet PESONS permet d'améliorer les performances de transport de biomasse énergie, accroissant d'autant la durabilité économique et environnementale de cette chaine de valeur. Les résultats de cette étude profiteront à l'ensemble de la filière.

Abstract

On-board weighing for forest chips transport

The PESONS project aims to select, to test, to assess and to enhance several on-board weighing device for biomass energy transport and especially forest chips.
Until now, wood energy transport don't use on-board weighing. This lack of equipment don't allow transport optimization due to underload as a precautionary measure which reduces transport efficiency or unintentional overload leading road risk and refused deliveries. Moreover, small energy plants do not have a weighbridge. As a result, carriers must make detours to a weighbridge located on a third-party platform. These practices are therefore damaging from an economic and above all ecological point of view.
The project enabled to assess and to deploy on-board weighing device meeting specifications defined by all the partners. A state of art of on-board devices of the market has been realized. The performing devices has been selected and tested in real conditions to ensure its reliability and ease of use.
A guide promotes these results in the form of good practices for installing and using the device. This guide is also used for the training of the drivers of PESONS project partners.
The innovation targeted by PESONS will improve the performance of biomass energy transport throughout the French sector.

Contexte et objectifs

Contexte

La bioéconomie est identifiée par la France comme une des clés essentielles pour une croissance verte et pour lutter contre le changement climatique. Ce modèle induit notamment la promotion d'une production accrue et durable de biomasse. Cet enjeu est compatible avec les disponibilités de nos forêts (cf. étude ADEME sur les disponibilités à l'horizon 2035). La plaquette forestière est l'un des produits phares de la filière bois énergie française (2.54 Mt en 2016). Elle est issue d'une exploitation optimisée de « bois plus » : du bois qui n'est pas valorisable par la filière traditionnelle mais qui aujourd'hui est transformé en combustible de qualité. Elle permet la valorisation et l'amélioration des peuplements forestiers. Consommée par une part importante des chaufferies biomasse en France, elle constitue un puissant allié pour la transition énergétique de demain.

Etat de l'art

Du fait de la grande hétérogénéité des plaquettes forestières en fonction du chantier sur lequel la matière est prélevée, il n'existe aucun moyen fiable pour estimer le poids total roulant (PTR) d'un Fonds Mouvant Alternatif chargé (FMA, semi-remorques d'environ 90 m3 utilisés pour approvisionner les moyennes et grosses chaufferies biomasse). La majorité des livraisons s'effectue en « direct forêt », sans passage par une plateforme de stockage. Les camions ne sont ainsi pesés qu'à leur réception par le client sur un pont bascule. Ce point est problématique car, sur un chargement particulièrement dense et humide, le PTRA (Autorisé) de 44 tonnes peut être involontairement dépassé. Par ailleurs, pour s'assurer de ne pas rouler en surcharge, certains producteurs donnent pour consigne de « sous-charger » les camions (environ une tonne en moins que le PTRA par chargement). La filière souhaite optimiser les flux logistiques et les flottes de camions mobilisés. De plus, un certain nombre de chaufferies ne dispose pas de pont bascule ce qui oblige le transporteur à faire un détour par une plateforme de stockage pour sortir un ticket de pesée, obligatoire pour la facturation. Cela pose donc des problèmes d'ordre environnemental et économique.

Enoncé et objectifs

Les principaux objectifs du projet sont :

- Réaliser un état de l'art des technologies disponibles sur le marché pour le pesage embarqué d'un ensemble routier de type semi-remorque à fond mouvant. Les éléments doivent permettre de juger, comparer les différentes solutions et motiver les solutions à retenir dans le cadre du projet PESONS.
- Analyser les données recueillies lors de la campagne de tests dédiée à l'évaluation, en condition réelle de production, de la précision de trois systèmes de pesée.
- Accompagner la dissémination des résultats auprès des partenaires et plus généralement de la filière

Verrous scientifiques et technologiques à lever

L'évaluation des conditions de mesures (pentes, dévers…) et le respect par les chauffeurs des règles pour effectuer une mesure est un élément déterminant pour la réalisation du projet.

Principaux résultats et connaissances acquises

Etat de l'art des systèmes de pesées embarqués

La première étape du projet PESONS fut la réalisation d'un état de l'art des technologies, disponibles sur le marché, pour le pesage embarqué d'un ensemble routier de type semi-remorque à fond mouvant alternatif (FMA). Plusieurs solutions de pesées embarquées sont aujourd'hui commercialisées. Les principales sont MaxTruck (ASCOREL), Evo+ (DERISYS), Air-Weigh (Air Weigh), Kimax (Cleral), Lanx (Agiva Technics), Trueload (VEI). Une analyse comparative de ces solutions a été menée en tenant compte d'un cahier des charges défini par les partenaires. Cet état de l'art a fait l'objet d'un rapport et d'une publication sous la forme d'un FCBA Info.

Deux types de systèmes ont ainsi été sélectionnés, évalués et valorisés dans le projet :

- Le **MaxTruck T1 de l'équipementier ASCOREL**. Il permet d'équiper des ensembles routiers de toutes marques au moyen, d'une part, de capteurs de pressions ajoutés sur le circuit d'air de la suspension pneumatique et

d'autre part, de boîtiers de transmission des informations de pression mesurées. L'affichage est disponible sur une application smartphone.

- Les **systèmes des constructeurs MAN et DAF** qui sont disponibles en option lors de l'achat d'un tracteur d'une de ces marques et qui sont intégrés à l'ordinateur de bord. Ils utilisent les capteurs du système EBS d'origine (système standardisé de freinage électronique) d'un tracteur et d'une semi-remorque.

Tracteur	Remorque	Tracteur	Remorque
Charge sur essieu arrière du tracteur : 11.0 t	Charge utile : 26.7 t	Poids total roulant : 47.3 t Charge sur l'essieu avant du tracteur : 8.3 t Charge sur l'essieu arrière du tracteur : 10.8 t	Poids total roulant : 47.3 t Charge sur les essieux : 9.4 t Charge utile : 28.5 t
Système MAN		**Système DAF**	

Tracteur	Remorque	Ticket de pesée
Poids total roulant : 47.3 t Charge sur l'essieu avant du tracteur 8.3 t Charge sur l'essieu arrière du tracteur : 10.8 t	Poids total roulant : 47.3 t Charge sur les essieux : 9.4 t Charge utile : 28.5 t	
Système T1 d'ASCOREL		

Figure 1 : Affichage des charges dans les systèmes étudiés

En théorie, on pourrait penser que ces systèmes sont comparables en termes de fonctionnalités et de restitution de la pesée embarquée. En pratique, ils sont très différents sur les informations transmises et les interfaces utilisateurs.

	T1	DAF	MAN
Poids total de l'ensemble (à vide ou en charge)	Oui	Oui	
Poids sur l'essieu avant du tracteur		Oui	
Poids sur l'essieu arrière du tracteur	Oui	Oui	Oui
Poids sur les essieux de la remorque	Oui	Oui	
Charge utile	Oui	Oui	Oui
Edition d'un ticket papier	Oui		
Etalonnage	Oui	Partiel	
Remise à zéro du poids à vide	Oui	Oui	
Correction de biais	Oui		

Figure 2 : Comparaison des fonctionnalités des équipements testés

Test des systèmes et analyse des données

Plusieurs campagnes de tests ont été réalisées sur Orléans, Commentry, Dijon et Troyes et ont permis de constituer un jeu de données de 347 mesures comparatives entre une pesée embarquée et une valeur de référence sur une bascule. Certains chauffeurs ont également continué par eux-mêmes les relevés selon un protocole simplifié ce qui a permis d'obtenir 207 mesures supplémentaires.
La flotte suivie est composée de 13 tracteurs (7 DAF 4*2 et 6 MAN 4*4) et 15 semi-remorques (7 de 85m3 et 8 de 100m3). Certains camions MAN étaient d'un double système (MAN + T1) dans le cadre du projet.

Pour chaque chargement, des mesures sont effectuées aux deux extrémités du flux (chargement et déchargement). A chaque extrémité, des pesées ont été effectuées à 1 ou plusieurs emplacements selon les cas :

- Sur le lieu de chargement donc en forêt (mesure à l'emplacement du chargement et dans certains cas sur le chemin de sortie).
- Sur le lieu de déchargement donc sur la plateforme de réception de la livraison (mesure à l'emplacement de la balance et dans un certain nombre de cas aussi au lieu de dépotage)
- Sur le site de livraison, la mesure balance est systématiquement relevée. Cette mesure est considérée comme la mesure la plus fiable et sert donc de référence (toutes les mesures embarquées sont comparées à cette mesure).

Effet étalonnage

Lorsqu'un « étalonnage » est effectué et qu'un réel biais est constaté, il permet de résoudre significativement le problème. Cet aspect est illustré avec un système T1 (à gauche) et un système DAF (à droite).

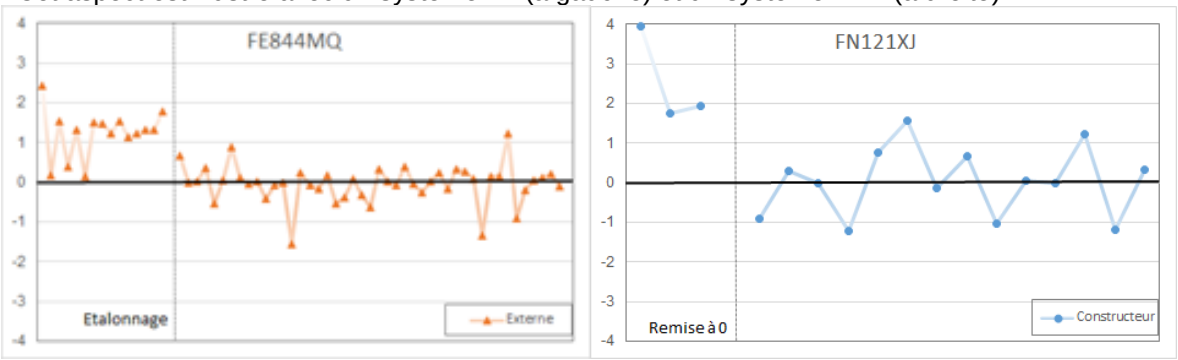


Figure 3 : Suivi chronologique des écarts de tonnage (t) avant et après un étalonnage, suite à un biais, avec le système T1 (gauche) et DAF (droite)

L'exemple ci-dessous montre que l'étalonnage du T1 lorsqu'il n'y a pas de réel problème n'a pas beaucoup d'impact. Sur cet ensemble équipé d'un double système, on observe que la variabilité du système MAN est plus importante que le système T1.

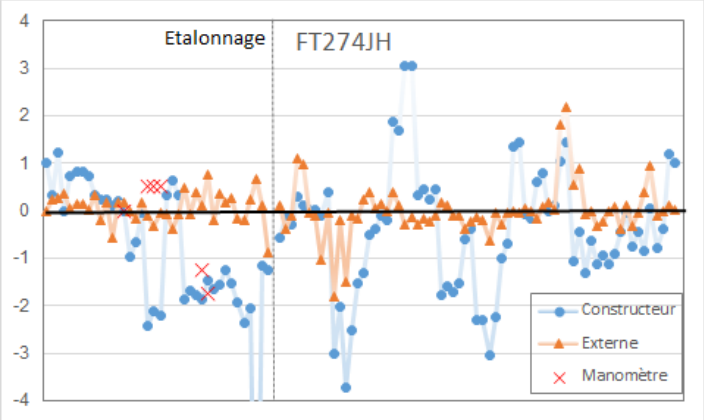
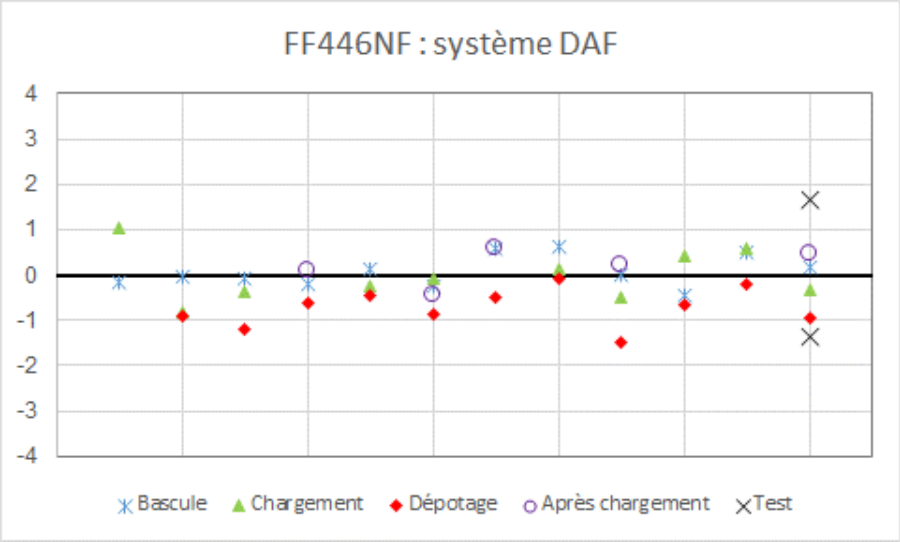


Figure 4 : Effet de l'étalonnage du T1 sur un ensemble sans biais constaté: suivi chronologique des écarts (t)

Effet du lieu de mesure

Logiquement, les mesures réalisées au moment de la pesée balance sont moins biaisées (écart moyen plus proche de 0) et plus précises (dispersion plus faible autour de la moyenne).
Les systèmes de pesées sont très sensibles à la condition de mesure. Les mesures sur le lieu de dépotage (pente descendante) sont généralement sous-estimées. Les mesures réalisées sur le chemin de sortie du chantier ne sont pas toujours plus précises qu'à l'emplacement du chargement. Lorsque l'opérateur observe des conditions de mesures difficiles, un écart important est souvent observé. Les graphes ci-dessous illustrent quelques exemples.



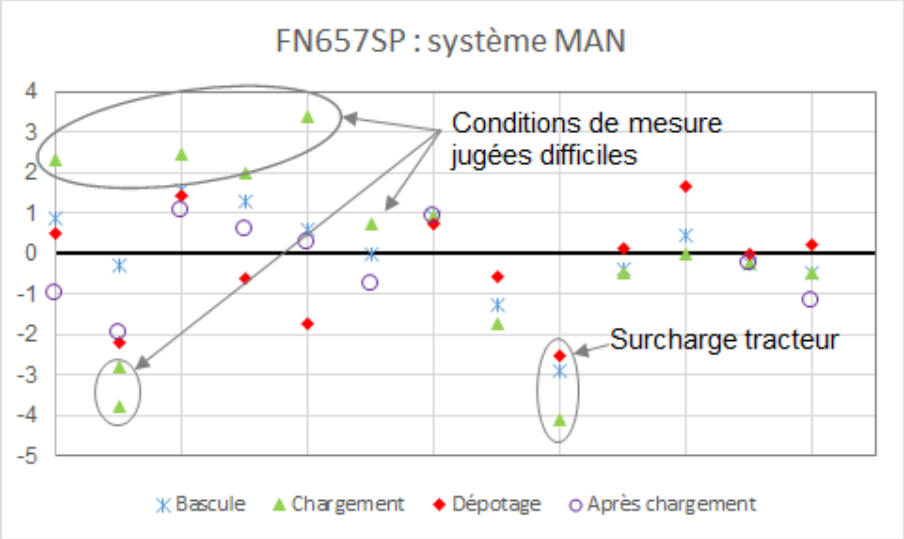
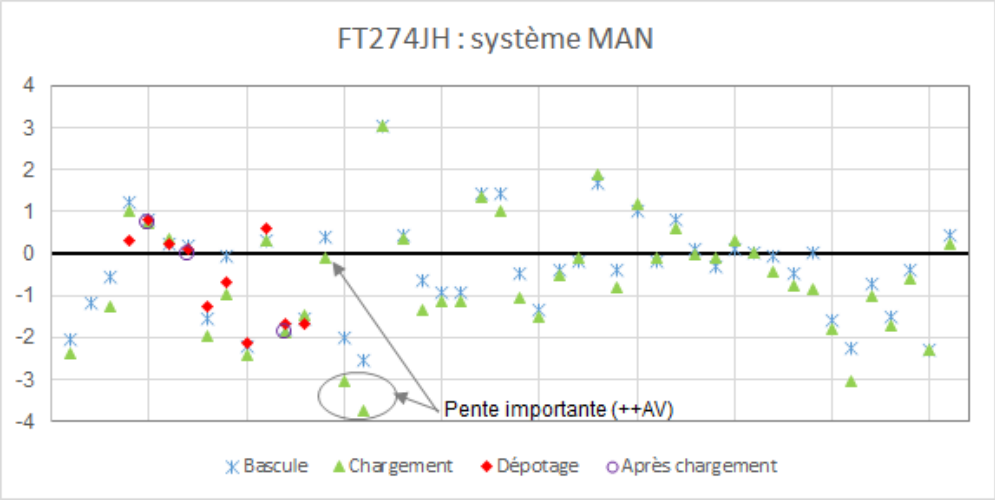


Figure 5 : Impact du lieu et des conditions de chargement sur un système DAF (haut) et TI (bas)



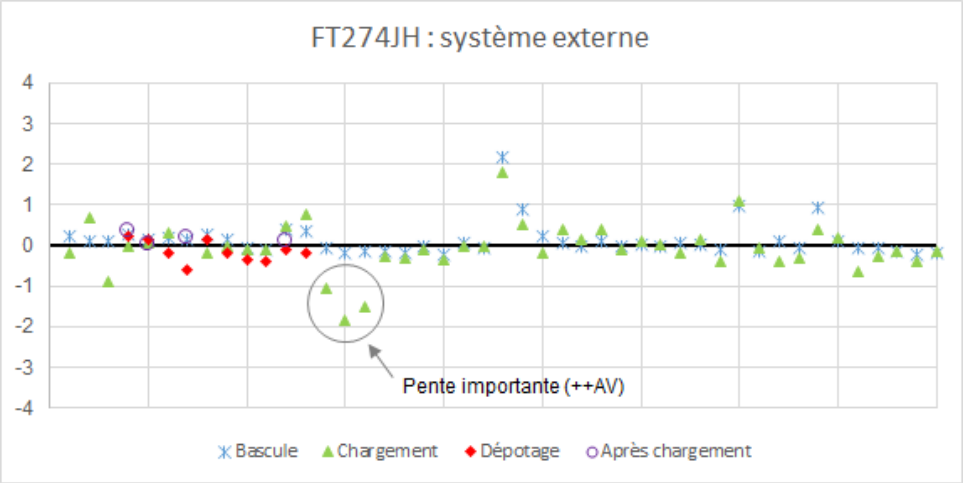


Figure 6 : Impact du lieu et des conditions de chargement sur le même ensemble équipé d'un système MAN (haut) et T1 (bas)

Les mesures avec le système T1 externe sont nettement plus précises que celles avec un système constructeur.

Comparaison système constructeur – système externe T1

Sur 2 camions déjà équipés du système constructeur il a été installé également le système T1 externe. Nous avons donc pour ces 2 camions les 2 mesures relevées au même instant pour plusieurs chargements.
Il ressort que le système externe T1 est d'une part plus juste (écart moyen plus proche de 0) et d'autre part plus précis (dispersion des écarts plus faible).

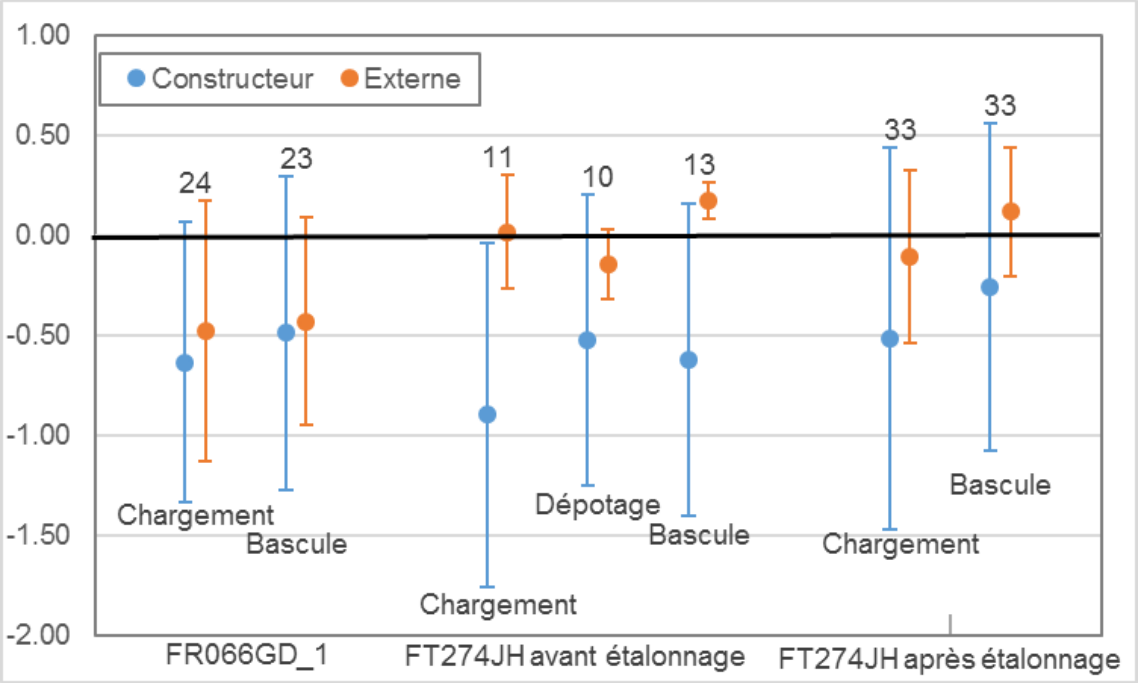


Figure 7 : Ecarts moyens, intervalles dans lesquels se trouvent 50 % de ces écarts et effectifs

Si on considère que la précision est l'intervalle dans lequel se situent 95% des écarts, on peut espérer avec un système T1 d'ASCOREL bien étalonné, un chauffeur sensibilisé, consciencieux et dans des conditions de mesures favorables, une précision de l'ordre de 350 kg alors que pour le système constructeur DAF, cela serait autour de la tonne voire le double pour un MAN

Bonnes pratiques

Un document de synthèse sur les bonnes pratiques est disponible. Il illustre également les procédures d'étalonnage des systèmes lorsque c'est possible.

Conditions d'une bonne pesée :

- Frein levé.
- Sur terrain plat.
- Avec suffisamment d'air dans le circuit.
- Avec tous les essieux posés à terre (c'est un point de vigilance qui concerne surtout les pesées à charge incomplète). Toutefois la précision d'une pesée embarquée est meilleure avec une charge complète.
- Après la stabilisation de la mesure.
- Des suspensions en position route.
- Bonne répartition des charges (une surcharge sur l'essieu arrière du tracteur fausse la mesure).

Rôle du conducteur

Au-delà des aspects techniques (équipement en bon état et bien réglé), les facteurs humains liés au savoir-faire et aux attitudes des opérateurs sont essentiels. En effet, un système de pesée embarqué n'est pas aujourd'hui certifié. Les suivis de terrain montrent qu'il peut y avoir des variations importantes dans les valeurs obtenues et parfois difficiles à expliquer tant de facteurs peuvent intervenir. Le chauffeur a un rôle déterminant dans la qualité de la mesure et de son suivi dans le temps. Les principales actions et points de vigilance sont :

- Vérifier, observer le matériel, être à l'écoute de son ensemble, identifier un défaut technique.
- Etalonner ou faire étalonner son ensemble (tracteur + remorque) et en particulier lors de modification, réparation sur le système de suspension ou les essieux
- Vérifier régulièrement la cohérence de la pesée par rapport à la valeur bascule.
- Respecter les règles de bonne prise de mesure.
- Respecter les règles en cas d'écart de précision.

Accompagnement des chauffeurs

Le rôle identifié du conducteur va de pair avec un accompagnement par l'entreprise de transport sur les mises en place de bonnes pratiques. Il est nécessaire que les conducteurs soient formés à l'étalonnage, à la prise de mesure, au suivi des écarts et aux mesures correctives tout comme à l'identification des bonnes conditions de chargement. Le contrôle dans le temps du respect des bonnes pratiques et de la précision d'un équipement est nécessaire.

Relation de confiance fournisseur- transporteur- client

Pour instaurer une relation de confiance entre toutes les parties intervenantes dans la livraison de plaquettes forestières et que celle-ci soit entretenue dans le temps, il est possible de réaliser régulièrement une pesée de référence sur une bascule homologuée et montrer/valoriser les 2 tickets de pesées à la même date/heure. Si l'écart est faible ou dans la tolérance acceptée par les parties, un site qui n'aurait pas de bascule, en accord entre le client et le fournisseur, pourrait être livré sur base de la pesée embarquée.

Perspectives

Ces résultats pourraient permettre de lancer la réflexion sur l'utilisation des dispositifs de pesée embarquée dans le cadre de transactions commerciales via une homologation de certains systèmes. Les coûts inhérents sont toutefois jugés disproportionnés par les partenaires du projet dont la priorité est d'installée dans la durée l'usage des bonnes pratiques et de la relation de confiance par rapport à l'usage de la pesée embarquée. Cela passe par une phase de partage des contrôles et des résultats.

Valorisation

Résultat transféré ou transférable :	GINET Christophe et al., 2021, Etat de l'art des systèmes de pesées embarqués pour les ensembles routiers de type fond mouvant, Rapport de pré projet PESONS, 26 pp.
Type de transfert	Supports à la compétitivité
Etat du transfert	En cours
Secteur d'activité	2. Approvisionnement - 1ère transformation
Professions cibles	2. Bois énergie
Résultat transféré ou transférable :	CHOPARD Thibaud, FAMERY Joël, GINET Christophe, GRANGE Bruno, GRENIER Jonathan, MOCQUERY Julien, PARMENTIER Richard, SIBERT Thierry, YON Thibault. 2021. Guide de bonnes pratiques à la pesée embarquée pour le transport de plaquettes forestières : Instructions pour une bonne utilisation d'un système de pesée embarquée. 17 pages
Type de transfert	Supports à la compétitivité
Etat du transfert	En cours
Secteur d'activité	2. Approvisionnement - 1ère transformation
Professions cibles	2. Bois énergie

Publications (complémentaires…)	
Publication(s) scientifique(s) ou techniques	GINET Christophe, BOUVET Alain, 2021, PESONS – Résultats de la campagne de tests, Livrable projet PESONS, 56pp. CONFIDENTIEL
Publications FCBA (FCBA INFO, Brèves, Commissions professionnelles	GINET Christophe, 2021, LES SYSTEMES DE PESEE EMBARQUES POUR LES VEHICULES ARTICULES DE TYPE FOND MOUVANT, FCBA Info, https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2020/10/fcbainfo-2020-17-premiere-transformation-bois-systemes-pesee-embarques-vehicules-articules-fond-mouvant-ginet.pdf
Communication(s) aux professionnels (ex : journée technique)	GRENIER Jonathan, CHOPARD Thibaud, FAMERY Joël, GINET Christophe, GRANGE Bruno, MOCQUERY Julien, PARMENTIER Richard, SIBERT Thierry, YON Thibault. 2021. Synthèse du projet PESONS. 4 pages

Contacts
Christophe GINET ● christophe.ginet@fcba.fr
Tél. 03 80 36 36 28

Pôle Ressource Forestière des Territoires
Equipe Approvisionnement
Route de Bonnencontre, 21170 Charrey-sur-Saône