

GUIDE DE BONNES PRATIQUES A LA PESEE EMBARQUEE POUR LE TRANSPORT DE PLAQUETTES FORESTIERES

Instructions pour une bonne
utilisation d'un système de
pesée embarquée



EXPERTISES

Avril
2021

REMERCIEMENTS

Ces partages de bonnes pratiques constituent le livrable principal du projet PESONS « Pesée embarquée pour l’approvisionnement en plaquettes forestières de chaufferies bois » financé par l’ADEME (2019-2021) et suivi par Alice FAUTRAD.

La réalisation de ce document a été coordonnée par Jonathan GRENIER (Groupe Coopération Forestière). Ce travail a mobilisé une partie du comité de pilotage constitué de Thierry SIBERT (ASCOREL), Bruno GRANGE (Bois Energie France - Dalkia), Christophe GINET (FCBA), Sophie PITOCCHI (Groupe Coopération Forestière), Thibaud CHOPARD (Groupe Coopération Forestière – Sylvo Watts), Lucas SCHREPFER (Groupe Coopération Forestière), Victor DESENCLOS (IDEX), Thibault YON (IDEX), Christophe CHAPOULET (ONF Energie), Julien MOCQUERY (ONF Energie), Richard PARMENTIER (Mauffrey), Joël FAMERY (SOVEN – Engie Solutions).

CITATION DE CE GUIDE

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. 20 pages

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

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 le 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.

Ce document est diffusé par l’ADEME

ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1903C0003

Étude réalisée par Lucas SCHREPFER et Jonathan GRENIER pour ce projet financé par l’ADEME

Projet de recherche coordonné par : Groupe Coopération Forestière
Appel à projet de recherche : APR Graine 2017

Coordination technique - ADEME : FAUTRAD Alice, ingénieure
Service Forêt Alimentation Bioéconomie - Direction Productions et Energies Durables

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	1
RÉSUMÉ.....	4
ABSTRACT.....	5
1. POURQUOI UN PESON EMBARQUE.....	6
2. PROJET PESONS.....	7
2.1. Dispositifs retenus.....	7
2.2. Test et analyse.....	7
3. BONNES PRATIQUES.....	8
3.1. Installation.....	8
3.2. Matériel en bon état et étalonné.....	9
3.3. Conditions de mesures.....	15
3.4. Rôle du conducteur.....	16
3.5. Procédure au niveau de l'entreprise de transport.....	16
3.6. Relation de confiance fournisseur-transporteur-client.....	17
4. BILAN / PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS.....	17
5. CONCLUSION / PERSPECTIVES.....	17
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	19
INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES.....	19
SIGLES ET ACRONYMES.....	20

RÉSUMÉ

Le projet PESONS vise à identifier, tester, évaluer et valoriser des dispositifs de pesée embarquée pour les attelages de transport de biomasse énergie sous la forme de plaquettes forestières.

Jusqu'à présent, ce type d'attelage de transport tout comme les outils de chargement des plaquettes forestières ne disposent pas de pesée embarquée. Ce manque d'équipement ne permet pas d'optimiser le transport avec des sous-charges de précaution réduisant l'efficacité du transport ou des surcharges involontaires amenant des risques d'infraction routière 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 mais surtout écologique.

Le projet a permis en 20 mois 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.

Ce guide valorise ces résultats sous forme de bonnes pratiques d'utilisation des dispositifs. Il sera par ailleurs utilisé pour la formation des chauffeurs du transporteur partenaire.

L'innovation visée par ce projet PESONS permettra d'améliorer les performances de transport de biomasse énergie dans l'ensemble de la filière française, accroissant d'autant la durabilité économique et environnementale de la principale filière bioéconomique de production d'énergies renouvelables.

Les résultats de cette étude profiteront à l'ensemble de la filière. Une réflexion sera menée en fin de projet pour déterminer comment intégrer l'utilisation des dispositifs dans le cadre de transactions commerciales (homologation, certification, inscription en tant que clause contractuelle).

ABSTRACT

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 a transport optimized by underload as a precautionary measure which reduces transport efficiency or unintentional overloads leading road risk and to refuse 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.

In 20 months, 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 realised. The performing devices has been selected and tested in real conditions to ensure its reliability and ease of use.

This guide promotes these results in the form of good practices for installing and using the device. This guide will also be 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, further increasing the economic and environmental sustainability of the largest bioeconomic sector for the production of renewable energy.

The results of this study will benefit the entire sector. A prospective will be carried out at the end of the project to determine how to integrate the use of the device in the context of commercial transactions (approval, certification, registration as a contractual clause).

1. POURQUOI UN PESON EMBARQUE

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 économique induit notamment la promotion d'une production accrue et durable de biomasse. La filière forêt bois française est une composante importante de ce modèle et en fournit d'ores et déjà 38 Mm³ (Agreste, 2016). Le développement de la bioéconomie implique donc d'accroître la durabilité économique et environnementale de la production de biomasse forestière. Cet enjeu est compatible avec les disponibilités de nos forêts (cf. étude ADEME sur les disponibilités à l'horizon 2035).

La plaquette forestière (PF) est l'un des produits phares de la filière bois énergie française (2.70 Mt en 2019 - Enquête Annuelle de Branche – Agreste). La plaquette 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 pour répondre à des enjeux de sylviculture et de dynamisation de la production forestière. Elle permet la valorisation et l'amélioration des peuplements forestiers (cf. AMI Dynamic Bois). Consommée par une part importante des chaufferies biomasse en France, elle constitue un puissant allié pour la transition énergétique de demain. L'optimisation d'un marché durable de PF se heurte pourtant à plusieurs freins d'ordre technologique et logistique en particulier.

Du fait de la variabilité des caractéristiques des plaquettes forestières en fonction du chantier sur lequel la matière est prélevée et des conditions rencontrées en forêt, il n'existe, en utilisation, aucun moyen fiable pour estimer, avant livraison, le poids total roulant (PTR) d'un Fonds Mouvant Alternatif (FMA, semi-remorques de 90 m³ utilisés pour approvisionner les moyennes et grosses chaufferies biomasse) chargé. La majorité des livraisons s'effectue en « direct forêt », sans passage par une plateforme tierce. Les camions ne sont ainsi pesés qu'à leur réception par le client sur un pont bascule.

Aussi, pour s'assurer de ne pas rouler en surcharge, les producteurs donnent souvent pour consigne de « sous-charger » les camions (à dire d'expert, environ une tonne en moins que le Poids Total Roulant Autorisé (PTRA) par chargement). 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 tierce pour sortir un ticket de pesée, obligatoire pour la facturation. De ce fait, davantage de camions circulent pour une même quantité de matière transportée ce qui soulève des problèmes d'ordre environnemental et économique. Enfin, dans certains cas, sur un chargement particulièrement dense et humide, le PTRA de 44 tonnes peut être involontairement dépassé, ce qui pose des problèmes de sécurité pour le chauffeur et les usagers de la route, et entraîne une usure prématurée de la chaussée.

En conclusion, aucune solution fiable, identifiée par la filière ou homologuée, n'est actuellement disponible sur le marché pour les professionnels pour peser la matière au chargement. Installer directement sur les camions un système de pesée embarquée serait une innovation permettant de pallier ces problèmes.

2. PROJET PESONS

2.1. Dispositifs retenus

Au préalable des tests et valorisations des dispositifs, 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](#)¹. Les solutions à privilégier pour le projet sont argumentées sur base de cette analyse. Deux types de systèmes ont ainsi été sélectionnés, évalués et valorisés dans ce guide :

- **Le 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.

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, notamment sur les informations transmises, interfaces utilisateurs et paramétrages :

	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	Oui		
Etalonnage	Oui	Oui	
Remise à zéro du poids à vide	Oui	Oui	
Correction de biais	Oui		

Tableau 1 : Fonctionnalités des dispositifs retenus au projet

2.2. Test et analyse

Pour formaliser des bonnes pratiques d'installation et d'utilisation, les solutions sélectionnées ont fait l'objet de mesures tests réalisées pour déterminer la fiabilité des dispositifs en conditions réelles. Les problématiques et besoins identifiés des systèmes ont été remontés aux équipementiers en vue d'améliorer les dispositifs. Ces points ont également servi de socle à la rédaction de ce présent guide de bonnes pratiques.

Ainsi quatre semaines de campagnes de mesures ont été organisées sur quatre régions différentes et avec des acteurs variés. Le protocole mis en place va chercher à comparer la mesure des systèmes de pesée embarqués en forêt (sur terrain possiblement meubles, inégaux, accidentés) à la valeur de pesée référence

sur un pont-basculé. Le jeu de données constitué et utilisé a été obtenu sur près de 240 chargements. Il se compose de plus de 550 mesures comparatives entre pesée embarquée et bascule. La flotte suivie se composait de 13 tracteurs et 15 semi-remorques différentes dont 4 équipées du système externe d'Ascotel.

L'analyse de ces mesures a mis en évidence la précision et fiabilité de ces dispositifs ainsi que toutes les précautions à prendre pour obtenir une mesure la plus juste possible.

1 <https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2020/10/fcbainfo-2020-17-premiere-transformation-bois-systemes-pesee-embarques-vehicules-articles-fond-mouvant-ginet.pdf>

3. Bonnes pratiques

3.1. Installation

Seule l'installation du dispositif MaxTruck T1 d'ASCOREL sera traitée ici. Les solutions des constructeurs sont en effet natives au véhicule tracteur et ne nécessitent donc pas d'installation par le conducteur.

- **Consignes :**

- Choix d'installation des boîtiers aux positions suivantes et dans les sens d'orientation préconisés.



Figure 1 : positions d'installation des boîtiers sur l'ensemble tracteur-remorque



Figure 2 : sens d'orientation des boîtiers

- Connecter l'alimentation du T1 sur une veilleuse latérale (Marron le + et bleu le -)
- Fixer le faisceau du T1 sur le faisceau d'origine du camion
- Sur le tracteur :
 - o Connecter un capteur de pression sur l'alimentation du coussin d'air de l'essieu moteur (côté valve de nivellement)
 - o Connecter les deux capteurs de pression sur l'alimentation des coussins d'air (droite et gauche) sur l'essieu moteur si le véhicule est équipé de deux valves de nivellement
- Sur la remorque :

- o Connecter les deux capteurs de pression sur l'alimentation des coussins d'air de l'essieu central (droite et gauche)

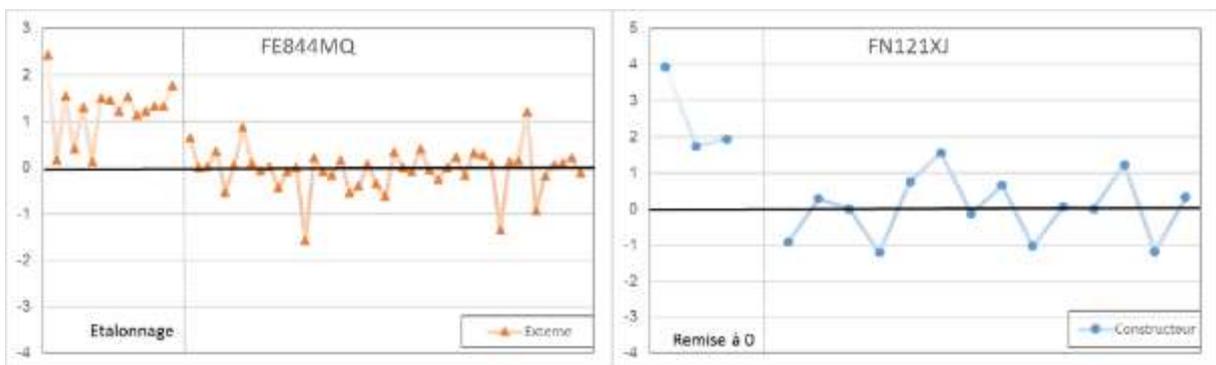
3.2. Matériel en bon état et étalonné

3.2.1. Synthèse

Une bonne pesée s'effectue avec un ensemble correctement étalonné et en bon état :

- Etalonnage avec un poids maximal,
- Etalonnage à mi-réservoir si possible pour réduire l'effet éventuel des amplitudes de carburant.

Un système mal étalonné ou déréglé peut engendrer des biais importants dans la prise de mesure. Un étalonnage ou remise à zéro effectué dans le respect des bonnes pratiques peut rétablir ces erreurs tel que présentés par les deux graphiques suivants (figures 3 et 4).



Figures 3 et 4 : Effet de l'étalonnage suite à un biais – suivi chronologique des écarts (tonne) sur deux systèmes différents

En cas de non-respect de ces bonnes pratiques, l'étalonnage ou remise à zéro n'aura pas son effet escompté. Dans le cas suivant (figure 5), après l'observation d'un biais, le conducteur a souhaité effectuer un étalonnage. Celui-ci a été fait seulement en charge alors qu'il est préconisé de le faire à vide et en charge pour ce type de système.

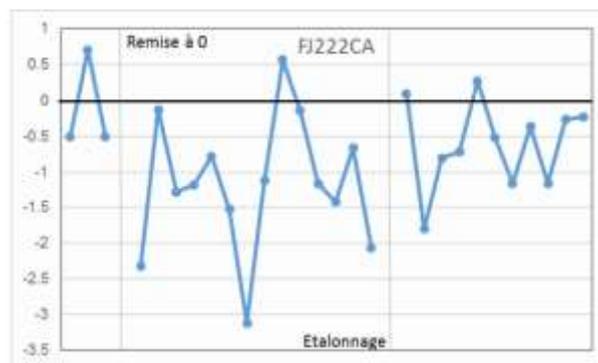


Figure 5: Effet de l'étalonnage lors d'un non-respect des préconisations – suivi chronologique des écarts (tonne) sur un système

3.2.2. Etalonnage et ajustement

3.2.2.1. Cas du système MAN

Le système MAN est le plus fermé des trois systèmes étudiés dans le projet. Il s'apparente à une « boîte noire » pour le chauffeur. En effet, le constructeur ne lui permet aucune action. L'étalonnage n'est pas

possible. Le tarage n'est pas possible. La correction d'un biais observé par rapport à une valeur bascule n'est pas possible.

Le conducteur ne peut lire uniquement que deux valeurs (avec un tracteur à 2 essieux, la charge sur la remorque et la charge sur l'essieu arrière du tracteur) sans pouvoir améliorer la précision des valeurs de pesées. Or toute modification sur les essieux demande un étalonnage du système de suspension. De plus, comme l'étalonnage est fait par le constructeur lors de la mise en service du tracteur, la remorque n'est pas présente au moment de l'étalonnage. Les données liées à une remorque ne sont pas gardées en mémoire dans l'ordinateur de bord et donc le système ne réalise aucun ajustement de calibration en cas d'attelage d'une nouvelle remorque et de rotations de remorques.

Le manuel d'utilisation du constructeur mentionne seulement que :

- Les charges sur essieu sont calculées à partir de la pression disponible dans les coussins pneumatiques des essieux ;
- Une mesure optimale suppose que le véhicule soit immobilisé à l'horizontale, que le frein soit desserré et que la suspension pneumatique soit au repos ;
- Le système de mesure n'est pas calibrable ;
- En raison de la conception du système, la charge nominale sur essieu affichée pour le véhicule tracteur peut varier de $\pm 10\%$. Les écarts sont plus importants sur véhicule vide ;
- Pour les informations concernant le système de la remorque, voir le manuel d'utilisation du constructeur.

3.2.2.2. Cas du système DAF

Le manuel d'utilisation du constructeur parle de « contrôle de charge sur essieu ». La charge sur essieu s'affiche uniquement lorsque le contact est établi, véhicule à l'arrêt et à hauteur de châssis normale. L'affichage des charges sur essieux d'une semi-remorque suppose que celle-ci soit équipée du système de freinage EBS.

- **Réinitialisation de la charge utile**

La sélection par le chauffeur de la fonction « Réinitialisation » permet d'utiliser les charges sur essieu réelles comme référence et ainsi déterminer le poids qui est ajouté ou déchargé par rapport à cette référence. Si « Oui » est sélectionné dans la fenêtre contextuelle de réinitialisation alors la charge utile est réglée sur 0.0.

Cette fonction permet donc de remettre la tare à 0.0 lorsque l'ensemble est à vide et sur une bascule.

Il est important de respecter les règles de bonnes pratiques de pesée et en particulier de lâcher les freins.



- **Correction d'un biais**

Cette fonctionnalité n'est pas possible avec ce système. Dans ce cas l'utilisateur doit réinitialiser voire étalonner.

- **Etalonnage**

Le constructeur recommande « d'effectuer régulièrement un étalonnage de la charge sur essieu » en précisant au moins une fois par an et à chaque fois que le poids suspendu du véhicule est modifié (nouvelles jantes par exemple). Au départ d'usine, les valeurs de charge sur essieu sont préréglées sur une valeur élevée.

Le constructeur ajoute que pour obtenir un étalonnage correct des charges sur essieu, il faut utiliser un pont bascule permettant de mesurer individuellement les charges sur essieu. Si la valeur réelle s'écarte de la valeur affichée à l'écran, elle peut être rectifiée à l'aide de la télécommande.

L'étalonnage de l'ensemble doit être effectué à 2 reprises : une fois à vide et une fois à pleine charge.

L'étalonnage s'effectue au moyen de la télécommande. En théorie chaque essieu du tracteur peut être sélectionné et étalonné individuellement. En pratique, sur une bascule de réception de livraison il n'est pas possible de peser individuellement chaque essieu. De plus, le manuel utilisateur indique que seul le véhicule tracteur peut être étalonné. L'étalonnage de la semi-remorque doit être effectué sur le système du constructeur de cette dernière.

En pratique, le véhicule est étalonné dans son ensemble et avec une procédure simplifiée.

Etalonnage système DAF	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mettre le contact et activer la hauteur de conduite 2. Afficher l'écran « charge sur essieu » à l'aide de la molette de contrôle du système (MCS) 3. Pour passer en mode étalonnage, appuyer une fois sur le bouton levage de l'essieu fou (les LED de la première rangée de la télécommande se mettent à clignoter) 	
<ol style="list-style-type: none"> 4. Appuyer pendant au moins 5 secondes sur la touche « STOP » (Les LED sur les 2 premières rangées de touches s'allument à tour de rôle pour former un chenillard) 	
<ol style="list-style-type: none"> 5. Sélectionner l'essieu arrière du tracteur (La LED au-dessus de la touche s'allume en continu) 6. Essayer de régler le poids total de référence de la bascule à l'aide des touches des flèches haut et bas. 7. Lorsque l'affichage se bloque, sélectionner l'essieu avant du tracteur et continuer à régler le poids total 8. Procéder ainsi jusqu'à afficher le poids total de la bascule 	
<ol style="list-style-type: none"> 9. Appuyer simultanément sur les touches STOP et M1 	 <p style="text-align: center;">Images 3 à 6 : manipulations sur la télécommande DAF</p>

3.2.2.3. Cas du système Ascorel

Le système ASCOREL est le seul système parmi ceux étudiés qui permettent un étalonnage complet, c'est-à-dire du tracteur d'une part et de la remorque d'autre part. De plus, c'est également le seul système étudié qui permette au chauffeur de corriger un biais observé avec une valeur bascule.

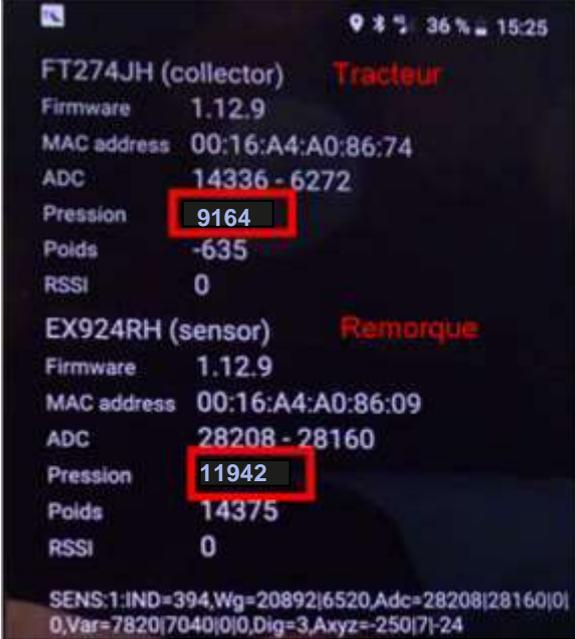
- **Procédure d'étalonnage**

Comme il faut étalonner le capteur du tracteur et ceux de la remorque, l'opérateur doit pouvoir individualiser les pesées du tracteur et de la remorque. L'étalonnage doit donc être réalisé sur une bascule avec une route d'entrée et de sortie plate (au même niveau que la bascule).

Autrement dit, les bascules équipées d'une rampe d'accès ne doivent pas être utilisées pour un étalonnage.

Basculé compatible étalonnage	Basculé non compatible étalonnage
	
<u>Image 7</u> : attelage routier sur un pont bascule	<u>Image 8</u> : rampe d'accès au pont bascule

Etalonnage système T1 d'ASCOREL	
1. Mettre l'ensemble (tracteur + remorque) en charge sur la bascule	
2. Noter le poids affiché sur la bascule (Poids total en charge)	Poids total en charge : 45 080 kg

<p>3. Noter les valeurs de pression du tracteur et de la remorque affichée sur le T1. Menu "Diagnostic" → "Pression"</p>	 <p>Image 9 : affichage écran sur l'application du téléphone</p> <p>Pression tracteur : 9 164 Pression de la remorque : 11 942</p>
<p>4. Mettre uniquement la remorque en charge sur la bascule (remorque attelée au tracteur mais tracteur en dehors de la bascule)</p> <ul style="list-style-type: none"> o Noter le poids affiché sur la bascule (poids de la remorque en charge) o Calculer le poids du tracteur en charge (différence entre poids total en charge et poids de la remorque en charge) 	 <p>Figure 7 : schéma d'un attelage routier sur un pont bascule</p> <p>Poids remorque de la bascule : 24 740 kg Donc poids tracteur de la bascule : 20 340 kg</p>
<p>5. Refaire les étapes 1 à 5 mais à vide</p>	<p>Poids total à vide de la bascule : 17 100 kg Pression tracteur du T1 : 3 850 Pression remorque du T1 : 4 081 Poids remorque de la bascule : 6 520 kg Poids tracteur de la bascule : 10 580 kg</p>

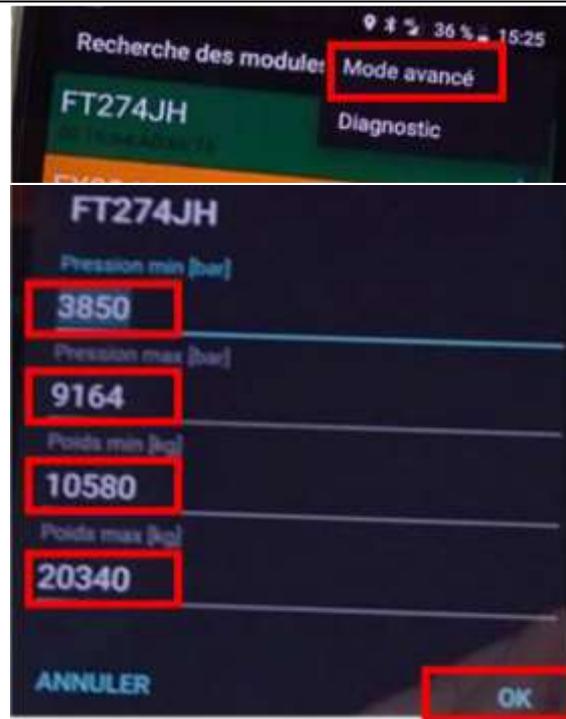
6. Passer en « Mode Avancé » pour renseigner les valeurs attenantes au tracteur seul :
- saisir le code d'accès au menu (cf. ASCOREL)

Sélectionner le véhicule tracteur

Cocher "Camion" puis dans menu « Calibration » :

- encoder la pression du tracteur à vide
- encoder la pression du tracteur en charge
- encoder le poids du tracteur à vide
- encoder le poids du tracteur en charge

Valider (OK)



7. Renseigner de la même façon les valeurs de la remorque :

Cocher "remorque" puis dans menu « Calibration » :

- encoder la pression de la remorque à vide
- encoder le poids de la remorque à vide
- encoder la pression de la remorque en charge
- encoder le poids de la remorque en charge

Valider (OK)

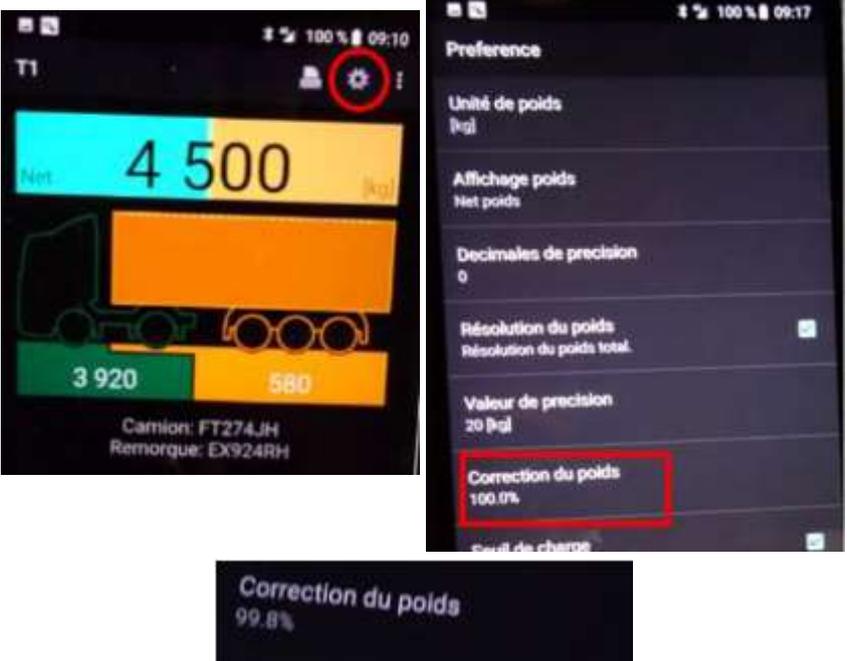


Images 10 à 13 : affichage écran sur l'application du téléphone

- **Correction d'un biais**

Le système T1 d'Ascotel est le seul des systèmes étudiés qui permet de corriger un biais observé par rapport à une bascule. Lorsqu'un écart systématique est observé avec une bascule, il est possible de corriger l'affichage du poids en jouant sur le pourcentage (100 % par défaut suite à l'étalonnage).

L'opération consiste à descendre ou augmenter la valeur du pourcentage par rapport à 100 % jusqu'à l'obtention de la bonne valeur de poids.

Correction du poids du système T1 ACOREL	
<p>Réglage → Correction du poids</p> <p>Modifier la valeur 100 % par défaut (par exemple 99.8 %)</p>	
<p>Images 14 à 16 : affichage écran sur l'application du téléphone</p>	

3.3. Conditions de mesures

Une bonne pesée s'effectue dans les conditions suivantes :

- Frein levé,
- Sur terrain plat,
- Avec suffisamment d'air dans le circuit,
- Avec tous les essieux 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)

Ces variations dues au lieu de la mesure peuvent induire une perte de précision de la pesée. Sur la campagne de mesure du projet PESONS, des tests sur des terrains difficiles (pente, sols boueux, trous, ...) ont été effectués. Dans ces conditions, les mesures ont été nettement dégradées. Ces quelques observations ont pu montrer des écarts supplémentaires avoisinant les 1 à 2 tonnes. La recherche des meilleures conditions lors du chargement en forêt améliorera par conséquent les résultats.

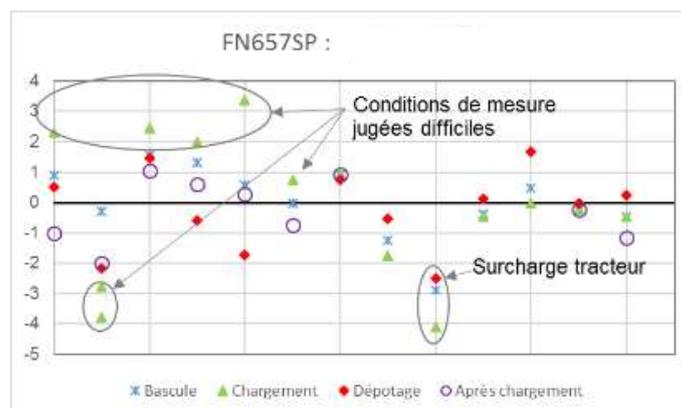


Figure 8 : suivi chronologique des écarts (tonne) sur différents lieux de mesure pour un ensemble routier



Images 17 et 18 : deux conditions défavorables pour une mesure de qualité : gauche – roues de la remorque dans des trous ; droite – ensemble de travers et arrière de la remorque dans le talus

Cas particuliers ou points de vigilance :

- Un dévers sur l'essieu avant du tracteur a très peu d'influence sur la mesure de la pesée du système embarqué.
- Sur le système DAF l'affichage de la pesée n'est possible que si les suspensions sont en position route.
- Sur les systèmes MAN et T1, l'affichage est possible hors position route. Mais avec une position basse ou haute des suspensions, un léger biais apparaît, notamment pour le système T1 qui est plus sensible. Le tableau suivant présente des observations faites sur ces deux solutions. Il est donc préconisé d'effectuer les pesées en position route.

Sur bascule	MAN (MAN6)	T1 (T1-2)
Position route / Max haut / Max bas	26.7 / 26.5 / 26.6	26.84 / 28 / 26.5
Position route / Max haut / Max bas	27.2 / 27.2 / 27.3	27.62 / 28.74 / 27.57
Position route / Max haut / Max bas	27 / 26.9 / 27.10	27.9 / 29.1 / 27.96
Position route / Max haut / Max bas	26.5 / 26.4 / 26.5	26.9 / 28.12 / 26.94

Tableau 2 : Variations de mesures observées sur différentes positions des suspensions sur un MAN équipé d'un T1

3.4. 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
- 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

3.5. Procédure au niveau de l'entreprise de transport

Le rôle identifié du conducteur va de pair avec un accompagnement par l'entreprise de transport sur ces mises en place de bonnes pratiques. Il est nécessaire que les conducteurs soient formés à l'étalonnage (à

l'exception de MAN), à la prise de mesure, au suivi des écarts et aux mesures correctives tout comme à l'identification des bonnes conditions de chargement.

Cela peut passer par l'utilisation de ce présent guide pour la formation des conducteurs, la définition de règles internes et le contrôle dans le temps du respect des bonnes pratiques.

3.6. Relation de confiance fournisseur-transporteur-client

Pour instaurer cette relation de confiance entre toutes les parties intervenantes dans la livraison de plaquettes forestières et que celle-ci soit entretenue dans le temps, certaines bonnes pratiques peuvent être mises en œuvre :

- Réaliser régulièrement une pesée de référence sur une bascule homologuée et montrer 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 pourrait être livré sur la base de la pesée embarquée.

4. Bilan / Principaux résultats obtenus

Le système externe T1 d'ASCOREL est plus fiable - c'est-à-dire d'une part plus juste (écart moyen plus proche de 0) et d'autre part plus précis (dispersion des écarts plus faible) - que les systèmes des constructeurs DAF et MAN. La qualité de la mesure est moins dépendante de la charge de la remorque ou de la charge à l'essieu. 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.

En cas de situation et conditions peu favorables au respect des bonnes pratiques, des écarts supplémentaires sur les mesures sont observés. Dans le cadre du projet PESONS, certains cas ont montré des différences d'environ 1 à 2 tonnes par rapport à des mesures dans de bonnes conditions.

Sur base des observations réalisées et des discussions avec les chauffeurs, des améliorations possibles voire des fonctionnalités manquantes ont été identifiées sur les trois systèmes étudiés. Celles-ci pourront être ou seront transmises aux structures proposant ces systèmes pour imaginer par la suite, d'éventuelles évolutions et améliorations.

5. Conclusion / Perspectives

L'analyse des campagnes de mesures réalisées sur les dispositifs constructeurs MAN et DAF et la solution externe d'ASCOREL (Max Truck T1) a pu mettre en évidence la précision et la fiabilité de ces dispositifs. On observe une meilleure précision pour l'outil ASCOREL, de l'ordre de 350 kg, contre respectivement 1 à 2 tonnes pour les systèmes de DAF ou MAN. Ces campagnes ont également mis en avant l'impact des conditions de la prise de mesure et de la gestion du matériel. La précision diminue sur terrain en pente, accidenté, lorsque le matériel n'est pas utilisé dans les dispositions recommandées (frein levé, étalonnage bien réalisé, ...) ou dans bien d'autres conditions.

En s'appuyant sur ces résultats, ce guide formalise des bonnes pratiques à suivre pour une mesure de qualité, la plus précise et fiable possible et exploitée au mieux par la filière. Ce sont six grandes recommandations qui y sont détaillées :

- Une bonne installation
- Un matériel en bon état et étalonné
- De bonnes conditions de mesure
- Le rôle important du conducteur
- Une procédure interne entreprise
- Une relation entre fournisseur-transporteur-client

En effet, tous les systèmes de pesée embarqués nécessitent avant tout d'être contrôlés régulièrement et si nécessaire étalonnés rigoureusement. Les conditions de la prise de mesures sont un deuxième gros

point de vigilance pour une précision optimale de la pesée. La position du camion peut altérer la qualité de la mesure. Il faut notamment veiller à ce que le camion soit sur une surface plane, sans dévers, frein enlevé et avec suffisamment d'air dans le circuit. Le conducteur a ensuite un rôle clé à jouer. Au-delà des aspects techniques (équipement en bon état et bien réglé), les facteurs humains liés au savoir-faire et aux attitudes de l'opérateur sont essentiels. L'action du conducteur peut être par ailleurs facilitée par l'accompagnement de sa structure.

La pesée embarquée de la biomasse énergie directement sur le lieu de chargement relève d'un intérêt particulier pour la filière. Le respect de ces bonnes pratiques permettra d'obtenir une mesure précise et fiable. Cela améliorera les performances de ce transport, accroissant d'autant la durabilité économique et environnementale de la filière bois énergie.

Ce guide et ses recommandations profiteront à l'ensemble de la filière avec une diffusion publique.

Ces résultats permettront par ailleurs de lancer la réflexion sur l'utilisation des dispositifs de pesée embarquée dans le cadre de transactions commerciales (homologation, certification, inscription en tant que clause contractuelle). Cette réflexion pourra également être menée sur l'ouverture de dispositifs non retenus en 2019 par l'état de l'art et les critères du cahier des charges des partenaires. La technologie et les procédés évoluant, des solutions de pesée peuvent, avec le temps, remplir les critères et ainsi devenir pertinents pour une utilisation dans la filière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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.
- GINET Christophe, 2021, LES SYSTEMES DE PESEE EMBARQUES POUR LES VEHICULES ARTICLES 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>
- GINET Christophe, BOUVET Alain, 2021, PESONS – Résultats de la campagne de tests, Livrable projet PESONS, 56pp.

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

<i>Fonctionnalités des dispositifs retenus au projet</i>	7
<i>Variations de mesures observées sur différentes positions des suspensions sur un MAN équipé d'un T1</i>	15

FIGURES

<i>Positions d'installation des boîtiers sur l'ensemble tracteur-remorque</i>	8
<i>Sens d'orientation des boîtiers</i>	8
<i>Effet de l'étalonnage suite à un biais – suivi chronologique des écarts (tonne) sur deux systèmes différents</i>	9
<i>Effet de l'étalonnage lors d'un non-respect des préconisations – suivi chronologique des écarts (tonne) sur un système</i>	9
<i>Schéma d'un attelage routier sur un pont bascule</i>	12
<i>Suivi chronologique des écarts (tonne) sur différents lieux de mesure pour un ensemble routier</i>	14

IMAGES

<i>Affichage écran de bord sur DAF</i>	10
<i>Manipulations sur la télécommande DAF</i>	10
<i>Manipulations sur la télécommande DAF</i>	11
<i>Attelage routier sur un pont bascule</i>	11
<i>Rampe d'accès au pont bascule</i>	11
<i>Affichage écran sur l'application du téléphone</i>	12
<i>Affichage écran sur l'application du téléphone</i>	13
<i>Affichage écran sur l'application du téléphone</i>	14
<i>Deux conditions défavorables pour une mesure de qualité : gauche – roues de la remorque dans des trous ; droite – ensemble de travers et arrière de la remorque dans le talus</i>	15

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AMI	Appel à Manifestation d'Intérêt
EBS	Système standardisé de freinage électronique
FCBA	Institut technologique Forêt Cellulose Bois Ameublement
FMA	Fond Mouvant Alternatif
MCS	Molette de Contrôle du Système
PTR	Poids Total Roulant
PTRA	Poids Total Roulant Autorisé

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

GUIDE DE BONNES PRATIQUES A LA PESEE EMBARQUEE POUR LE TRANSPORT DE PLAQUETTES FORESTIERES

Ce guide de bonnes pratiques est la réalisation centrale du projet PESONS. Son objectif est la démocratisation et l'utilisation par la filière bois énergie de dispositifs de pesée embarquée. Son déploiement aura pour incidence d'améliorer les performances économiques et environnementales du transport des plaquettes forestières.

Pour que cette pesée embarquée puisse être déployée, elle doit suivre certaines bonnes pratiques pour rester fiable et précise. Ce présent guide vous détaille ces recommandations et le bénéfice à leur application. Les principales d'entre elles sont la tenue d'un matériel en bon état et étalonné, de bonnes conditions de mesure ou le rôle déterminant du conducteur sur ces mesures.

Le projet PESONS a débuté au préalable par la réalisation de campagnes de mesures. Leur analyse a permis d'identifier les multiples facteurs impactant la précision et la fiabilité des trois dispositifs étudiés (T1 d'Ascorel et les solutions natives de DAF et MAN). Ces conclusions ont alimenté la rédaction de ces bonnes pratiques.

Ce travail aura pour perspective de lancer la réflexion sur l'utilisation des dispositifs de pesée embarquée dans le cadre de transactions commerciales.

Essentiel à retenir

Pour une mesure fiable et précise de la pesée embarquée, certaines bonnes pratiques doivent être adoptées.

Tous les systèmes de pesée embarqués nécessitent avant tout d'être contrôlés régulièrement et si nécessaire étalonnés rigoureusement.

Les conditions de la prise de mesures sont un deuxième gros point de vigilance. Il faut notamment veiller à ce que le camion soit sur une surface plane, sans dévers, frein enlevé et avec suffisamment d'air dans le circuit.

Le conducteur a ensuite un rôle clé à jouer. Au-delà des aspects techniques (équipement en bon état et bien réglé), les facteurs humains liés au savoir-faire et aux attitudes de l'opérateur sont essentiels.



ASCOREL



**T1 le système à portée
de main**



MAXTRUCK T1

- Les plus du produits
- Composition du système
- Principe de fonctionnement
- Installation
- Réglage paramètre utilisateur
- Jumelage des boitiers
- Affichage poids net / brut
- Calibration
- Consignes d'utilisation



LES PLUS DU PRODUIT

- Un système à portée de main
- Utilisation du smartphone du conducteur
- Indication du poids en temps réel
- Poids BRUT ou NET
- Affichage de la répartition du poids
- Elimine les surcharges
- Optimise les chargements
- Impression ticket (imprimante thermique en option)
- Gestion illimitée du nombre de remorques

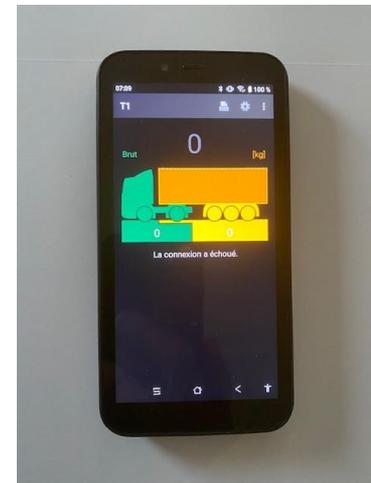


COMPOSITION DU SYSTEME

Afficheur Android (en option)

Mise à disposition de l'application

Pour une utilisation du smartphone du conducteur



Calculateur Bluetooth



Faisceau d'alimentation boitier
2 capteurs de pression



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

CONNECTION

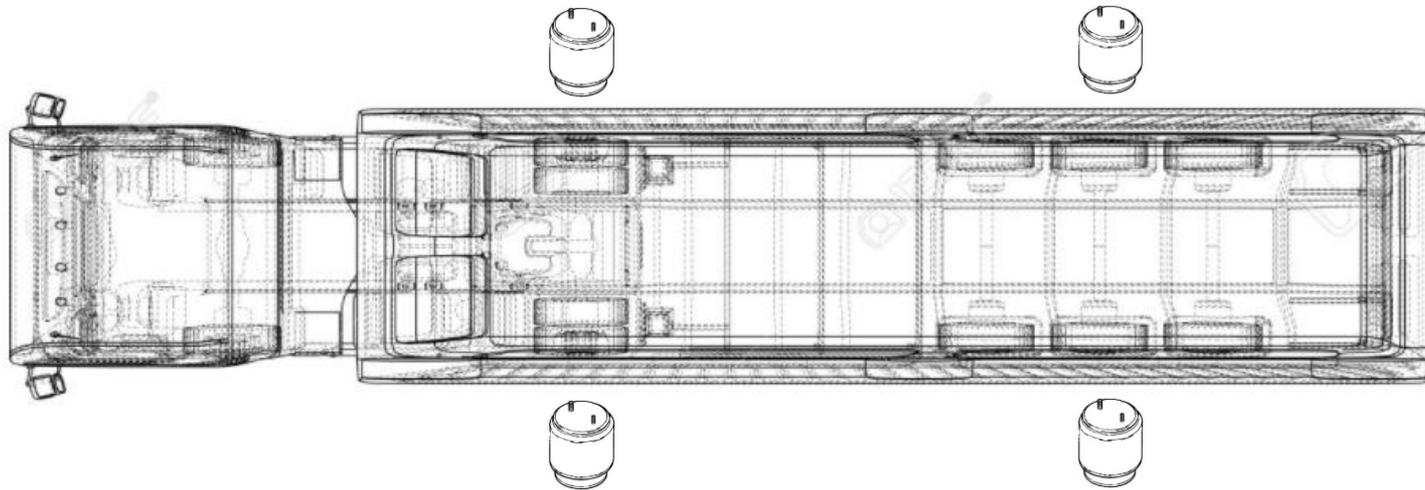


Le smartphone dialogue avec le boîtier tracteur,
ce dernier communique avec celui de la remorque



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

PRISE DE PRESSION



Les capteurs de pression sont raccordés directement sur l'alimentation des coussins d'air du tracteur de de la remorque



Tél. : +33 (0)4.74.57.62.63 Fax : +33 (0)4.74.57.62.62 www.ascorel.com

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

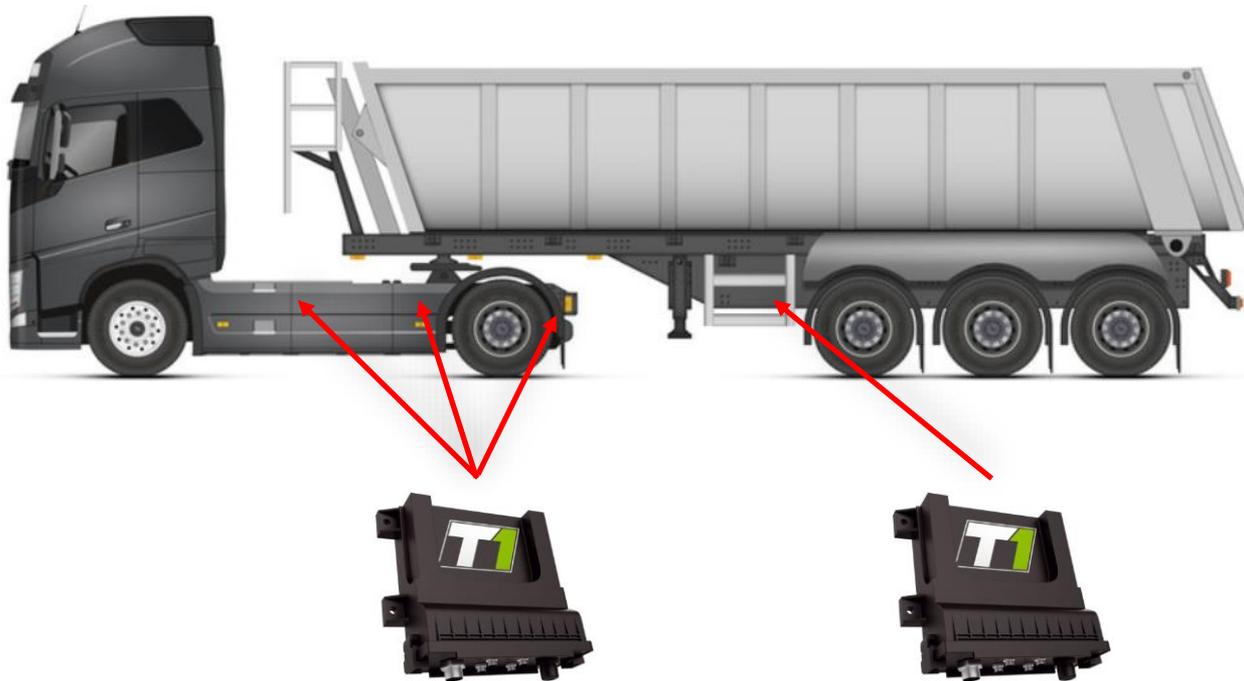
ALIMENTATION



L'alimentation du boîtier doit être connectée sur le circuit des feux de position du tracteur et de la remorque (plusieurs possibilités en fonction de la conception du véhicule)



INSTALLATION DES BOITIERS



Tél. : +33 (0)4.74.57.62.63 Fax: +33 (0)4.74.57.62.62 www.ascorel.com



CONSIGNE D'INSTALLATION



Attention à la position des boîtiers



Effectuer une boucle sur le faisceau pour fiabiliser l'installation



CONSIGNE D'INSTALLATION



- SUR LE TRACTEUR :

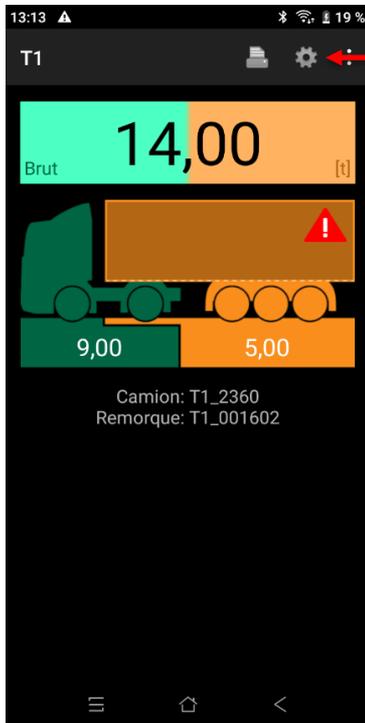
- ➔ CONNECTER UN CAPTEUR DE PRESSION SUR L'ALIMENTATION DU COUSSIN D'AIR DE L'ESSIEU MOTEUR (CÔTÉ VALVE DE NIVELLEMENT)
- ➔ CONNECTER LES DEUX CAPTEURS DE PRESSION SUR L'ALIMENTATION DES COUSSINS D'AIR (droite et gauche) SUR L'ESSIEU MOTEUR SI LE VÉHICULE EST EQUIPÉ DE DEUX VALVES DE NIVELLEMENT

- SUR LA REMORQUE :

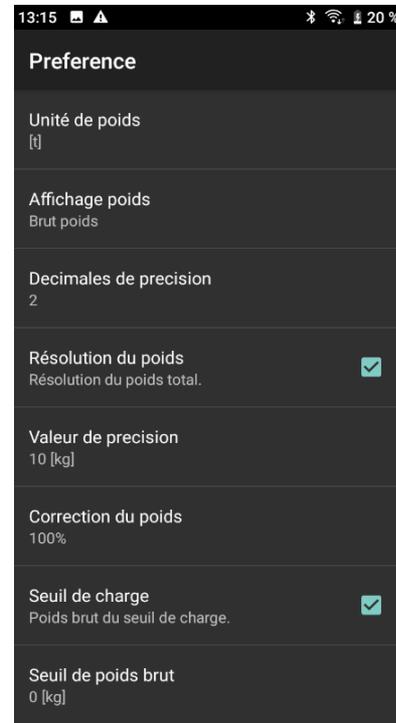
- ➔ CONNECTER LES DEUX CAPTEURS DE PRESSION SUR L'ALIMENTATION DES COUSSINS D'AIR DE L'ESSIEU CENTRAL (droite et gauche)

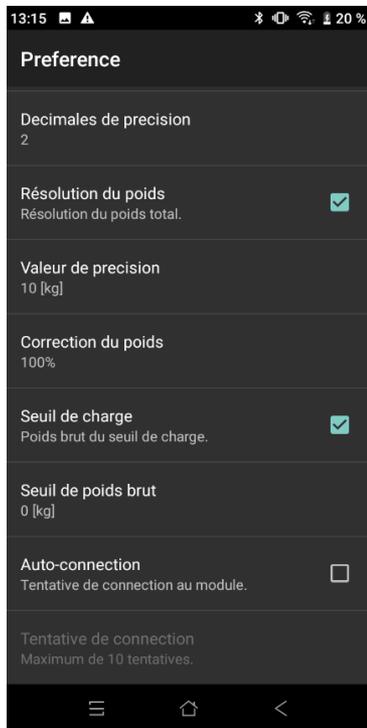


REGLAGE PARAMETRE UTILISATEUR



Préférence

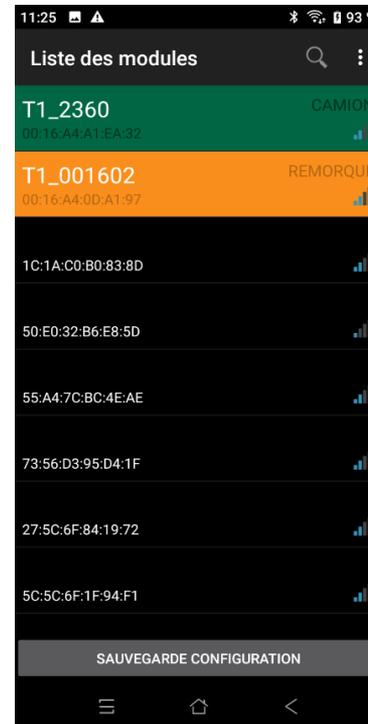
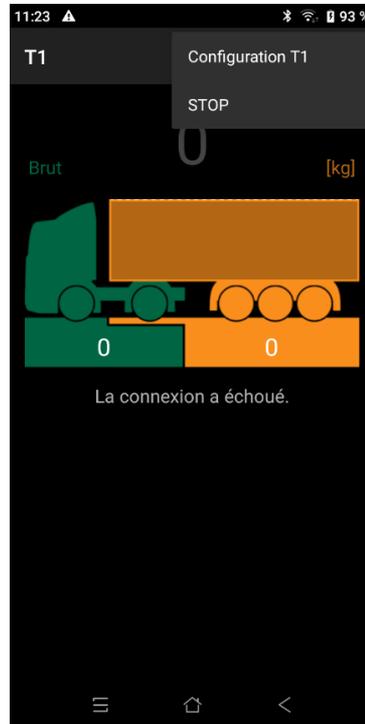
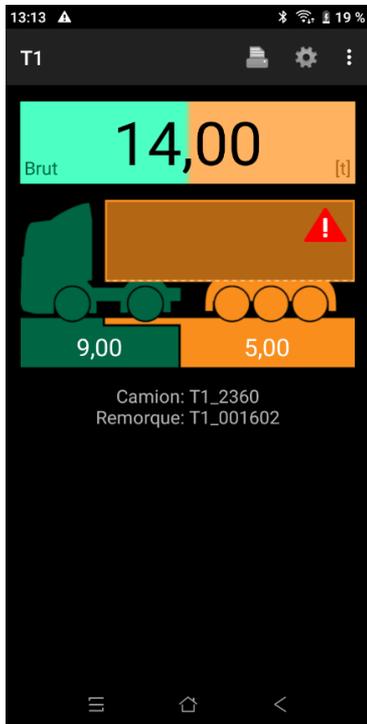




← Coché

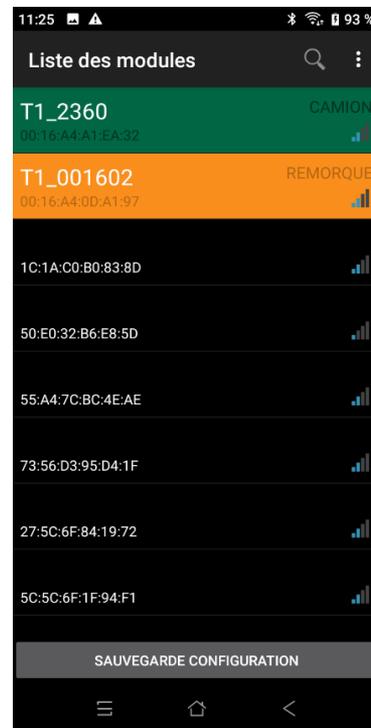
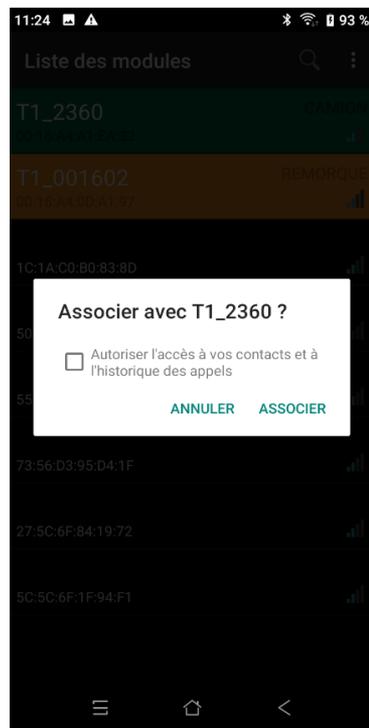
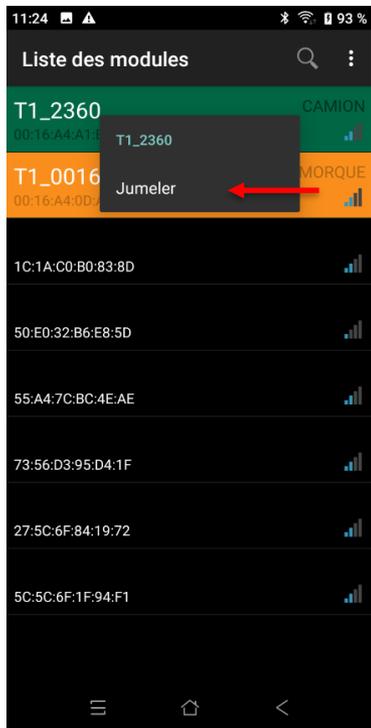


JUMELAGE BOITIER



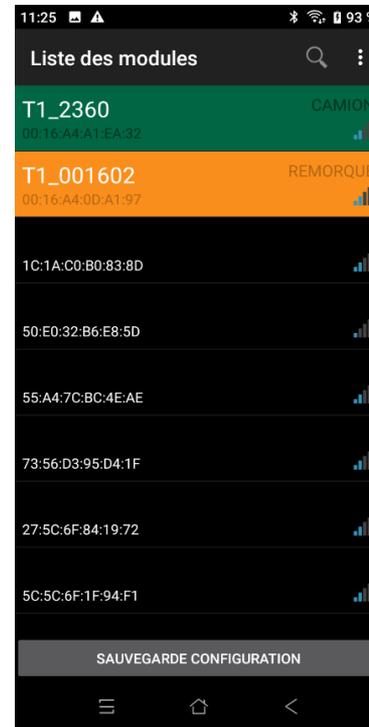
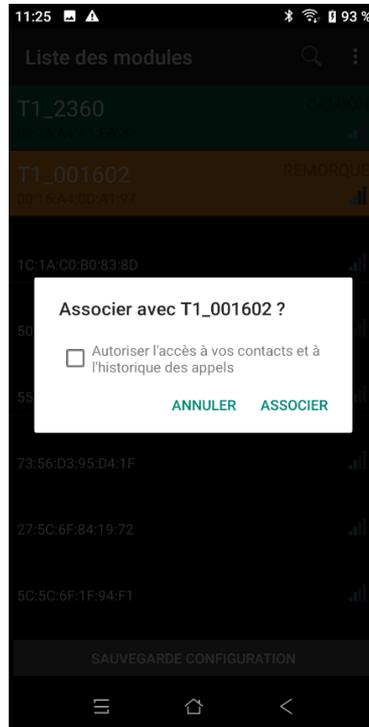
Maintenir

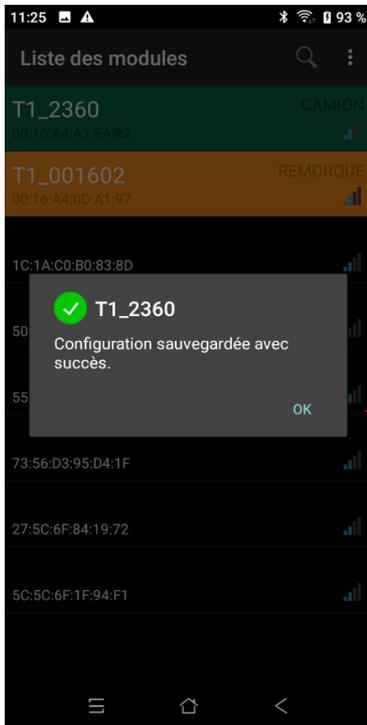




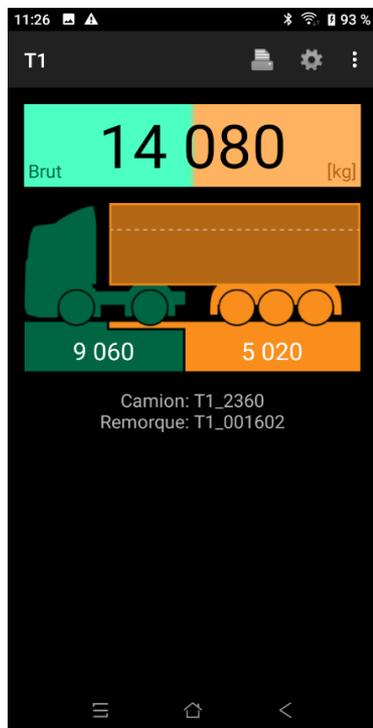
Maintenir







AFFICHAGE POIDS NET / BRUT

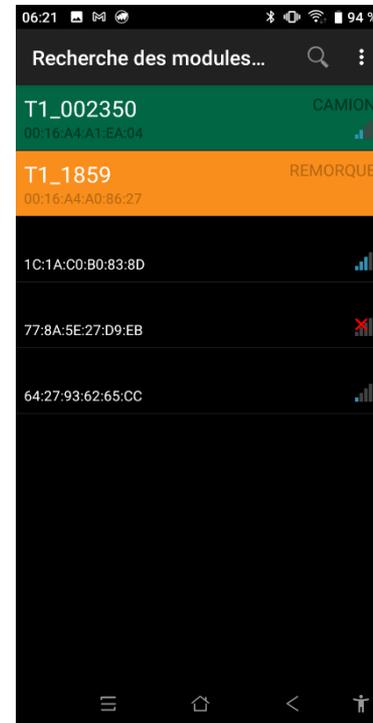
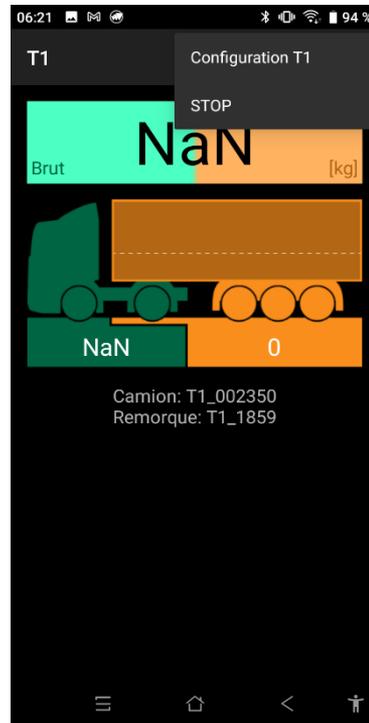
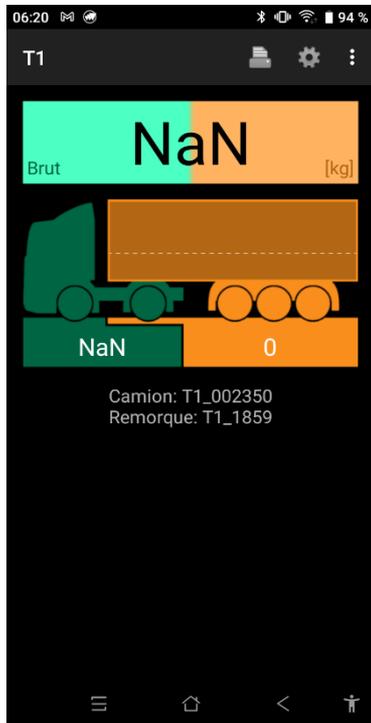


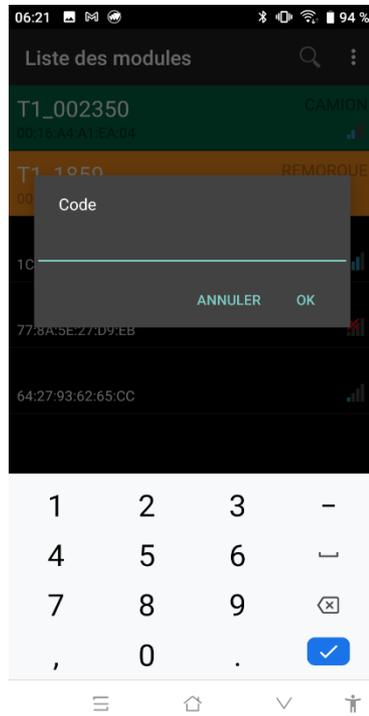
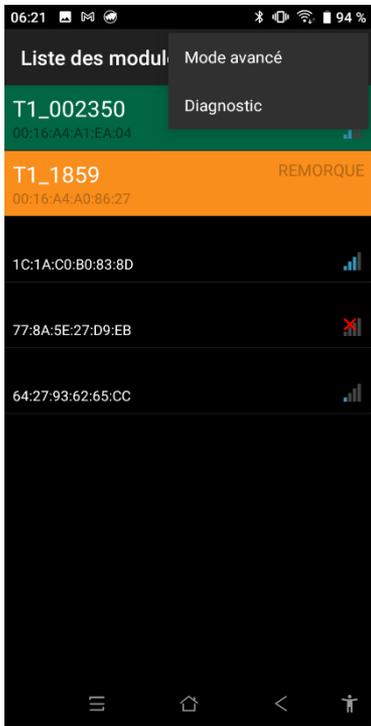
Double click
BRUT / NET



Tél. : +33 (0)4.74.57.62.63 Fax : +33 (0)4.74.57.62.62 www.ascorel.com

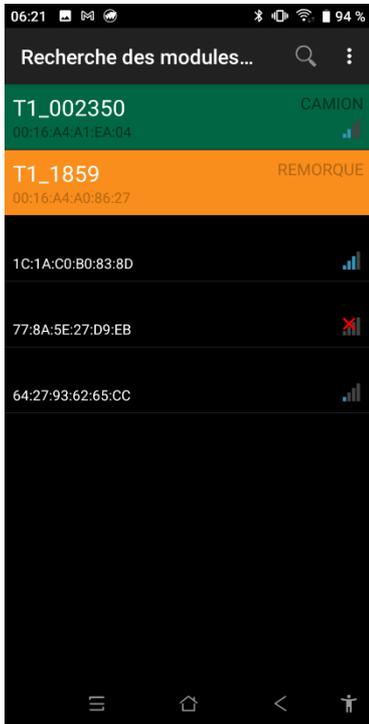
RENOMMER LES BOITIERS



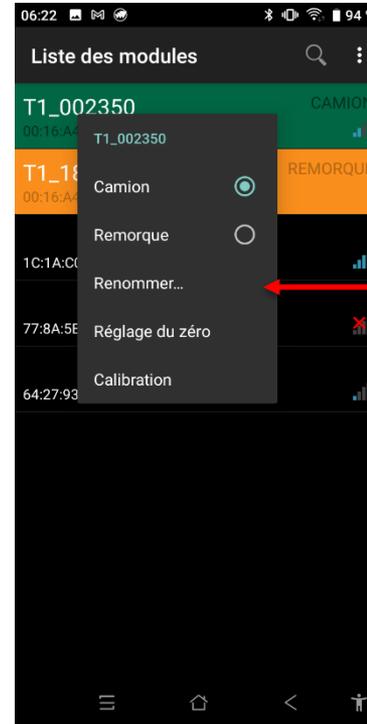


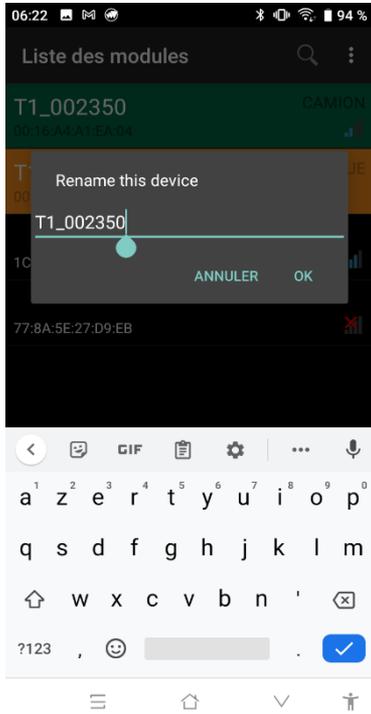
Saisir le
code 5431
puis OK



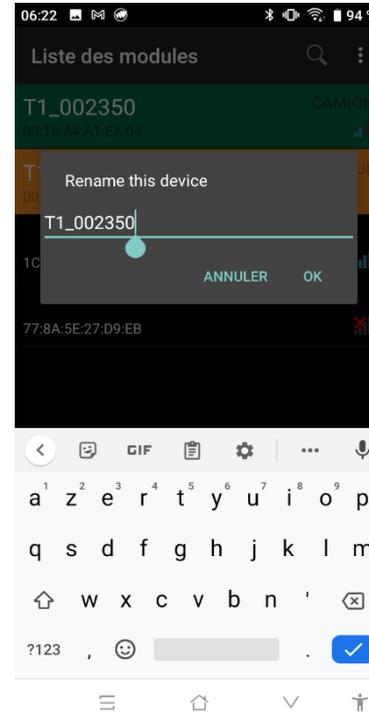


← Maintenir



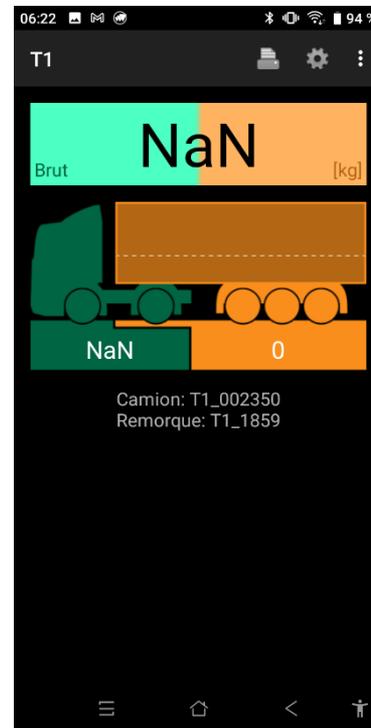
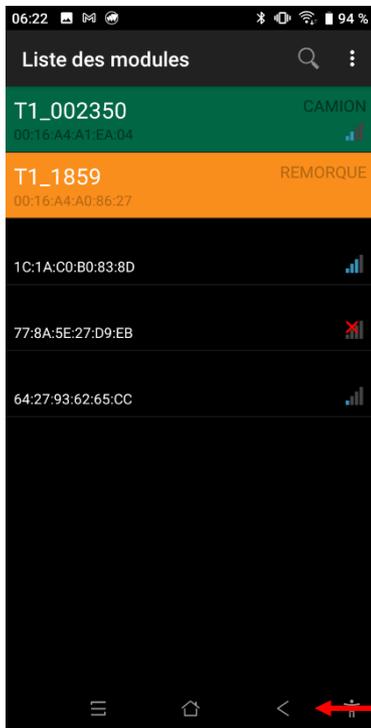


Effacer et renommer

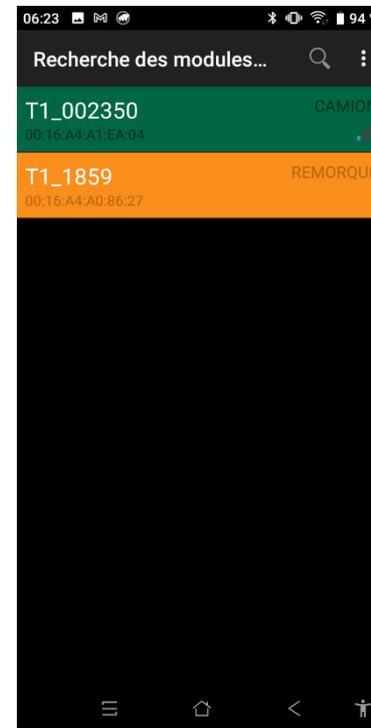
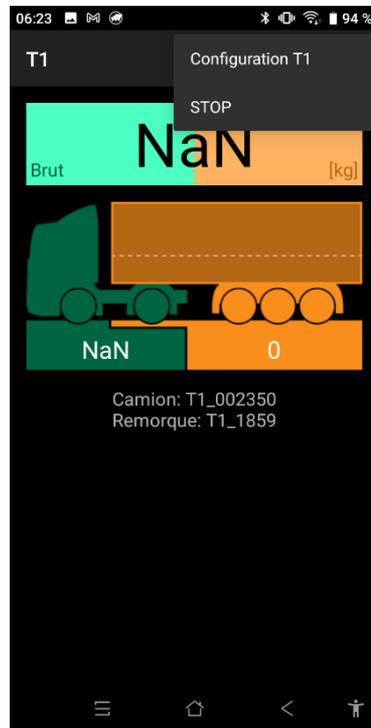
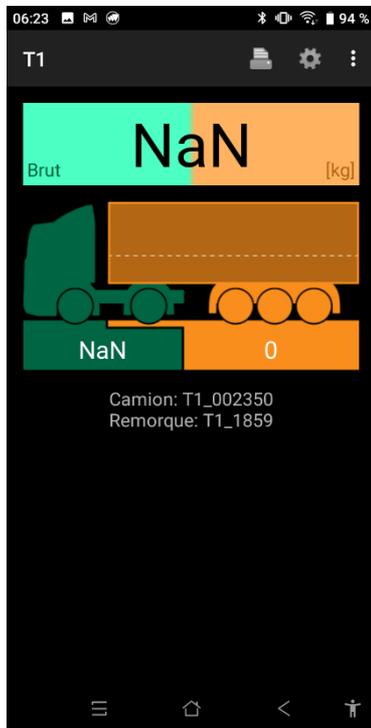


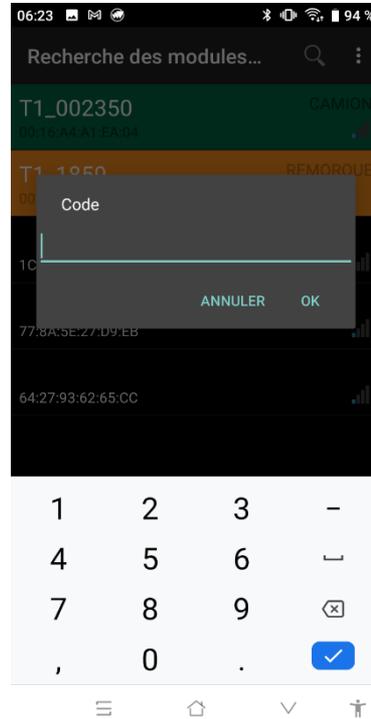
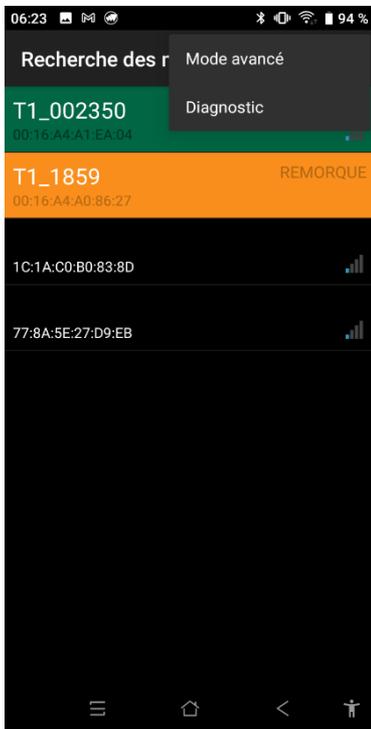
Puis OK





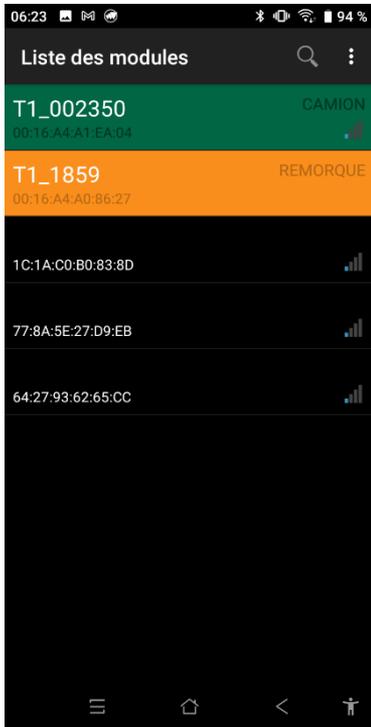
CALIBRATION TRACTEUR



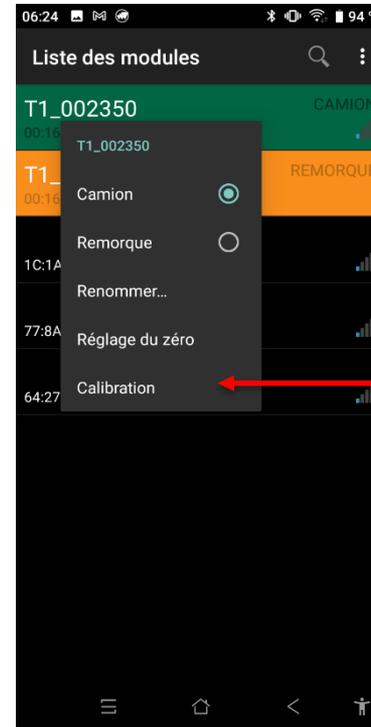


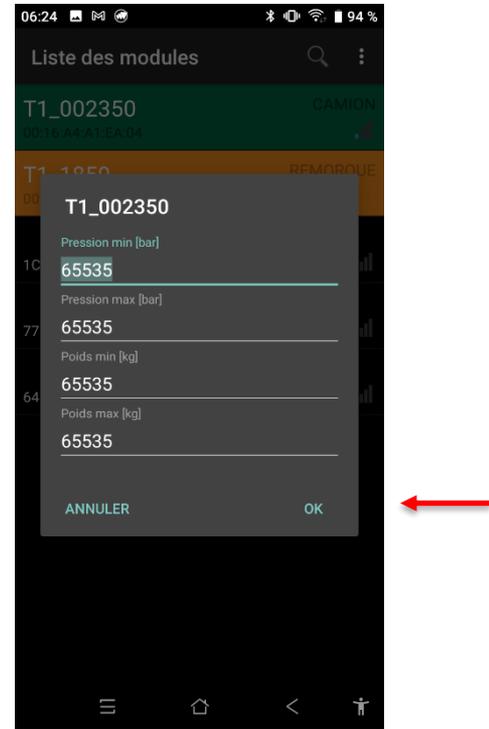
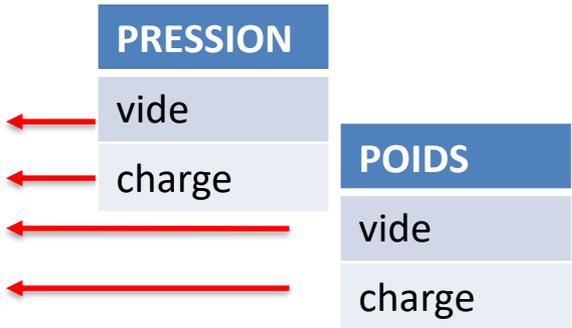
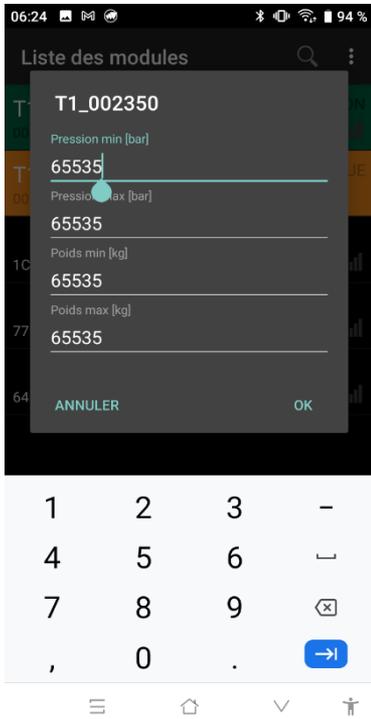
Saisir le
code 5431
puis OK

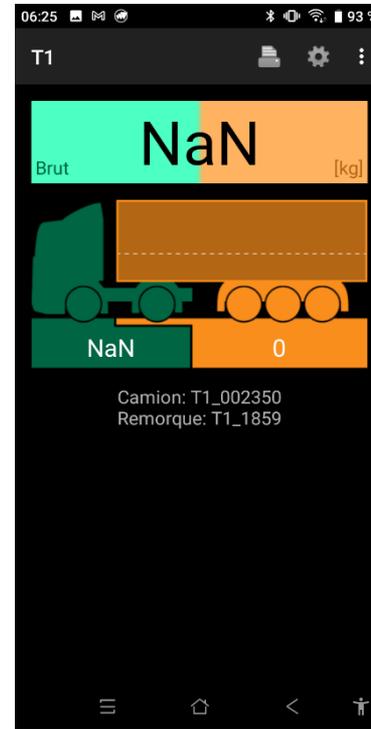
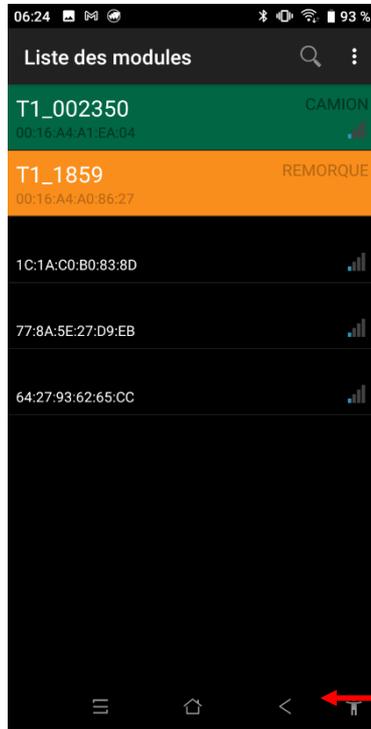
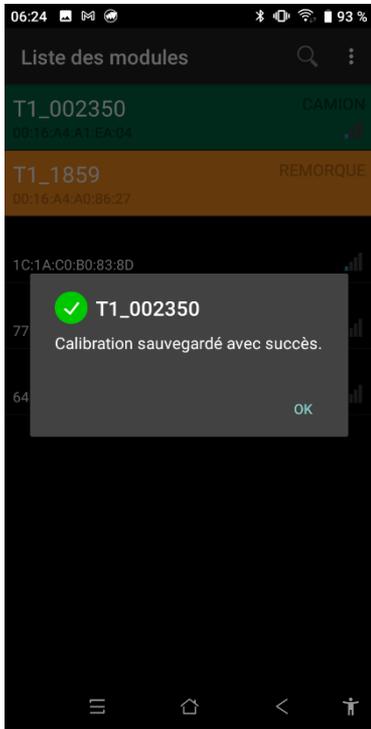




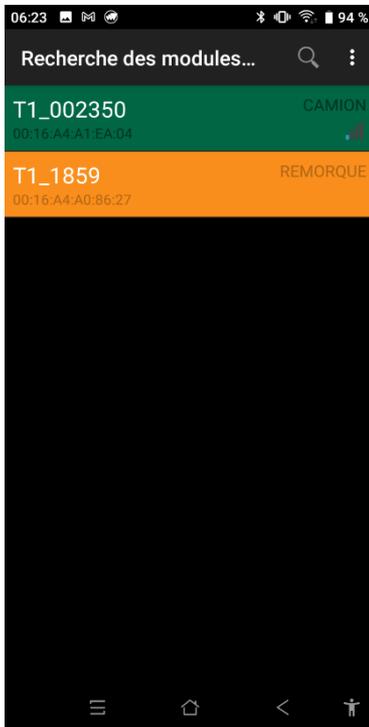
← Maintenir







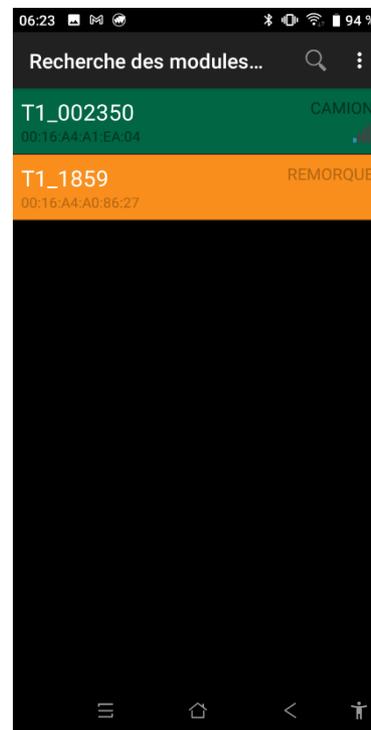
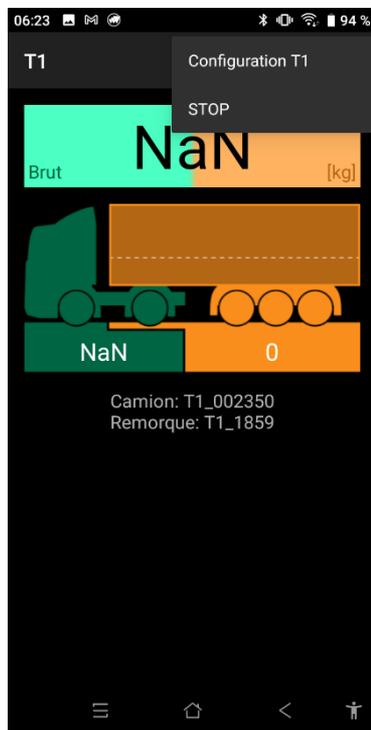
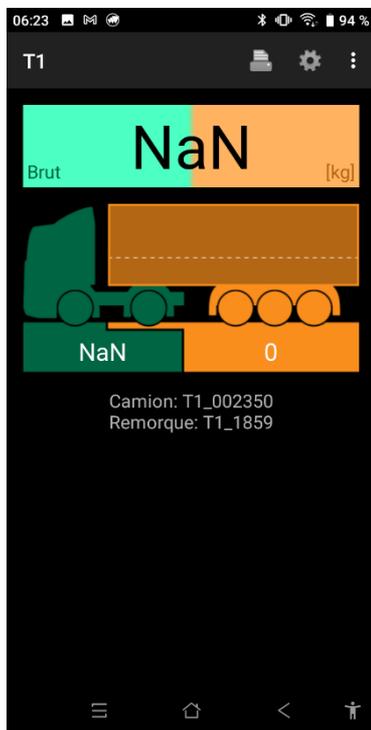
CALIBRATION REMORQUE



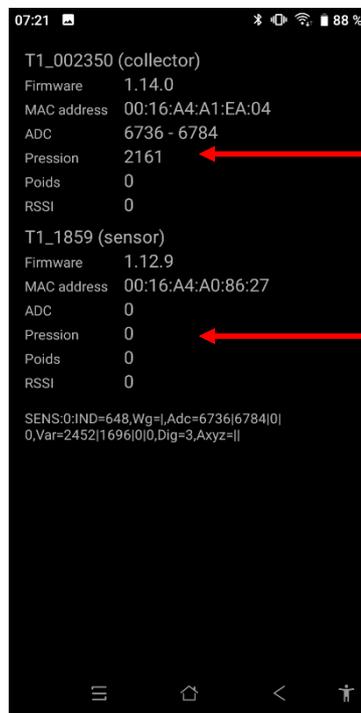
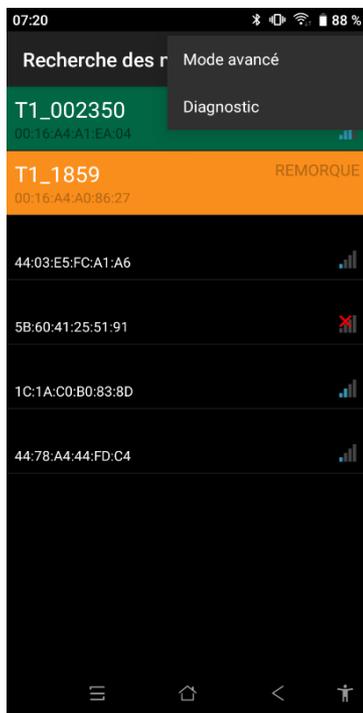
Pour la calibration remorque, même procédure que pour CAMION en sélectionnant REMORQUE



PRISE DE PRESSION



RELEVÉ DE PRESSION



Pression CAMION

Pression REMORQUE



RELEVÉ DE PRESSION



Le relevé de pression doit se faire sur une

- SURFACE PLANE
- MOTEUR TOURNANT
- FREIN DE PARC LACHE



RELEVÉ DES POIDS / PRESSIONS

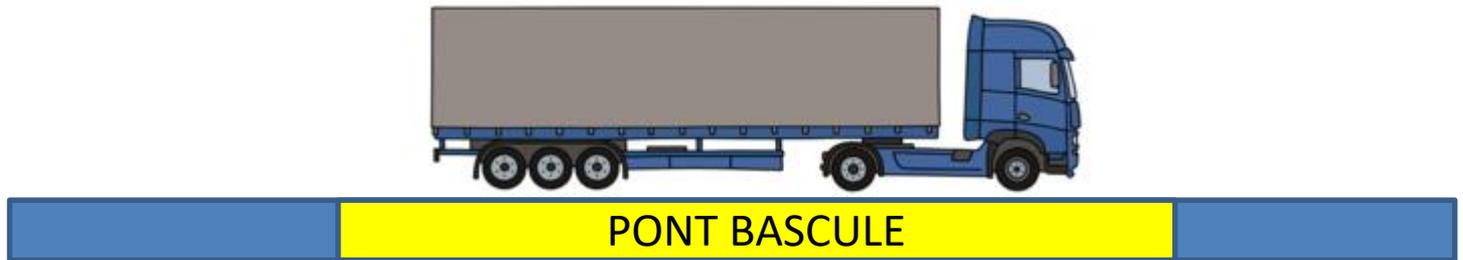
Pour calibrer le système, les pressions doivent être relevées lors des pesées du véhicule afin de pouvoir renseigner les tableaux

	ENSEMBLE		REMORQUE		TRACTEUR
POIDS A VIDE		-		=	
PRESSION A VIDE					
	ENSEMBLE		REMORQUE		TRACTEUR
POIDS EN CHARGE		-		=	
PRESSION EN CHARGE					



RELEVÉ DE POIDS

Utiliser un pont bascule sans rampe d'accès



Tél. : +33 (0)4.74.57.62.63 Fax : +33 (0)4.74.57.62.62 www.ascorel.com

RELEVÉ DE POIDS

Le relevé des poids doit se faire en 2 pesées à VIDE ET EN CHARGE

- MOTEUR TOURNANT
- FREIN DE PARC LACHE



PONT BASCULE



NE PAS OUBLIER DE RELEVER
LES PRESSIONS



PONT BASCULE



Tél. : +33 (0)4.74.57.62.63 Fax: +33 (0)4.74.57.62.62 www.ascorel.com

CONSIGNE D UTILISATION POUR RESULTAT OPTIMAL

- VEILLEUSES ALLUMÉES
- LE VEHICULE DOIT ETRE SUR UNE SURFACE PLANE
- TOUS LES ESSIEUX AU SOL
- MOTEUR TOURNANT
- LACHER LES FREINS PLUSIEURS FOIS PENDANT LE CHARGEMENT POUR LIBERER LES SUSPENSIONS

