

PROTECTION DU SOL

UN OUTIL POUR CALIBRER ses pneumatiques

Pour adapter les charges des machines utilisées au type de sol, l'institut de recherche agronomique suisse, Agroscope, perfectionne depuis 2005 un outil informatique: TASC (pour Tyres/tracks And Soil Compaction - pneumatiques, chenilles et compaction du sol). Dans sa dernière version, TASC permet aux agriculteurs de dimensionner la taille, la charge et la pression de gonflage des pneumatiques pour protéger leur sol des risques de tassement en profondeur et du cisaillement de surface provoqué par le patinage des pneus.

Repérer les risques de compaction du sol

Les pneumatiques sont en effet déterminants pour amortir les effets des machines sur la structure du sol. Jusqu'à 6 tonnes de charge à la roue pour les tracteurs, 11 tonnes pour les moissonneuses-batteuses, 60 tonnes de charge totale pour les récolteuses intégrales automotrices de betteraves, c'est considérable voire excessif pour des sols fragiles, argileux, limoneux, peu portants, humides. Des pertes de rendement sont inévitables, de l'ordre de 5 à 15 % sous stress hydrique lorsque le sous-sol est trop lourdement tassé.

« **La compaction** repose sur une notion d'équilibre entre la portance du sol et la contrainte qu'une charge lui impose. »

Aussi, le sol en profondeur doit être protégé, là où aucun outil n'est plus apte à l'ameublir. Sur prairies permanentes, lorsqu'aucun outil ne travaille le sol, la profondeur jugée critique se situe sous le feutre racinaire de la strate organique bien pourvue en volume poral, là où débute l'horizon minéral, une profondeur variable généralement comprise entre 5 et 15 cm.

La compaction repose sur une notion d'équilibre entre la portance du sol et la contrainte qu'une charge lui impose. Lorsque le sol se déforme, il n'y a rien nécessairement d'alarmant. Par contre,

L'institut de recherche agronomique suisse, Agroscope, propose une troisième version de son outil TASC parue dans sa version française ce printemps. Cet outil permet aux producteurs de calibrer leurs pneumatiques pour, entre autres, limiter les tassements sévères du sol et la création d'ornières en surface.



Les moissonneuses-batteuses peuvent atteindre 11 tonnes de charge à la roue. Si le sol n'est pas portant attention au risque de tassement.

© ARVALIS-Institut du végétal

lorsqu'à la profondeur critique, là où le sol ne peut être repris par l'outil ameublissant, des contraintes de charge suffisamment élevées se manifestent pour comprimer le sol au-delà d'un seuil de tolérance, on parle alors de risque sévère de tassement. C'est ce risque que l'outil TASC peut calculer à partir de données du sol (profondeur critique, texture, humidité, résistance à la pénétration) et de la machine (dimension des pneumatiques, charge à la roue, pression de gonflage). Chaque paramètre peut être modifié pour voir l'évolution de la contrainte de charge active et de la portance du sol à la profondeur critique: si la contrainte est supérieure à la portance, il y a danger.

Le patinage des pneus cisaille le sol en surface

Par ailleurs, la structure du sol peut être dégradée en surface par le cisaillement dû au patinage des pneumatiques. Celui-ci est incontournable dans tout effort de traction au champ. Au-delà d'un certain seuil de patinage, le sol se brise, une couche lâche se forme dans les premiers centimètres et des ornières apparaissent, plus ou moins importantes selon la charge à la roue. L'infiltration de l'eau est alors limitée, rendant plus nuisibles encore les effets de la sécheresse, des inondations et de l'érosion.

« À charge égale, le seuil de patinage diminue lorsque la dimension des pneumatiques augmente. »

Comme pour la compaction, ce seuil de patinage repose sur une notion d'équilibre entre les forces

CISAILLEMENT DE SURFACE : un seuil de rupture plus élevé avec des roues jumelées

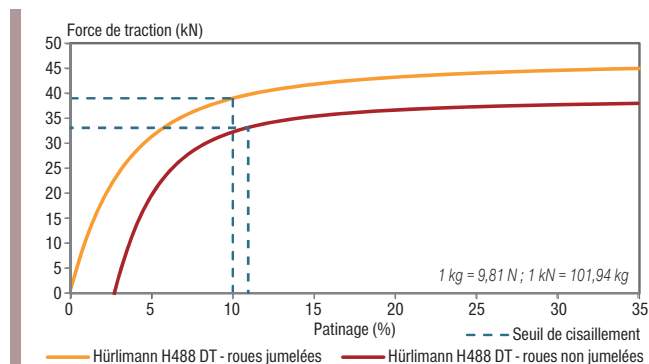


Figure 1 : Courbe donnant la force de traction en fonction du patinage avec seuil de rupture du sol pour un tracteur de 88 CV, avec ou sans roues jumelées, et des charges sensiblement identiques.



Le télégonflage est la solution idéale pour les tracteurs de plus de 150 CV pour adapter la pression des pneumatiques en travail au champ ou sur la route.

Plus de 1 270 pneumatiques référencés

Une banque de données techniques complète de plus de 1 270 pneumatiques agricoles et forestiers est proposée dans l'outil TASC. L'impact d'un pneumatique par rapport à un autre sur le sol, la compatibilité ou non des jantes lors d'un changement de pneumatique, le choix d'un pneumatique à l'avant ou à l'arrière compte tenu du rapport mécanique, la charge maximale autorisée du pneumatique selon son type, sa pression interne et la vitesse selon les standards ETRTO* sont autant d'aspects pouvant être aisément consultés.

* ETRTO Standards, 2012. Organisation Technique Européenne du Pneumatique et de la Jante (the European Tyre and Rim Technical Organisation)

de cisaillement agissant dans l'interface pneumatique/sol et la résistance du sol au cisaillement. Cette résistance ne dépend pas uniquement des propriétés intrinsèques du sol comme sa cohésion ou sa texture, elle dépend également de la charge verticale infligée au sol par la roue. Lorsque cette dernière augmente, le seuil de patinage au-delà duquel le sol cède augmente. Des charges lourdes vont moins dégrader le sol en surface s'il est porteur. À charge égale, le seuil de patinage diminue lorsque la dimension des pneumatiques augmente (roues jumelées voire chenilles par exemple). La résistance du sol au cisaillement plus élevée permet alors d'utiliser une force de traction supérieure. Là encore, l'outil TASC permet d'évaluer le seuil de cisaillement selon les propriétés mécaniques du sol et les caractéristiques du tracteur (figure 1).

CARBURANT : une consommation liée à la vitesse de travail et à la pression des pneus

Vitesse	Pression de gonflage	Patinage - traction au seuil de rupture		Patinage et traction requise		Consommations horaire/surface		Economie carburant/ha
4,5 km/h	1,6 bar	11 %	25,7 kN	18 %	27,6 kN	15,4 l/h	13,7 l/ha	0 %
	0,6 bar	12%	28,9 kN	10 %	27,6 kN	13,1 l/h	11,6 l/ha	15 %
2,5 km/h	1,6 bar	11 %	25,7 kN	9 %	24,9 kN	7,0 l/h	11,2 l/ha	18 %
	0,6 bar	12 %	28,9 kN	8 %	24,9 kN	6,5 l/h	10,4 l/ha	24 %

Tableau 1. Seuil de rupture, traction requise, consommation et économies de carburant simulés avec TASC.

Calculs réalisés pour un tracteur de 88 CV, 380/85R24/420/85R38 av./ar, empattement 234 cm, hauteur d'attelage 54 cm, sous-soleuse à cinq dents étroites, profondeur de travail 30 cm – sol limoneux fin, mi-dur.



Dans tout effort de traction au champ, avec ou sans outil, des forces de cisaillement se manifestent au niveau des barrettes du pneumatique, sans pour autant que le sol ne se brise nécessairement.

Traction requise et consommation de carburant estimées selon l'outil

Au-delà des objectifs de protection du sol, TASC peut calculer la force de traction requise pour un outil et la consommation de carburant correspondante selon les pneumatiques utilisés.

La force de traction nécessaire est calculée (en kiloNewton, kN) à partir de données sur l'outil (largeur, nombre de corps, de rangs, profondeur de travail), de la texture du sol et de la vitesse de travail. Quant à la consommation horaire de carburant, elle est calculée à partir de l'énergie (kilowatt, kW) déployée par les roues motrices. Celle-ci est liée à leur couple et leur vitesse angulaire respectifs.

Par exemple, la force de traction requise pour tirer une sous-soleuse à 5 dents étroites travaillant dans les trente premiers centimètres pour un sol limoneux fin (silteux) est de 24,9 kN à 2,5 km/h et de 27,6 kN à 4,5 km/h (tableau 1). Dans ce dernier cas, des mesures de précaution sont nécessaires puisque la traction requise est supérieure au seuil de rupture calculé (25,7 kN). Sans devoir modifier la qualité du travail, ni la vitesse, diminuer la pression des pneumatiques est la solution la plus simple. Pour une force de traction donnée, le taux de patinage diminue lorsque la pression de gonflage diminue. Une économie de carburant à l'hectare s'élevant jusqu'à 15 % est observée à 4,5 km/h lorsque la pression interne des pneumatiques est ajustée à la baisse, et à 24 % lorsqu'en plus la vitesse chute de 4,5 à 2,5 km/h.

Limiter la surface foulée

La distribution des surfaces foulées est également à prendre en compte dans les risques de dégradation du sol en surface. Pour les sols à granulométrie fine ou mal pourvus en matière organique (battance), les ornières sont autant que possible à éviter. La fréquence des passages et l'importance de leurs empreintes sur la parcelle doivent rester limitées. Le choix des machines pour les chantiers de récolte (maïs, pommes de terre, betteraves) conditionne grandement l'importance et la distribution des surfaces foulées avec passage multiple. Largeur de travail, largeur des pneumatiques et configuration du train de roulement tiennent lieu alors de paramètres. TASC peut ainsi calculer la répartition des surfaces foulées pour une voire plusieurs interventions.

Etienne Diserens - etienne.diserens@agroscope.admin.ch
 Andrea Battiato
 Agroscope (Suisse)

En savoir plus

Compatible dès Excel 2007 (PC) ou Excel 2011 (Mac), la troisième version de TASC est disponible en français sur commande (www.agrartechnik-agrosocpe.ch).

Pour plus d'informations, contactez Etienne Diserens (tél: +41 58 420 33 53).

6 tonnes, c'est la charge à la roue moyenne d'un tracteur