

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 66 (2004)
Heft: 8

Artikel: Trains de roulement et sols arables : TASC: une application PC destinée à apprécier et optimiser les contraintes sur le sol
Autor: Diserens, Etienne / Spiess, Ernst
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086365>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Trains de roulement et sols arables

TASC: Une application PC destinée à apprécier et optimiser les contraintes sur les sols¹

TASC² signifie Tyres/Tracks and soil compaction et consiste en une application Excel développée par Agroscope FAT Tänikon et utilisable dans la pratique. Elle fournit des critères objectifs pour l'évaluation de la portance des sols arables lors de l'utilisation de grosses machines.

Etienne Diserens et Ernst Spiess, Agroscope FAT, Tänikon. Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

TASC permet d'évaluer les contraintes au sol exercées par les pneus ou les chenilles en fonction des caractéristiques des trains de roulement et des propriétés du sol. Cela signifie que des risques de dommages potentiels au-dessous

de la zone arable peuvent être mis en évidence.

Les données techniques relatives aux pneus peuvent être sélectionnées parmi plus de 1000 types de pneus agricoles et forestiers. La charge maximale autorisée, selon la monte pneumatique, la pression de gonflage et la vitesse, se calcule sur la base des normes internationales. Ainsi, TASC constitue un outil utile pour la comparaison et le choix entre les pneus. Son utilisation convient pour des sols arables rassis et cohérents avec un seuil de

labour ferme entre 20 et 25 cm. L'objectif principal est d'assurer une protection préventive des sols arables contre les dommages irréversibles ou difficilement réparables.

Charges croissantes, contraintes élevées sur le sol

Avec des charges à la roue parfois supérieures à 11 t et des poids maximums de près de 60 t, les machines utilisées pour la récolte des betteraves sucrières sont les plus lourdes utilisées jusqu'à présent. Il est cependant nécessaire d'assurer des temps de travail, respectivement des degrés d'utilisation élevés pour garantir leur rendement économique. Ainsi, le risque qu'elles passent sur des sols dans de mauvaises conditions (humidité) est accru.

Le principe de prévention se situe en priorité dans la garantie à long terme de la multifonctionnalité du sol et le maintien de sa fertilité. Son application pose cependant des problèmes considérables jusqu'à présent car des indications et points d'ancrage concrets et spé-

¹ abrégé du rapport FAT 613

² signification française: pneu / chenille et compacité du sol

TABLEAU 1

Application Excel – Spécifications – Commande

Version: TASC.xls V1.0, 2004

dès Win 98 (2ed). Logiciel: dès Office 97

français, allemand, anglais

env. 50 MB. CD-Rom

Enseignement, organisations

CHF 350.– (€ 225.–), Update 170.– (€ 110.–)

Usage privé

CHF 120.– (€ 77.–), Update 80.– (€ 55.–)

Contact E-Mail: etienne.diserens@fat.admin.ch

Édition et Vente: Agroscope FAT Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Tel. 052 368 31 31, Fax: 052 365 11 90

E-Mail: doku@fat.admin.ch





cifiques manquent dans la pratique agricole. La problématique posée par le sol, formation vivante hétérogène soumise à des échanges constants et complexes, se fait sentir.

Exemples d'application

- Vérification des contraintes au sol selon les dimensions des pneus/chenilles, de la charge à la roue ou à la chenille et la pression de gonflage pour une résistance donnée du sol superficiel.
- Vérification des risques encourus par le sol selon sa résistance superficielle pour une charge donnée (monte pneumatique, charge à la roue, pression de gonflage)
- Appréciation des risques de dommages dus au tassement avec diverses charges selon les types de sol, la résistance du sol superficiel et la profondeur meuble maximale.
- Vérification des contraintes au sol à un point déterminé du sol (par exemple à l'intérieur d'une ligne de plantes, respectivement hors des traces des véhicules).
- Comparaison des sortes et des types de pneus quant aux dimensions des pneus et des jantes, de l'indice de charge, de la capacité de charge selon la pression de gonflage, de la vitesse et de la propagation de la pression dans le sol.
- Calcul de la charge maximale à la roue selon les dimensions des pneus, la pression de gonflage et la vitesse.

*Journée Portes ouvertes à la FAT:
Un bon exemple le montre:
des pneus larges ou des roues
jumelées, et une basse pres-
sion empêchent des dégâts de
compactage en profondeur.
Photos: Ueli Zweifel*

TASC – l'essentiel en bref

Avant d'entreprendre des travaux avec de lourdes machines dans des conditions humides particulièrement, la question des contraintes au sol doit être posée. Si un risque de tassement du sol existe, quelles mesures techniques apportent quelles améliorations? Le travail doit-il être repoussé à une période plus propice? TASC (tableau 1) est un moyen utile à la décision adaptée pour tous les domaines confrontés au problème train de roulement – contraintes au sol: il s'agit de l'agriculture pratique, du conseil agricole, de la planification, de l'apprentissage, des manufactures de pneus et de l'industrie des machines agricoles.

Pour un ou plusieurs cas pratiques d'utilisation (maximum quatre à la fois), les contraintes au sol et les risques de dommages dus au tassement sont décrit selon le type de train de roulement, la charge, les dimensions des pneus, la pression de gonflage, le type et la solidité du sol. Pour saisir rapidement les données relatives aux pneus, il est possible d'indiquer ses dimensions en centimètres ou de reprendre celles-ci en cliquant dans le tableau des pneus agricoles et forestiers se trouvant dans la banque de données. Des indications quant au type de sol et à sa consistance sont exigées. Ces informations peuvent être recueillies simplement par un contrôle de cohésion avec le «test du tour-nevis». Le degré d'humidité de la couche superficielle, qui peut difficilement être mesurée dans la pratique est également indiqué indirectement avec la compacité du sol. Ces «méthodes pratiques» sont discutées clairement dans le cadre de l'application.

Concept de base TASC

L'application repose sur le principe de base de la préconsolidation. Si, lorsqu'une charge est exercée sur le sol, la contrainte de charge (F) à une profondeur déterminée est inférieure à la résistance du sol (R , nommé également préconsolidation), il n'y a pas de risque de déformation et le sol réagit de manière plutôt élastique. Si F est supérieur à R , le sol réagit de manière plastique et des déformations sous forme de tassement sont probables. (III. 1).

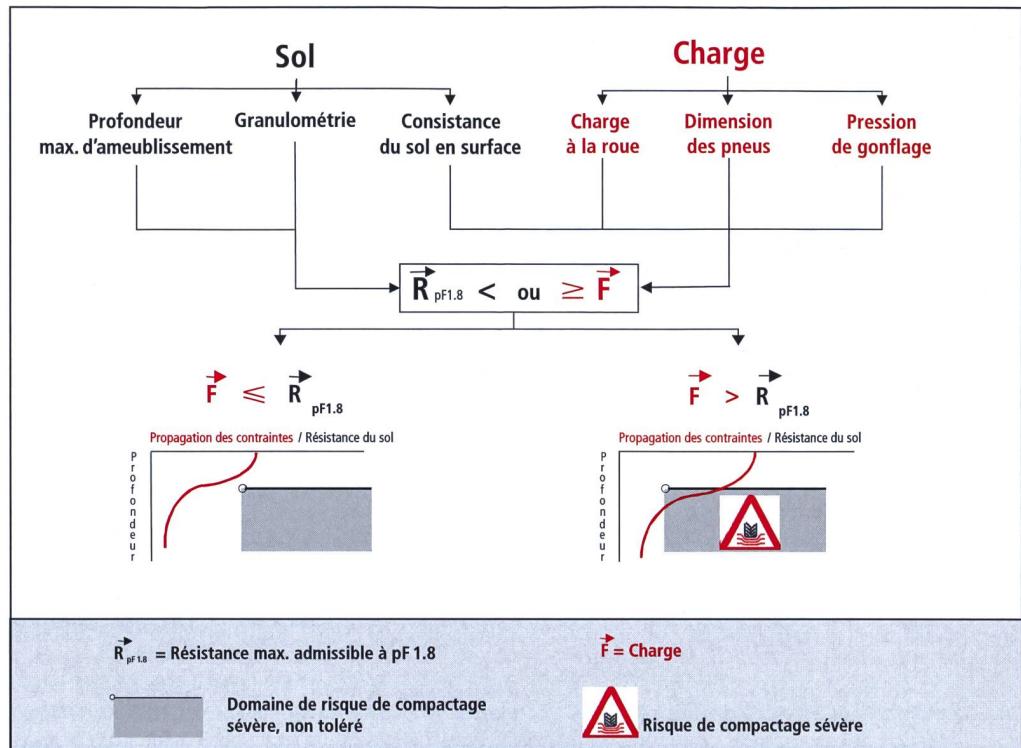
Eléments individuels

L'application se compose des éléments suivants: Masques de saisie et de sortie, base de données relatives aux pneus avec les options de calcul, permettant de déterminer la charge à la roue selon les normes ETRTO (The European Tyre and Rim Technical Organisation).

Masque de saisie: Indications faciles à saisir (III. 2).

Type de sol dans le secteur de la profondeur maximale d'ameublissement: Lors de la détermination de la résistance maximale autorisée du sol, le type de sol (granulométrie) joue un rôle déterminant. La texture du sol est fixée en fonction de cinq classes. La détermination des différentes classes (si elles ne sont pas connues) se fait au moyen d'un test de cohésion (Hasinger et al. 1993) (III. 3).

Avec la profondeur maximale d'ameublissement, l'on détermine à quelle profondeur un risque de dommages dus au tassement peut



III. 1: *Principe de base de l'application. Si la contrainte de charge (F) à la profondeur maximale d'ameublissement est supérieure au seuil critique de résistance du sol (R) à cette profondeur, il y a risque de dommage de tassement.*

survenir. Dans les grandes cultures, cela correspond souvent à la profondeur du seuil de labour, lorsque le sol n'est pas travaillé périodiquement plus en profondeur.

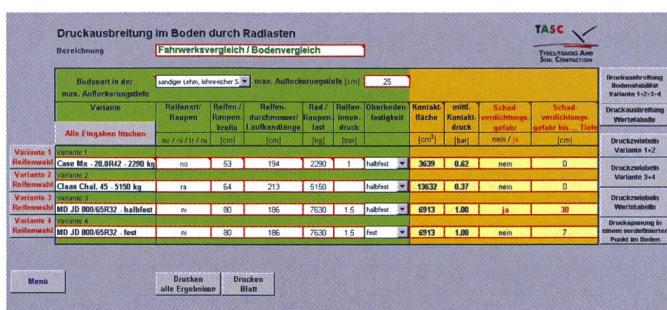
La **compacité du sol superficiel** est déterminante pour sa capacité de portance. Elle influence fortement l'intensité de la propagation de la pression. Grâce au test du tournevis, la compacité du sol superficiel, qui dépend particu-

lièrement de sa structure, de son degré d'humidité et du réseau radiculaire, se détermine de manière simple dans la pratique

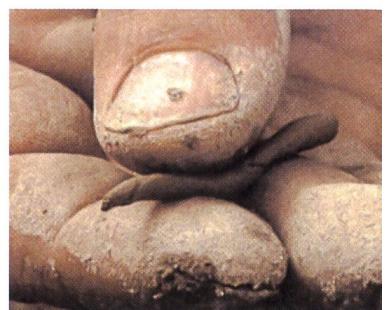
La compacité du sol est définie ici en trois classes «durs», «mi-dur» et «mou». Avec un peu d'expérience, l'application de cette méthode est sans autre possible, avec même une classification intermédiaire. Dans un **sous-sol** rassis, la plupart du temps humide à très humide, l'influence de la **teneur en eau** sur la propagation de la pression n'a pu être démontrée lors de nos essais en pleins champs sur plusieurs années (Diserens et al. 2002).

Le type de pneu, largeur et diamètre, resp. la largeur et la longueur des chenilles déterminent largement la surface de contact entre le train de roulement et le sol. Pour les roues, le type (sec-

tion normale, basse section ou Terra) et les dimensions peuvent être directement reprises de la banque de données relative aux pneus ou indiqués manuellement. En ce qui concerne les chenilles, les données doivent être saisies exclusivement à la main. La charge à la roue, respectivement la chenille est également déterminante pour indiquer la surface comme la pression de contact. Afin de montrer les



III. 2: Masque de saisie: Jusqu'à quatre variantes se laissent travailler et comparer conjointement. Les données sur les pneus peuvent être reprises de la banque de données ou saisies directement en centimètres.



III. 3: Grâce au test tactile, on peut tirer de conclusions directement au champ quant, la granulométrie, respectivement au type de sol et à son humidité (photo Telborg)



III. 4: Test du tournevis pour une détermination simple de la compacité du sol superficiel: a) dur (> 8 kg de pression), b) mi-dur (5-8 kg de pression), c) mou (jusqu'à 5 kg de pression). Photos: M. Welter

valeurs limites, la charge à la roue/chenille d'une unité de travail (machine, véhicule) est prise en considération. La pression de gonflage est également en étroite relation avec la surface de contact au

champ. Plus la pression est basse, plus la surface de contact est importante (Diserens 2002). Les bases de TASC sont jusqu'à présent principalement orientées sur les profils farmer et traction (III. 5).



III. 5: Les essais réalisés dans le cadre de TASC sont principalement fondés sur des profils de pneus farmer et traction.

TERMINOLOGIE

Sols

Sable (S, s=sableux): Fraction grossière du sol (\varnothing entre $2 \times 103 > 50 \mu\text{m}$). Cuisse sous la dent. Grains de sable apparents.

Silt (U, u=silteux): Fraction fine du sol (\varnothing entre 2 et $50 \mu\text{m}$), d'aspect savonneux à l'état humide et d'aspect farineux à l'état sec.

Argile (A, a=argileux): Fraction la plus fine du sol ($\varnothing < 2 \mu\text{m}$), d'aspect collant à l'état humide.

Limon (L, l=limoneux): Sol comprenant 20 à 30% d'argile et moins de 50% de silt.

Sol léger (S, Sl,): Grains de sable visibles et perceptibles, pas ou peu cohérent, à peine malléable, fendillé, friable.

Sol mi-lourd (L, Ul, Ls, U): Peu de grains de sable visibles et perceptibles, cuisse sous la dent, malléable, fendillé, roule sur l'épaisseur d'un crayon ($\varnothing 2-7\text{mm}$).

Sol lourd (A, Al, La, Ua): A peine quelques grains de sable visibles et perceptibles, cuisse à peine sous la dent, bien malléable, surface de frottement brillante, roule sur l'épaisseur d'un clou ($\varnothing < 2\text{ mm}$).

Granulométrie du sol: Classement du sol selon la taille des grains (voir taille des grains pour argile, silt, sable).

Texture du sol: Classement du sol selon les fractions du sol (argile, silt, sable).

Squelette: Fraction du sol grossière ($\varnothing \geq 2\text{ mm}$).

Capacité du champ: Etat d'humidité du sol sans l'eau de gravitation.

Plus la teneur en eau est proche de la capacité du champ, plus il y a d'eau disponible pour les plantes sans manque d'oxygène.

Densité volumétrique du sol [g/cm³]: (également densité volumétrique sèche): Masse de substance solide du sol par unité de volume.

Densité volumétrique effective du sol [g/cm³]: Masse de substance solide corrigée en considérant la teneur en argile.

Potentiel hydrique [hPa]: Toutes les forces par unité de surface qui agissent à l'inverse de la gravité exercée sur le flux de l'eau (forces d'adsorption, capillarité) $1\text{ hPa} = 100\text{ Pa} = 100\text{ N/m}^2 = 10-3\text{ bar}$

Valeur pF: Logarithme négatif du potentiel hydrique. Masse du degré de séchage du sol (par exemple: $pF1,8 = 63\text{ hPa}$, sol humide, pores grossières $\varnothing > 10 \mu\text{m}$ déshydraté; $pF2,5 = 316\text{ hPa}$, sol sec, pores grossières et moyennes $\varnothing > 95 \mu\text{m}$ déshydraté).

Marais: Sols hydromorphes (saturés d'eau) avec un horizon de tourbe supérieur à 30 cm.

Sol à anmoor: Forme à humus avec «texture terreuse» partielle et «texture vaseuse» à saturation.

Gley: Sol à horizon continu marqué par la nappe phréatique.

Tourbe: Matériau organique partiellement décomposé en raison du taux de saturation souvent élevé du sol.

Pression de contact moyenne [bar]: Valeur calculée égale au quotient charge à la roue par la surface de contact du pneu avec le sol.

Stabilité du sol: Propriété mécanique du sol de se déformer définitivement suite à une pression.

Résistance du sol: (voir stabilité du sol).

Préconsolidation: (voir stabilité du sol).

Sols cohérents: Sols avec une résistance au cisaillement moyenne à élevés, qualifiés de mi-lourds à lourds.

Contrainte de charge [bar]: Force active par unité de surface à une profondeur donnée, transmise par l'eau interstitielle et la fraction solide du sol.

Bulbe de pression: Représentation graphique bidimensionnelle de la propagation de la pression (en profondeur et perpendiculairement au sens de la marche et à la profondeur) avec des courbes isobares (courbes de pression constante).

Algorithmes: Ensemble des opérations (équation), qui conduit à une certaine solution (indication de la surface de contact, de la propagation de la pression dans le sol).

Pneumatiques

Standard: Hauteur/largeur du pneu $\geq 0,8$

Basse section: Hauteur/largeur du pneu $0,6 < x < 0,8$

Terra: Hauteur/largeur du pneu $\leq 0,6$

Indice de charge (LI): L'indice de charge (LI) est un indicateur international de la charge maximale supportable à une vitesse donnée par le constructeur du pneu et désignée indice de vitesse.

Indice de vitesse (SI): L'indice de vitesse (SI) est un indicateur international de la vitesse maximale admise selon l'indice de charge (LI) d'un pneu.

Résultats

La surface de contact dépend du type et des dimensions des pneus, de la charge à la roue et de la pression de gonflage (ces deux derniers critères seulement avec les montes de grandes dimensions, diamètre >130 cm), ainsi que de relations mathématiques (algorithmes) pour les sols arables normaux (rassis) (Diserens 2002).

La pression de contact comme valeur de départ pour le calcul de la propagation de la pression consiste en une valeur moyenne (dans le sol superficiel, la propagation de la pression se fait de manière très hétérogène en raison de l'effet des barrettes). La pression de contact moyenne se détermine en fonction de la charge à la roue ou la chenille et de la surface de contact.

Risques pour le sol: Lorsque la tension sur le sol dépasse la résistance du sol déterminée par pF1.8 au niveau de la profondeur maximale meuble, le risque de dommages de tassemement est confirmé par un «oui» et la profondeur maximale du risque de dommage indiquée. Dans le cas contraire, un «non» est indiqué.

Le calcul de la propagation de la pression a été rendu possible par de nombreuses mesures dans la

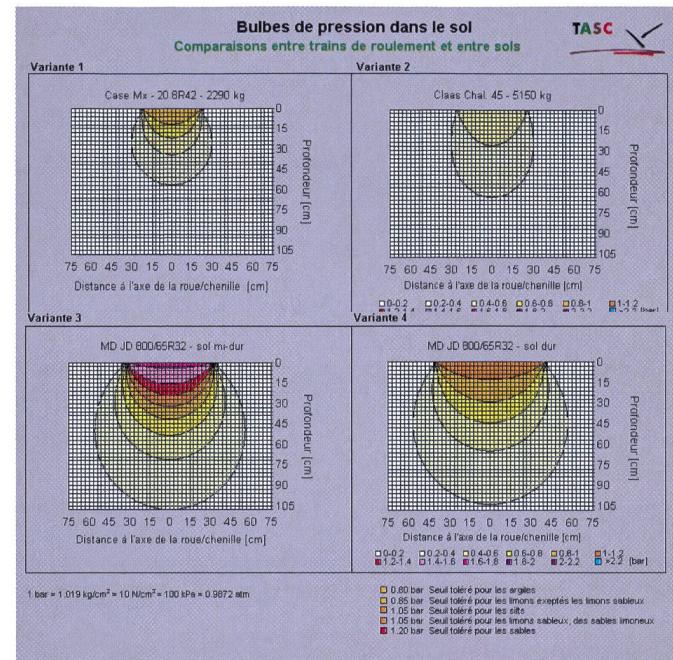
couche arable et dans le sous-sol sur sols cohérents limoneux, silteux ou argileux avec différentes capacités du sol superficiel. III. 6).

Sous le nom de «bulbe», l'on désigne une description en deux dimensions de la propagation de la pression dans le sol. (III. 7).

Les lignes individuelles, respectivement les «lignes isobares» indiquent le tracé de la pression constante.

Données techniques de plus de 1000 types de pneus

Dans une banque de données relatives aux pneus se trouvent plus de 1000 types de pneus (état 2003), partagé en cinq groupes principaux (pneus de traction et de remorques pour la sylviculture, pneus directeurs, de traction et de remorques pour l'agriculture). Dans chaque groupe principal, les pneus sont listés par ordre de diamètre de jante croissant indiqué en pouces. Les données quant au type et aux dimensions des pneus peuvent être visualisées et directement reprises de la banque de données. Indépendamment de ces premières indica-



III. 7: Les graphiques en bulbe permettent l'illustration en deux dimensions des risques de dommages au sol. Cela montre clairement que les effets de pression sont maximums au centre des pneus et des chenilles.

tions, chaque position indique également la charge maximale autorisée à la roue selon la monte pneumatique, la pression de gonflage et la vitesse selon les normes ETRTO.

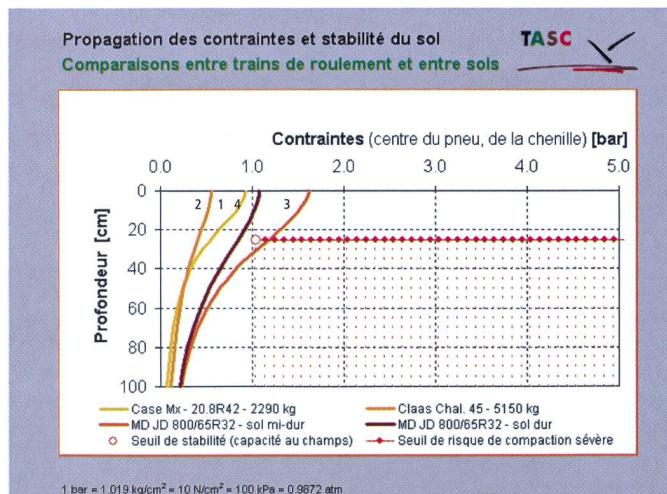
rents (limon, silt, argile) La vérification des indications pour le sous-sol a donné une exactitude de 85%. Les relations principales entre les trains de roulement et les sols pour une situation donnée, sont décrites simplement. Par rapport au principe de prévention dans le domaine de la protection des sols, TASC peut amener une contribution conséquente dans la pratique. ■

Utilisation optimale

Pour une mise en valeur optimale de l'application, aussi bien le domaine d'utilisation que ses restrictions doivent faire l'objet d'une attention particulière (Tab. 2).

Conclusions

La question fondamentale, consistant à savoir si une appréciation des risques de dommages au sol admissibles dans des cas pratiques, était jusqu'alors, largement ouverte. L'application maintenant disponible – basée sur plusieurs années d'essais en pleins champs et de mise en valeur de données indigènes et étrangères – démontre que des indications utiles existent pour les grandes cultures, principalement pour des sols cohé-



III. 6: Propagation de la pression dans le sol. Lorsque le seuil limite est coupé par la courbe de propagation de la pression, la charge est considérée comme excessive et un risque de compactage existe.