

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 56 (1994)
Heft: 9

Artikel: Une mécanisation légère ou lourde? : Tassement du sol: l'importance des charges supplémentaires et des sols très humides
Autor: Diserens, Etienne
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1084837>

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>

Une mécanisation légère ou lourde?

Tassement du sol: l'importance des charges supplémentaires et des sols très humides

Etienne Diserens, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricole (FAT), CH-8356 Tänikon

Lors du renouvellement du parc à machines, la puissance et l'efficacité au travail des nouveaux engins sont des critères incontestables pour l'agriculteur. Ce dernier se résigne donc souvent à acquérir une machine lourde. Quels sont les risques qu'encourt alors l'agriculteur en travaillant «lourd»?

Au terme de neuf années d'essai, il peut être observé que, malgré la réduction de la surface sollicitée par les pneus, le sol est entravé en raison des charges supplémentaires des machines engagées. Les disponibilités en eau sous la semelle de labour sont sensiblement réduites. Au niveau des rendements, les différen-

ces sont insignifiantes et varient d'une année à l'autre. Toutefois, l'influence néfaste de la charge des roues ne peut pas être réfutée. En matière de tassement, la roue de silon présente un danger particulier: les contraintes de charge en profondeur d'une part et le nombre de passages d'autre part sont élevés.

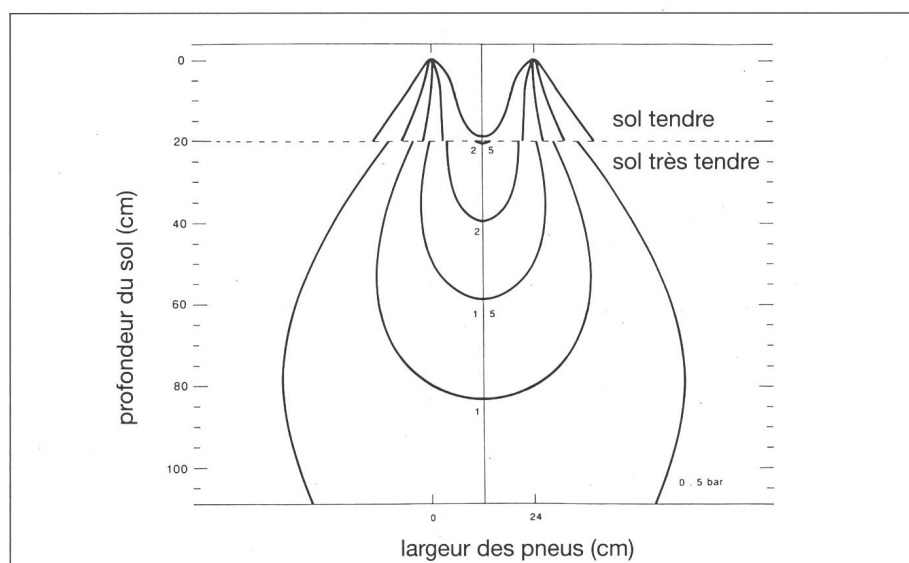


Fig. 1. Propagation des contraintes en sol hétérogène.
Exemple: décolleteuse, pneumatique 9.5 R 48/8, charge à l'essieu 6,6 t.

Contenu	Page
L'essai	28
Contraintes de charge dans le sol	28
Altération du sol	29
Rendements	29
Conclusions	30
Bibliographie	31

Prédisposition du sol au tassement

La perméabilité du sol diminue lorsque sa teneur en argile augmente. L'horizon argileux et peu perméable, situé à 70–80 cm (tableau 1) fait écran à l'infiltration de l'eau en profondeur. Le sol est donc souvent saturé jusqu'à 80 cm. Jusqu'à 60 cm, le sol riche en silt apparaît comme particulièrement sensible au tassement en raison de son humidité persistante et de sa plus grande perméabilité. L'eau peut être chassée de côté avec compression simultanée des agrégats du sol lors du passage d'un véhicule lourd.

L'essai en bref

Des surfaces élevées par parcelle

L'essai s'étend sur une surface de 1,4 ha, divisée en huit parcelles (24 x 74 m). Jusqu'en automne 1990, l'essai comptait 14 parcelles, soit une surface totale de 2,4 ha. Les parcelles se côtoient sur leur longueur, limitant de la sorte la fréquence des manœuvres. La disposition et la dimension des parcelles permettent de simuler les conditions d'essai correspondent aux conditions réelles de travail de l'agriculteur même lors de l'utilisation de grosses machines (moissonneuse-batteuse, récolteuse totale).

Mécanisations légère et lourde

Deux variantes adaptées au parc à machines traditionnel de l'agriculteur sont choisies:

- variante légère: 2S (charrue bisocs)
- variante lourde: 3S (charrue trisocs)

La fréquence de passage sur le champ varie pour le labour, l'apport d'engrais de ferme (lisier, fumier) et le battage dans un rapport de 2 (variante lourde) à 3 (variante légère) et de 1 à 2 pour la récolte du maïs-silo et de la betterave. Pour les semis, la récolte de la paille et, dans les voies de passage, pour l'engrais et les traitements phytosanitaires, les mêmes machines sont utilisées

Tableau 1. Texture du sol (sol brun lessivé à tendance hydromorphe)

Profondeur (cm)	0–15	30–40	50–60	70–80	90–100	130–140
argile (%)	22,9	27,4	23,0	31,9	34,7	12,3
silt (%)	46,9	44,0	44,7	30,5	23,7	24,1
sable (%)	26,1	27,1	31,2	37,1	41,0	63,2

pour les deux procédés. La puissance des attelages n'excède pas 50 kW en mécanisation légère ni 95 kW en mécanisation lourde. La liste des machines utilisées dans l'essai figure dans le rapport FAT no. 412.

Contraintes de charge par les pneumatiques: valeurs élevées pour la roue de sillon!

Les contraintes de charge dans le sol sont calculées. La consistance du sol joue ici un rôle central. Elle est divisée en trois catégories: sol dur, sol tendre, sol très tendre suivant les teneurs en eau du sol relevées à chaque passage dans l'horizon A_p . Le degré d'ameublissement du sol est également considéré (tabl. 2). Seule la contrainte maximale imprimée au sol pour chaque attelage (tracteur y compris) est retenue. Il s'agit de la roue arrière du tracteur et de l'automotrice (travail du sol, semis, distribution d'engrais, lutte antiparasitaire, récolte du maïs-silo et de la betterave), de la roue avant de la moissonneuse-batteuse et d'une des roues du corps attelé (citerne à pression, épandeur de fumier, char d'ensilage). Les valeurs de contrainte sont calculées pour une profondeur de 40 cm sous la semelle de labour, là où le sol n'est pas travaillé. Les valeurs cal-

culées étant nombreuses, seul le domaine de contrainte avec la valeur la plus représentative liée au procédé est représenté graphiquement (fig. 2 et 3). Le modèle de calcul se base sur les équations de Boussinesq (Lang et al., 1990). Les deux principes-clé du modèle sont, d'une part, une diminution de la pression spécifique moyenne en surface (le pneu s'enfonçant dans le sol, la surface alors impliquée augmente) avec un facteur de correction pour les charges maximales situées sous l'axe de charge et, d'autre part, une concentration générale des contraintes vers l'axe de charge dans tout le profil lorsque le sol s'assouplit (humectation ou ameublissement du sol). Lorsque le sol est hétérogène (tabl. 2), la contrainte à 40 cm s'obtient en considérant celle obtenue à 20 cm comme nouvelle pression spécifique en surface et en répétant l'opération avec la consistance appropriée du sous-sol (fig. 1).

La pression des roues se propage en profondeur avec une intensité décroissante. A une pression spécifique donnée, l'intensité diminue d'autant plus vite que la surface de contact est petite et le sol dur.

Les contraintes dans le sol diffèrent selon les types de travaux effectués au champ (fig. 2 et 3). Les contraintes record sont atteintes lors des passages uniques de la décolleteuse à betteraves (2 bars) dans le scénario lourd et de l'arracheuse-chargeuse à betteraves dans le scénario léger (1,3 bar). Un effet presque comparable est obtenu

Tableau 2. Classification de la consistance du sol selon le modèle de calcul. Teneurs en eau relevées entre 0–20 cm

H ₂ O (%) grav.		< 25	25 – 35	> 35
sol ameubli	(0 – 20 cm)	sol très tendre	sol très tendre	sol très tendre
sol rassis	(0 – 20 cm)	sol dur	sol tendre	sol très tendre
sous-sol	(40 cm)	sol tendre	sol très tendre	sol très tendre

année après année avec la roue de silon; les valeurs calculées atteignent (2S) voire dépassent 1 bar (3S).

L'apport d'engrais organiques occasionne dans les deux procédés des contraintes sensiblement supérieures à celles provoquées par l'apport d'engrais minéral (fig. 3). Dans les voies de passage, les contraintes ne sont pas négligeables en raison de la faible largeur des pneus (24 – 35 cm).

Relevons que les pneumatiques des lourdes moissonneuses (3S) provoquent des contraintes moins élevées que ceux des moissonneuses de taille inférieure (2S), mais qu'ils foulent par contre des surfaces plus grandes. Des écarts de 10% et plus dans l'économie des surfaces foulées sont obtenus en utilisant la charrue trisocs et le vibroculteur de 4,2 m au lieu de la charrue bisocs et du vibroculteur de 2,8 m. L'étroitesse des sillons (35 cm) lors du labour et le port de roues jumelées pour le hersage maintiennent dans les deux cas un taux de recouvrement relativement élevé des pneus. Les avantages de la plus grande largeur de travail sont faibles.

Altération du sol par les contraintes de charge

Propriétés examinées du sol et méthode

La compacité du sol, les teneurs en eau à saturation et le débit d'eau extrait sont mesurés 10 cm sous la semelle de labour (soit à 30 cm). La compacité du sol est mesurée avec un pénétromètre sur toutes les parcelles de l'essai. Les teneurs volumiques en eau et le potentiel de charge (attraction de l'eau par les agrégats du sol étroitement liés entre eux) sont enregistrés respectivement avec la sonde TDR (Time Domain Reflectometry) et le tensiomètre. Le flux d'extraction est obtenu au moyen de bougies creuses placées sous vide partiel. L'emplacement des instruments de mesure se limite pour chaque variante à une zone très restreinte et comparable de deux parcelles.

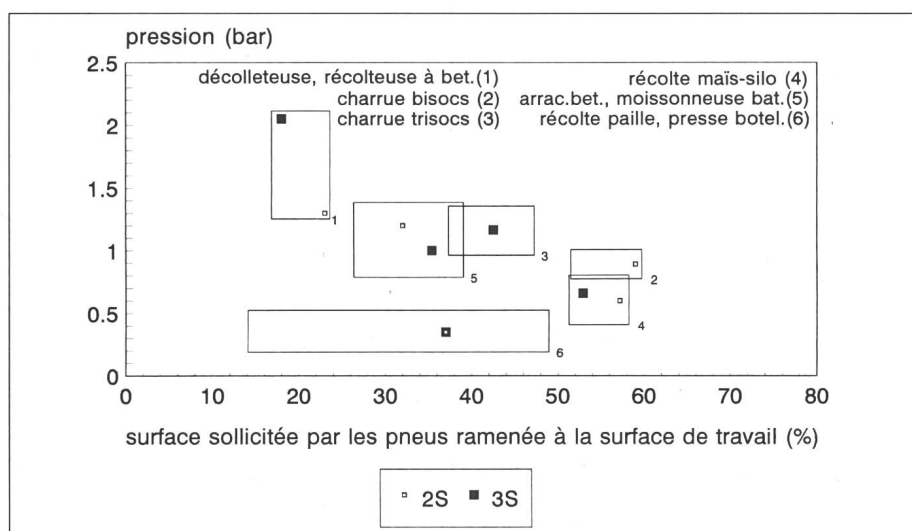


Fig. 2. Contrainte de charge à 40 cm et surface sollicitée par les pneus pour les travaux de labour et de récolte

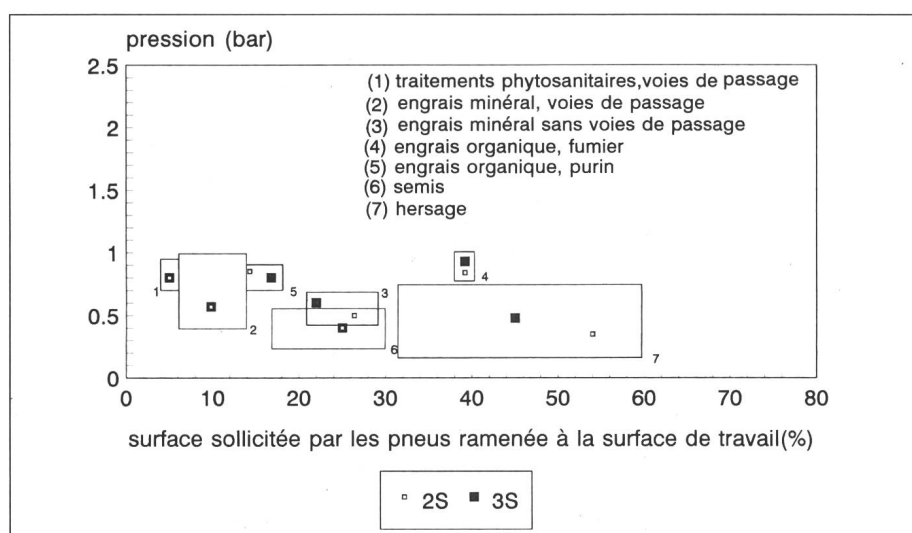


Fig. 3. Contrainte de charge à 40 cm et surface sollicitée par les pneus lors du hersage, des traitements phytosanitaires et des épandages d'engrais

Pour les relevés pénétrométriques (fig. 4), la compacité du sol en début des enregistrements est plus forte pour la variante lourde (3S) que pour la variante légère (2S). Les relevés hydriques datent des mois d'août et de septembre 1993. A saturation, lorsque le potentiel de charge est égal ou supérieur à zéro, les teneurs volumiques en eau sont plus élevées dans la variante légère (fig. 5). Parallèlement, un débit sensiblement supérieur apparaît en faveur de la variante légère (tabl. 3).

Des résultats controversés pour les rendements

Au cours des premières 8 années, l'effet des contraintes supplémentaires de charge sur les rendements est plus marqué que l'économie des surfaces foulées avec la mécanisation lourde (fig. 6). Cette baisse sensible des rendements en mécanisation lourde n'est pas confirmée au terme de la neuvième année. Les propriétés inhérentes et variables du sol (texture, perméabilité en profondeur), indépendantes de la contrainte de charge, peuvent sup-

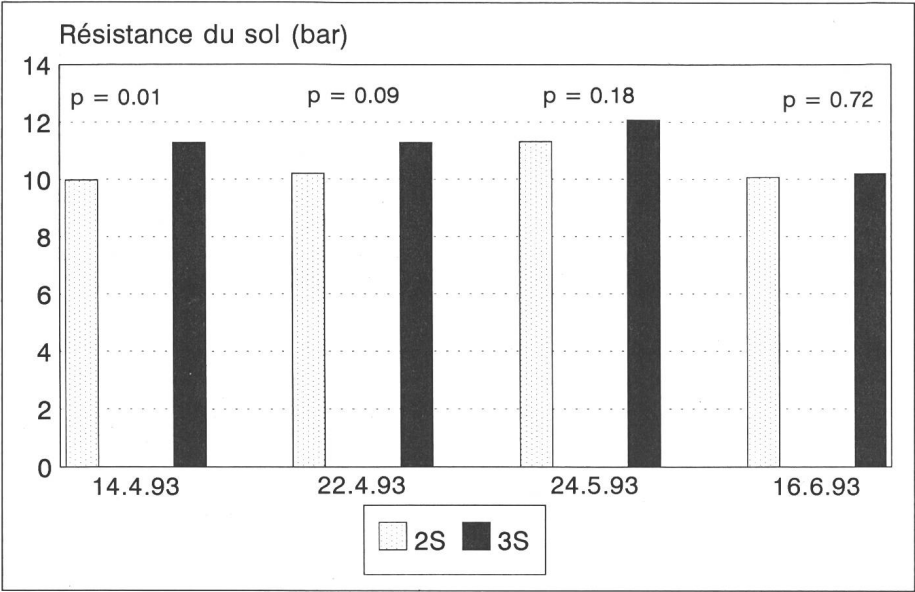


Fig. 4. Mesures pénétrométriques à 30 cm. Plus la résistance du sol à la pénétration d'une pointe conique étalonnée est élevée, plus le sol est compact.

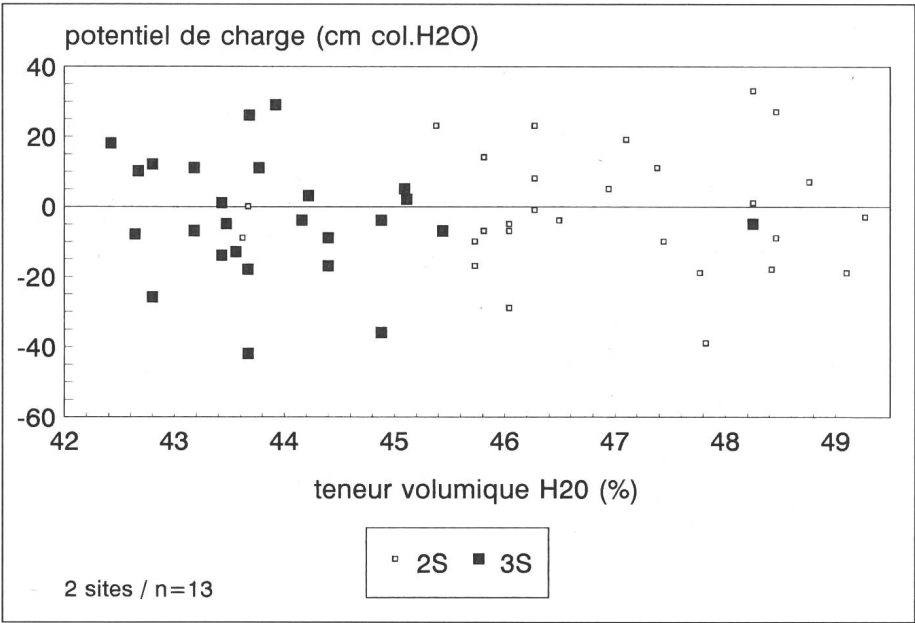


Fig. 5. Teneur volumique en eau et potentiel de charge 10 cm sous la semelle de labour. Lorsque le sol se ressuie, le potentiel de charge diminue; inversement, lorsque le sol se remplit d'eau, il augmente, atteint puis dépasse zéro. Le sol est alors saturé.

Tableau 3: Flux d'extraction moyen (ml/h) et écarts-type à 30 cm.

Plus les valeurs sont élevées, plus les quantités d'eau disponibles pour les plantes à un potentiel de charge donné sont importantes.

Vide partiel (bar)	0,2	0,3	0,5
2S	0,12 (0,03)	0,20 (0,04)	0,45 (0,11)
3S	0,10 (0,03)	0,18 (0,06)	0,40 (0,09)

planter l'effet négatif de la mécanisation.

D'après les résultats, l'augmentation de la charge, allant de pair avec une réduction de la surface foulée, ne provoque pas de modification marquée et durable des rendements. Diverses raisons sont avancées:

- avant chaque culture, l'horizon racinaire A_p est uniformément ameubli au passage de la charrue;
- les machines lourdes (récolteuses totales, moissonneuses-batteuses, épandeurs d'engrais de ferme) sont engagées sur un sol plutôt portant, soit au moment des récoltes, soit peu après;
- les attelages en action hors des voies de passage sont soit dotés de roues jumelées (hersage), soit leur charge respective diffère peu d'un procédé examiné à l'autre.

Conclusions

Même si l'effet néfaste d'une mécanisation alourdie sur le rendement n'apparaît pas chaque année, on ne saurait l'ignorer. Le régime hydrique sous la semelle de labour est perturbé par le passage d'engins plus lourds. C'est en période de forte sécheresse, lorsque l'eau du sous-sol est sollicitée, que l'influence sournoise des contraintes de pression pourrait être mise le mieux en évidence. La roue de sillon joue un rôle incontestable. Lorsqu'il est question de choix de charrue, le poids du tracteur doit passer avant la largeur de travail (excepté pour le labour hors sillon), surtout en sols limoneux et fréquemment saturés.

Que l'agriculteur travaille en mode léger ou lourd, une dégradation de la fertilité à long terme due au poids des machines est improbable pour autant que les contraintes de charge et les conditions du sol restent stables. Les agrégats du sol vont rester en équilibre et conserver leur caractère élastique aussi longtemps que des contraintes de pression anormalement élevées ne les déforment. Toutes **charges supplémentaires** ainsi que tous travaux en **sol très humide** jouent un rôle central dans le tassement du sol.

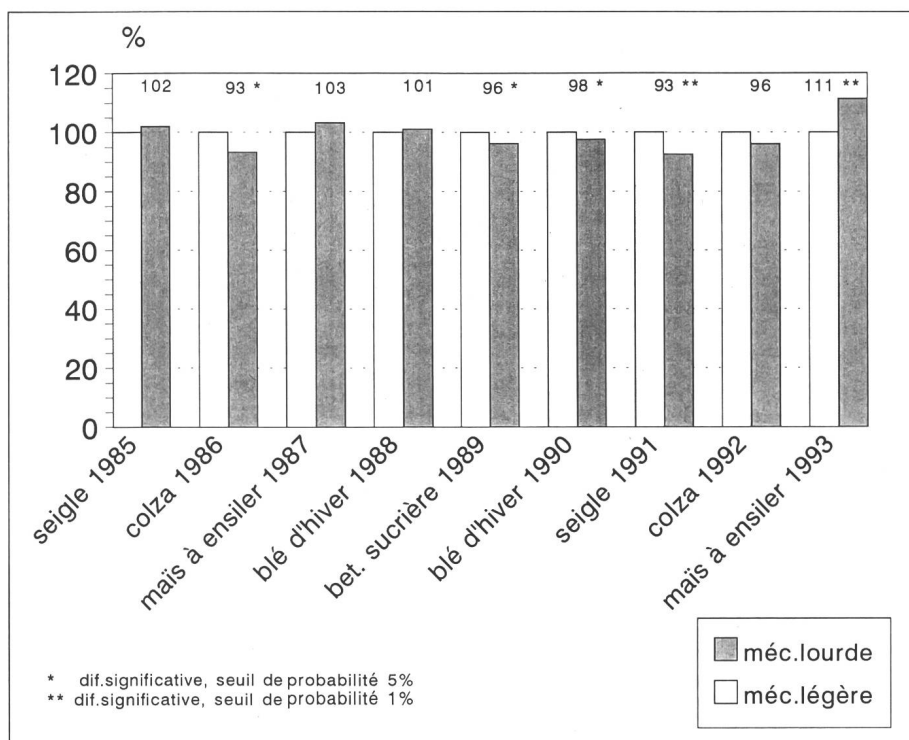


Fig. 6. Rendements obtenus sur une période de 9 ans (valeurs relatives 100% = mécanisation légère).

Bibliographie

Kramer E., 1991: Schlagkräftige Mechanisierung – eine Gefahr für unsere Böden?

FAT-Bericht Nr. 412.

FAT, CH-8356 Tänikon.

Maillard A., Neyroud J.-A., Vez A., 1984: Effets du tassement du sol avant la préparation finale du lit de semences. *Revue suisse d'agriculture*, 16 (5), p. 249 – 253.

Des demandes concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique agricole doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiquée ci-dessous. Les publications et les rapports tests peuvent être obtenue directement à la FAT (CH-8356 Tänikon). Tél. 052/62 31 31, Fax 052/61 11 90.

BE	Furer Willy, Ecole d'Agriculture, 8732 Loveresse	Tél. 032/ 91 42 71
FR	Berset Roger, Institut agricole, 1725 Grangeneuve	Tél. 037/ 25 58 49
GE	AGCETA, 15, rue des Sablières, 1214 Vernier	Tél. 022/341 35 40
JU	Chevillat Philippe, Institut agricole, 2852 Courtemelon	Tél. 066/ 21 71 11
NE	Fahrni Jean, Service de l'économie agricole, 2001 Neuchâtel	Tél. 038/ 22 36 37
TI	Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona	Tél. 092/ 24 35 53
VD	Pfister Max, Ecole d'Agriculture, 1110 Marcelin-sur-Morges	Tél. 021/801 14 51
	Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, 1520 Grange-Verney	Tél. 021/905 44 21
VS	Roduit Raymond, Ecole d'Agriculture, 1950 Châteauneuf	Tél. 027/ 36 20 01
	SRVA, Mouchet Pierre-Alain, CP 128, 1000 Lausanne 6	Tél. 021/617 14 61

Les «Rapports FAT» paraissent environ 20 fois par année. Abonnement annuel: Fr. 50.–. – Commande d'abonnements et de numéros particuliers: FAT, CH-8356 Tänikon. Tél. 052/62 31 31, Fax 052/61 11 90. – Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte). – ISSN 1018-502X.