

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 50 (1988)
Heft: 6

Artikel: Tassement des sols : causes et remèdes
Autor: Schwab, P. / Weisskopf, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1084912>

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: 26.03.2026

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



Les traces de passage du tracteur et de sa remorque démontrent une portance du sol différente en fonction de son état: au premier plan, la portance est bonne sur un sol asis et colonisé par les racines alors qu'au second plan, elle est beaucoup plus faible sur sol meuble et nu.

Tassement des sols: causes et remèdes

P. Schwab¹, P. Weisskopf²

On entend souvent dire que l'augmentation du poids des machines agricoles utilisées pour les travaux des champs est liée à une détérioration de la structure des sols. Cette affirmation semble toutefois devoir être quelque peu atténuée si l'on prend en considération l'augmentation des rendements qui a pu être constatée de manière générale. Le risque existe pourtant que les conséquences fâcheuses d'une mauvaise structure du sol soient masquées par l'amélioration de l'ensemble des techniques culturales (fumure, progrès génétique, protection phytosanitaire, technique de récolte) et ne puissent momentanément être mises en évidence. Les travaux de Peter Schwab et de Peter Weisskopf présentent des résultats concrets concernant les effets sur la structure du sol, liés à l'utilisation d'un parc de machines lourdes et d'un parc de machines légères. Les deux agronomes ont traité le sujet «Risques de tassement des sols en Suisse» dans le cadre du programme national de recherche «Sol» (PNR22).

La mécanisation des travaux agricoles a pris un essor considérable dans les années cinquante, avec l'introduction du tracteur. L'une des conséquences de cette mécanisation croissante a été, ces dernières années notamment, l'augmentation de la pression sur les sols, causée par l'utilisation toujours plus fréquente de ma-

tériel toujours plus lourd. Les tracteurs, par exemple, ont connu une augmentation très sensible de leur poids, ces 20 dernières années surtout: le poids moyen des tracteurs neufs est passé de 1500 kg en 1965 à près de 2700 kg en 1985, alors que le rapport poids/puissance augmentait pendant la même période de 55

kg/KW à 67 kg/KW (selon les relevés de Studer, FAT). L'on retrouve exactement les mêmes tendances pour les machines de récolte et les remorques (citerne à pression, auto-chargeuse).

¹ Station fédérale de recherche pour l'économie d'entreprise et de génie rural (FAT)

² Station fédérale de recherche agronomique pour la production végétale, Zürich-Reckenholz (FAT)

Des traces de roues compactées et axées dans le sens de la pente peuvent se transformer en canaux d'évacuation des eaux pluviales résiduelles et provoquer de l'érosion et des phénomènes d'envasement.



Les causes du tassement des sols

La pression sur les sols consécutive aux déplacements de véhicules

Le poids des véhicules agricoles exerce une pression sur la surface du sol par l'intermédiaire des pneumatiques; cette pression exerce un effet négatif sur la stabilité structurale du sol. La stabilité structurale d'un sol, (c'est-à-dire sa portance) est mise en évidence par des mesures de pénétration: on détermine quelle pression due à l'action superficielle de la roue est encore mesurable à une profondeur déterminée. Ces mesures de pénétration peuvent être représentées schématiquement à l'aide de «lignes de pression» (fig. 1): des «lignes de pression» sphériques définissent des pressions superficielles et de

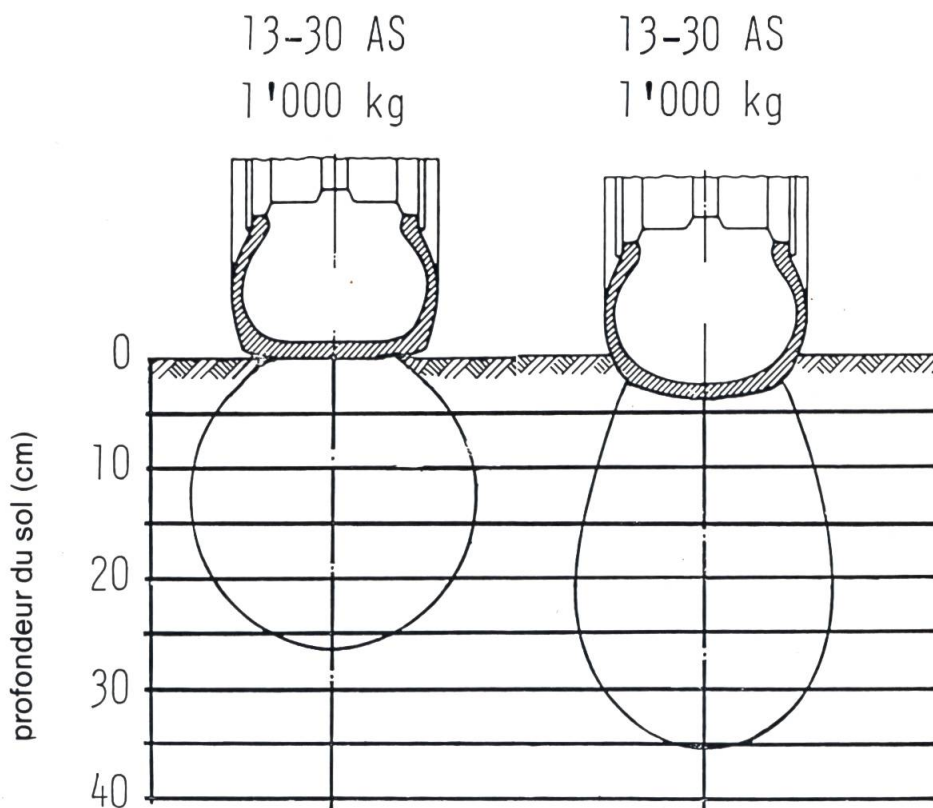


Figure 1: Effets du déplacement d'un véhicule de poids identique avec la même monture pneumatique sur un sol ayant une bonne portance (gauche) et une mauvaise portance (droite).

courte durée et donc une portance élevée du sol; des «lignes de pression» longues et ovales démontrent par contre une faible portance du sol.

Caractéristiques d'un sol portant

La portance découle directement des différentes propriétés du sol:

- de la teneur en humidité du sol: plus un sol est humide et plus sa portance est diminuée; les sols des régions à fortes précipitations ainsi que les sols situés sur une nappe phréatique et à proximité d'un barrage, sont par conséquent les plus sensibles.
- de l'état d'ameublissement du sol: plus un sol est meuble et moins bonne est sa portance; des sols fraîchement travaillés sont donc particulièrement exposés au tassement.
- du type de sol: une teneur élevée en argile est souvent liée à une mauvaise portance, particulièrement en conditions humides.
- de la structure du sol: des sols grumeleux sont souvent moins portants que des sols friables.



La différence de hauteur des peuplements végétaux est souvent un indice de l'état de tassement du sol. Dans ce cas, le seigle marque une croissance inférieure dans les endroits qui ont été compactés au moment du semis (trace des roues du tracteur).

- de la teneur en humus: dans les sols minéraux, la portance augmente avec la teneur en humus (jusqu'à environ 10%). Ces propriétés peuvent, dans une certaine mesure, exercer leurs influences communément et ainsi renforcer ou atténuer leurs effets respectifs. Les sols argileux, par exemple, se ressuient lentement et sont, en

condition humide, très plastiques et donc peu portants; une élévation de la teneur en humus d'un tel sol améliorera vraisemblablement sa portance.

Il y a tassement du sol, lorsque la structure ne peut plus supporter la pression exercée sur la surface de ce sol; par conséquence, les particules de sol se rapprochent les unes des autres, comprimant les espaces remplis d'air qui les séparaient.

Tableau 1: influence de différentes montures en pneumatiques sur la pénétration de pression dans le sol pour une charge constante sur l'essieu. (Valeurs calculées)

	pneus normaux		roues jumellées	pneus larges, type TERRA
	18,4 R 38		2 x (18,4 R 38)	66 x 43,00-25
pression de contact superficielle	6,0 ¹	100%	50% ²	33%
pression à 15 cm de profondeur	5,6	100%	52%	36%
pression à 40 cm de profondeur	2,9	100%	69%	55%

¹ Pression en Newton cm²; 1 Newton = 0,1 bar ≈ 0,1 kp

² Pression relative, la pression exercée par des pneus normaux à cette profondeur est égale à 100%.

Les facteurs déterminant la pression sur le sol

Le poids du véhicule (mesuré aux axes respectivement aux roues), la surface de contact des pneumatiques avec le sol (dépendant de leur dimension et de leur pression interne), ainsi que le nombre de passages par unité de surface (en relation avec la largeur de travail de la machine), sont autant de facteurs qui jouent un rôle déterminant concernant la pression

exercée sur le sol. La **surface comprimée (surface des traces de roues)** ainsi que la **pression sur le sol** peuvent être calculées à partir de ces données et constituent les grandeurs déterminant le tassement du sol. La règle suivante a été observée: pour une même pression spécifique (pression par unité de surface), un plus grand poids sur les roues causera une pénétration de pression plus profonde dans le sol; c'est-à-dire que l'augmentation de la charge sur l'essieu cause du tassement dans les couches profondes du sol (tableau 1).

La charge exercée par les roues d'un véhicule peut être répartie convenablement, à l'aide de **pneumatiques** adaptés, présentant une surface optimale la

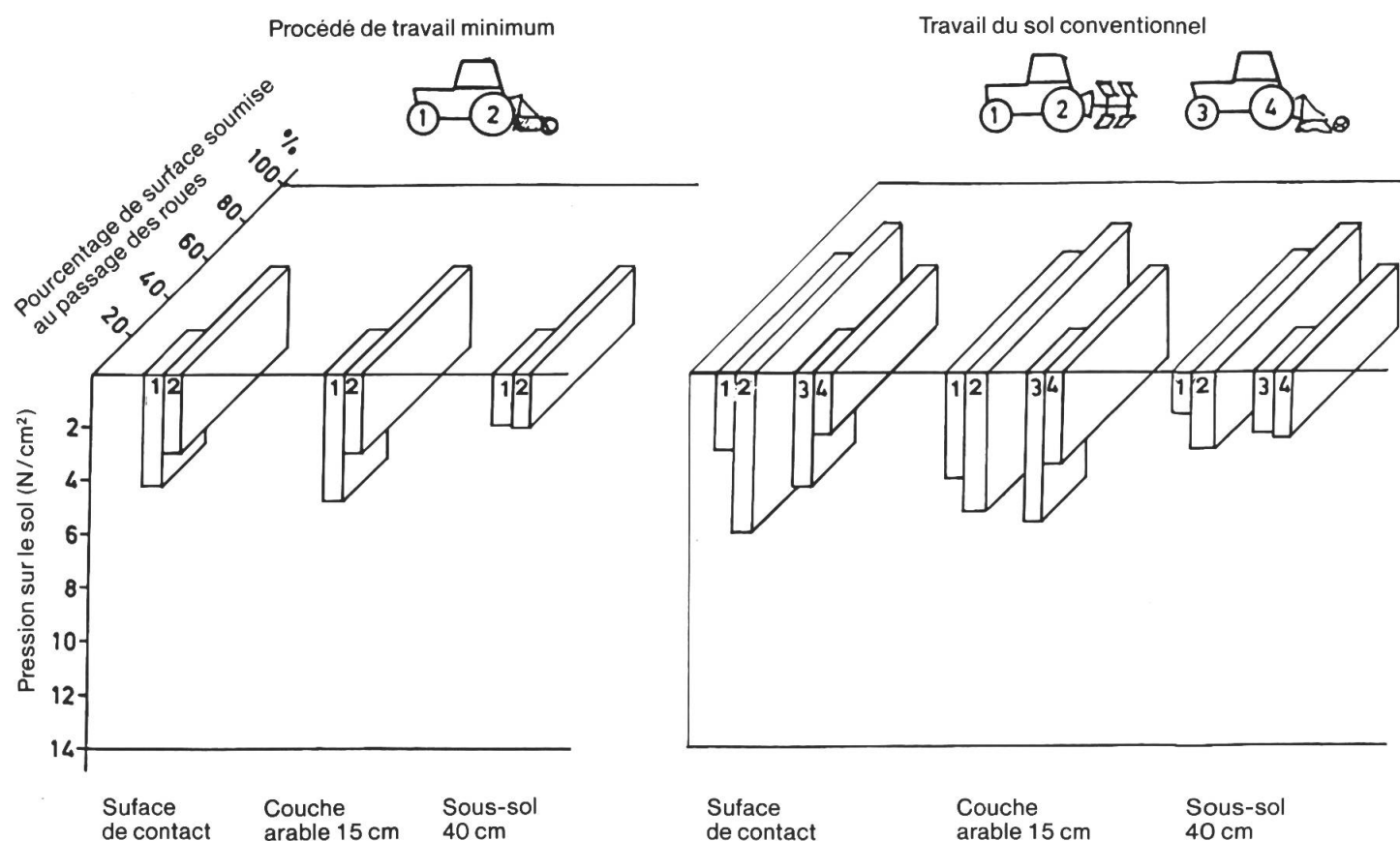
plus grande possible. Les solutions les plus courantes sont les roues jumellées et les pneumatiques TERRA; mais une mesure simple et bon marché, comme la réduction de la pression interne des pneus, provoque déjà une nette augmentation de la surface de contact. Toutes ces mesures provoquent une augmentation de la surface soumise au passage des roues, pourtant on peut en déduire que le risque de tassement diminue car la pression au sol est mieux répartie sous les roues. Lors de la préparation du lit de semence, l'effet de roulage obtenu par les pneus TERRA peut même s'avérer très positif pour la levée.

La pression s'exerçant sur le sous-sol est directement liée à la charge agissant sur les es-

sieux. Pour éviter le tassement du sous-sol, il faut essayer de diminuer la charge sur les essieux. On atteint ce but en répartissant la charge totale le plus régulièrement possible sur le plus grand nombre d'essieux possible, ou en diminuant simplement la charge totale de la machine. L'accroissement du poids des tracteurs et des machines de récolte en général vont nettement à l'encontre de cet objectif!

Il y a une différence fondamentale entre les roues motrices et les roues libres:

- Une roue libre ne cause pratiquement un tassement que dans le sens perpendiculaire au sol (vertical), alors qu'une roue motrice exerce en plus une force parallèle à la surfa-



Graphique 2: comparaison de la contrainte sur le sol de plusieurs procédés de travail. A gauche: procédé de travail minimum, à droite: travail conventionnel; la préparation du lit de semence est effectuée avec des roues jumellées dans les deux cas.

ce du sol qui intensifie le phénomène de tassement et qui, dans les cas extrêmes, provoque un lissage du sol (pétrissage de la surface du sol).

En plus de l'adaptation des caractéristiques des véhicules, les **conditions d'engagement de matériels** jouent un rôle prédominant: d'une part il convient de tenir compte des propriétés du sol (portance du sol), mais d'autre part il s'agit de respecter le bon usage des machines (par exemple: n'effectuer que le nombre de passages strictement nécessaire sur un champ).

Après avoir considéré les améliorations techniques et les meilleurs conditions d'engagement des différents matériels, il convient encore de se deman-

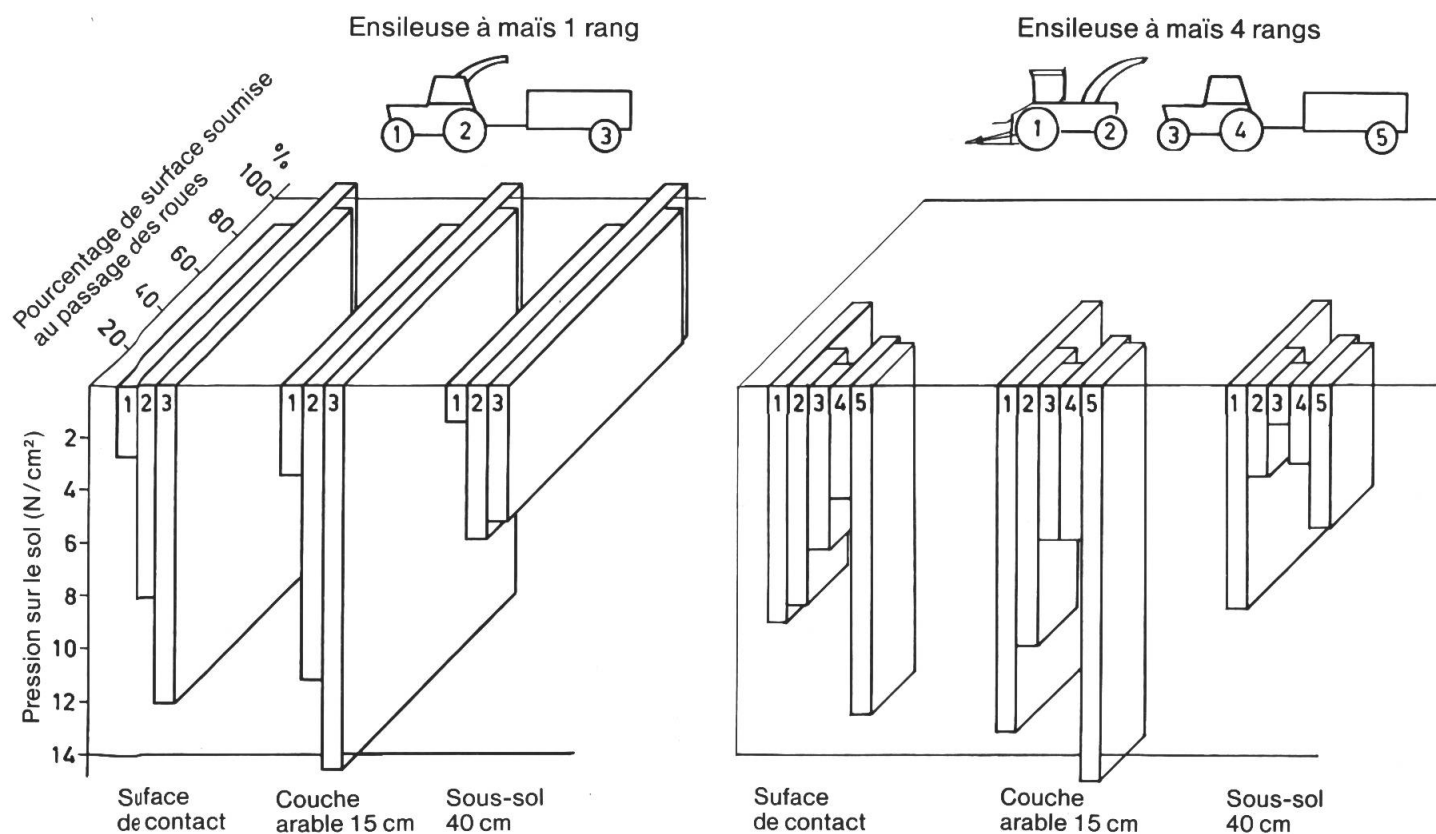
der ce que peuvent apporter des procédés de travail combinés (combinaison de plusieurs machines) en regard d'une diminution des risques de tassement sur la parcelle entière.

Le travail minimum du sol limite le tassement

La comparaison d'un procédé de travail minimum du sol avec un procédé de travail conventionnel montre clairement (graphique 2) que le procédé minimum réduit considérablement aussi bien la surface soumise au passage des roues que la pénétration de la pression consécutive à des passages de machines répétés sur un sol portant et colonisé par les racines.

Récolteuse à un ou deux rangs

Selon les connaissances les plus récentes, on ne peut tirer aucune conclusion définitive de la comparaison de procédés de récolte à un ou plusieurs rangs (graphique 3). Par exemple, lors de la récolte du maïs à l'aide de l'ensileuse à un rang, le champ est soumis au passage des roues sur pratiquement toute sa surface. Les conséquences peuvent être très graves, même avec du matériel de dimension moyenne, si l'on soumet le sol à très grande contribution en conditions humides et d'autant plus, si les roues arrières du tracteur sont lourdement chargées ou que la remorque est équipée de mauvais pneus. L'ensileuse à plusieurs rangs



Graphique 3: comparaison de différents systèmes de récolte du maïs quant à leurs influences sur le tassement du sol; à gauche récolteuse un rang, à droite récolteuse à 4 rangs automotrice.

permet de diminuer la surface compactée par les roues, mais il faut être conscient que la charge sur les essieux est bien supérieure et que par conséquent le tassement a tendance à pénétrer plus profondément dans le sol. On ne peut actuellement affirmer que l'un ou l'autre procédé de récolte ménage la structure du sol à long terme, car des informations importantes manquent encore à ce jour (par exemple: réaction du sol à la pression, influence du tassement du sol sur les rendements des plantes cultivées, pouvoir de régénération d'un sol compacté).

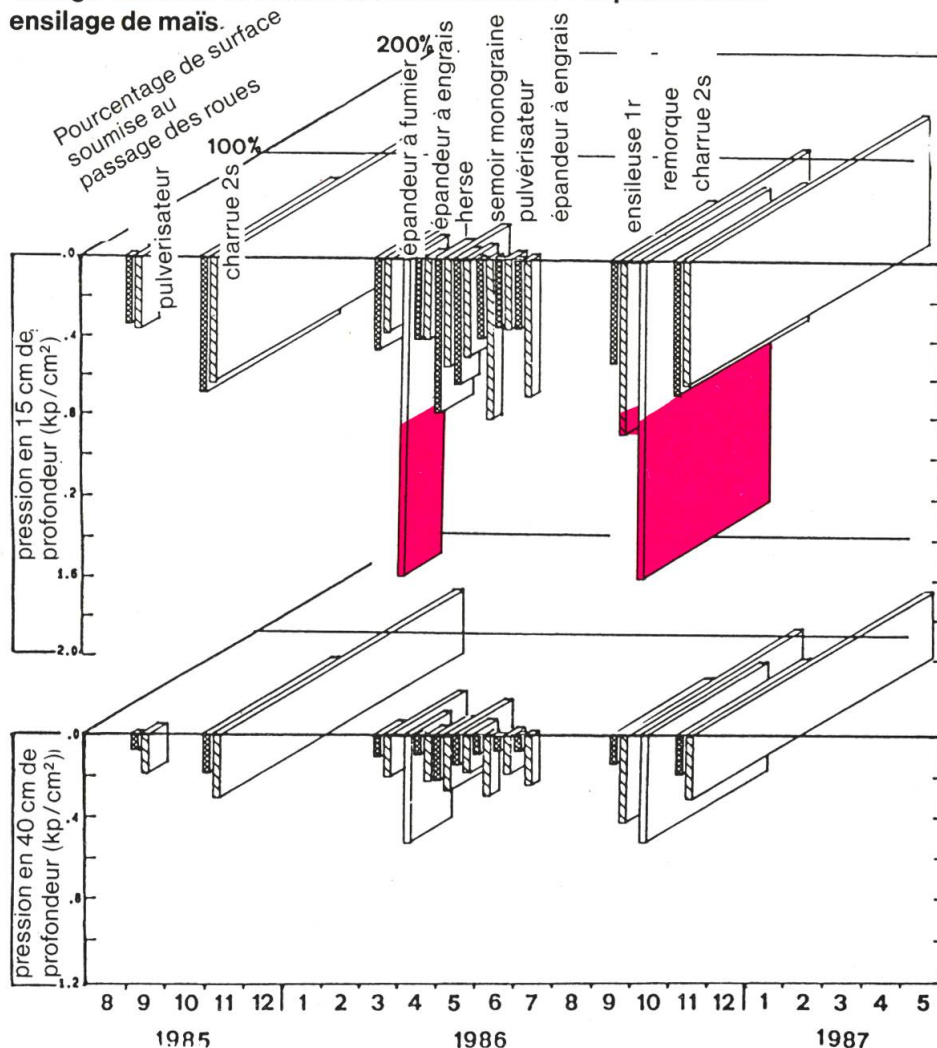
Les risques de tassements de différents procédés de travail peuvent être estimés lors d'exemples pratiques et à l'aide de modèles mathématiques. Lors de cet exercice, l'on doit mesurer les pressions de tassement dans la couche arable et dans le sous-sol. Ces pressions ainsi que les surfaces du sol soumises au passage des roues (surfaces compactées) peuvent nous procurer une bonne image du type et de l'ampleur du tassement du sol.

Le graphique 4 montre que les lourdes charges des machines d'une exploitation très forte-

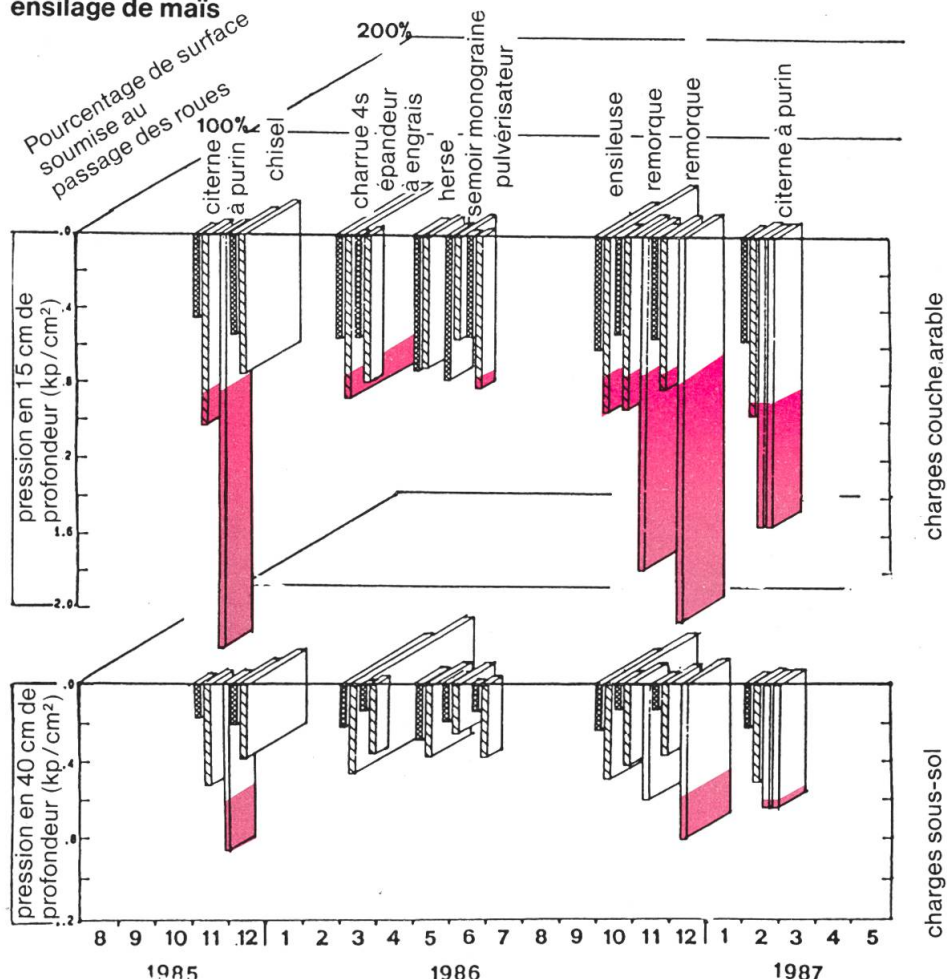
Graphique 4: charge sur le sol lors de la culture du maïs dans deux exploitations différemment mécanisées, exploitation A: moyennement mécanisée, exploitation B: fortement mécanisée.

Les surfaces rouges désignent des passages de machines ayant provoqué des plages de pression critiques: dans cette situation il faut compter avec un tassement très grave si les conditions du sol ne sont pas propices.

Charge sur le sol et mise à contribution dans l'exploitation A: ensilage de maïs.



Charge sur le sol et mise à contribution dans l'exploitation B: ensilage de maïs



ment mécanisée provoquent des pressions élevées dans le sous-sol. La surface soumise au passage des roues est pourtant nettement plus réduite que dans une exploitation moyennement mécanisée, grâce à l'utilisation de grandes largeurs de travail (charrue quadrisocs, ensileuse à maïs 2 rangs). Le procédé de travail de l'exploitation très mécanisée doit être considéré comme le plus risqué, dans la situation locale donnée (risque très élevé de tassement du sol), en effet le sol a été compacté jusqu'en profondeur par les pressions élevées qui ont été exercées à sa surface.

Le tableau 2 présente les résultats de la mesure des pores grossiers dans les parcelles de deux exploitations susmentionnées. Les valeurs mesurées dans le sous-sol (35–40 cm) des parcelles de maïs confirment pour l'essentiel les résultats que donne le modèle

Tableau 2: volume des pores grossiers des parcelles de deux exploitations différemment mécanisées travaillant dans des conditions locales comparables.

Prise d'échantillon au printemps 1987: précédant cultural 1986: ME = maïs ensilage, PA = prairie artificielle en première année d'utilisation.

Rotation	Exploitation A diversifiée, axée céréales	Exploitation B axée maïs (partiellement monoculture) très forte
Mécanisation	moyenne	
ME sous-sol	8,6%	7,0%
PA couche arable	8,0%	9,5%
PA sous-sol	6,7%	8,8%

mathématique; à savoir: l'exploitation fortement mécanisée, mettant le sol de ses parcelles à forte contribution et de manière répétée, se distingue par un volume de pores grossiers nettement inférieur. Les valeurs qui semblent au premier coup d'œil contradictoires, concernant la

couche arable et le sous-sol des parcelles de prairie artificielle s'expliquent par le mode d'utilisation différent de ces prairies dans les deux exploitations: l'exploitation A pratique des coupes en vert, alors que l'exploitation B pratique l'ensilage d'herbe. L'exploitation A exploite ses prairies fréquemment, les interventions y sont impératives et augmentent ainsi les risques de devoir travailler en conditions défavorables, même sur les endroits difficiles; alors que l'ensilage d'herbe pratiqué sur l'exploitation B permet un intervalle de travail beaucoup plus large qui permet mieux d'intervenir lorsque les conditions sont propices.

Les remèdes au tassement des sols

Le tassement de la couche arable se laisse corriger plus rapidement que celui du sous-sol et n'influence donc la croissance des plantes que pendant une courte période. Une couche arable par trop tassée peut être décompactée, soit naturellement, par les phénomènes physiques (gel, effets de gonflement et de rétrécissement dus à la prise d'eau puis au séchage du sol) ou par les processus biologiques (croissance racinaire, activités de la faune terricole), soit encore mécaniquement, directement par des interventions aratoires (travail du sol). Le tassement du sous-sol, par contre, nuira considérablement à la croissance végétale durant de nombreuses années et particulièrement dans les sols riches en argile. Son élimination reste problématique pour plusieurs raisons: d'une part, l'effet de gel n'a normalement plus lieu à cette profondeur et les phénomènes de gonflement et de rétrécissement du sol sont bien moins importants, à cause de l'humidité constante. D'autre part, des interventions mécaniques en profondeur dans le sol ne sont que rarement satisfaisantes et suffisantes à ce niveau, tout particulièrement en sols argileux. Le choix de moyens prophylactiques est donc la seule méthode préconisable pour faire face au tassement du sous-sol.

Influence des cultures sur les risques de tassement des sols

Le choix de la culture joue un rôle déterminant quant au risque de tassement du sol mais différents facteurs ont également leur influence.

D'une part, le choix cultural influe sur la portance du sol, car l'enracinement des plantes contribue directement et indirectement à la formation d'une bonne structure de sol. Les racelles qui se développent autour des fines particules du sol améliorent leur cohésion et contribuent ainsi directement à la création d'une bonne structure du terrain; d'autre part, le développement en largeur et en profondeur des racines provoque l'agrandissement des pores existants. L'apport de la matière organique des racines en profondeur dans le sol a une influence indirecte très favorable à sa structure, car cette matière organique sert de nourriture aux microorganismes (bactéries, champignons) ainsi qu'aux animaux du sol (par exemple les vers de terre) et favorisant ainsi la formation d'humus leur permettant de remplir pleinement leur importante activité de structuration du sol (tableau 3). Grâce à une bonne couverture végétale, la structure de la couche superficielle du sol sera protégée des dégâts dus à la force des gouttes de pluie (érosion, envasement) ainsi que d'un dessèchement trop important qui nuirait à la bonne activité de la faune terricole.



Le tassement du sol provoque aussi des dégâts en production herbagère, par exemple en causant une dégradation de la qualité botanique de la flore. Dans ce cas, les dégâts proviennent de la première coupe effectuée en printemps très humide (tracteur et autochargeuse).

Tous les clichés: E. Kramer, FAT

D'autre part, les cultures influencent indirectement la mise à contribution du sol par les travaux et les passages de véhicules qu'elles occasionnent. Ce dernier point est avant tout consécutif aux délais imposés par la culture pour les différents travaux de sol, les épandages d'engrais et le travail de récolte. Cet aspect revêt une importance toute particulière dans les endroits à risque élevé de tassement du sol (par exemple:

climat plutôt humide, sol composé de très fines particules, nappe phréatique ou sols marécageux). Le choix de la culture permet de positionner les dates de travaux prévisibles dans des périodes plus ou moins favorables. Des «conditions favorables» seront réunies lorsque le sol sera, selon toute probabilité, suffisamment ressuyé; par exemple en été, lors de la récolte des céréales et du déchaumage. Des «conditions dé-

Tableau 3: influences diverses sur la portance d'un sol en fonction de différentes cultures et liées à la couverture végétale, à l'enracinement des plantes et à la formation d'humus.

	Durée de la couverture végétale	Masse racinaire	Formation d'humus
Maïs ensilage	fin mai – fin sept.	11 dt MS/ha	500 kg/ha/an
Maïs grain	fin mai – fin oct.	11 dt MS/ha	1300 kg/ha/an
Orge d'automne	fin sept. – mi-juil.	12 dt MS/ha	500 kg/ha/an ¹
			1100 kg/ha/an ²
Prairie artificielle	toute l'année	20 – 30 dt MS/ha	1000 kg/ha/an

¹ paille récoltée

² paille hâchée sur le champ

favorables» signifient que le sol sera vraisemblablement humide ou carrément engorgé d'eau; par exemple lors de la récolte de maïs grain ou de betteraves sucrières en arrière-automne. Il est aussi possible de faire différer les dates de récolte prévisibles entre deux cultures: les travaux impératifs en périodes critiques se trouveront ainsi concentrés en plusieurs courtes périodes, durant lesquelles la probabilité de rencontrer des conditions par trop défavorables diminue fortement. D'autre part, certaines cultures impliquent des délais de récolte qui ne tolèrent que peu de flexibilité (récolte d'herbe en vert ou des pois de conserverie) et sont parfois liées à l'utilisation de machines exceptionnellement lourdes (récolteuse totale pour pois de conserverie).

Effets consécutifs au tassement des sols

Au moins deux questions fondamentales sont primordiales, quant aux conséquences du tassement des sols:

– quelle sera l'importance de la

diminution du rendement de la culture?

– combien de temps durera la pénalisation de rendement consécutif au tassement du sol?

Le tassement du sol, comme précisé précédemment, consiste en une diminution notable du volume des pores grossiers ainsi qu'en une augmentation de la résistance du sol à la pénétration des engins aratoires. La **diminution des pores grossiers** est comparable à une perte de la capacité de drainage du sol, de telle sorte que le surplus d'eau pluviale ne peut plus être évacué suffisamment rapidement au travers de particules du sol. Ce phénomène implique, qu'en période de fortes précipitations, d'une part le sol reste insuffisamment aéré pendant une période plus longue et que d'autre part, l'eau pluviale résiduelle doit être surtout évacuée à la surface du sol. Ce dernier point augmente considérablement le danger d'érosion et les phénomènes d'envasement (fig. 2). Comme le sol reste détrempé plus longtemps, il ne se réchauffe que très lentement augmentant ainsi la durée de la

phase critique quant à sa portance et à sa capacité de bien supporter l'action des outils aratoires. Tous les autres travaux, nécessités par la culture, se trouvent ainsi reportés dans le temps ce qui présente à nouveau des plus grands risques de tassement à la récolte: un véritable cercle vicieux.

Une mauvaise aération du sol ne nuit pas seulement à l'activité de la vie microbienne, mais le manque d'oxygène freine également le développement des racines des plantes. A cause de **l'augmentation de la résistance à la pénétration** du sol, les racines doivent dépenser plus d'énergie pour coloniser le même volume de sol; il s'ensuit que l'activité racinaire globale développe moins de ramifications et ne peut exploiter pleinement la totalité des réserves du sol en eau et en éléments nutritifs. C'est surtout dans les régions humides ou en années particulièrement pluvieuses que des diminutions de rendements notables, consécutives au tassement de sols, se manifestent; dans les cas extrêmes, l'on assiste à des pertes de rendement très importantes.



Agenturen in der ganzen Schweiz

Die Waadt ist die Versicherungsgesellschaft
des Schweizerischen Verbandes für
Landtechnik – SVLT

Appareils de soudage

électriques, bobinage de cuivre, testés SEV.
Fabrication suisse, dès Fr. 420.-. Appareils sans
paliers et réglables électroniquement.

Installations de soudage au gaz de protection

Machines à 3 phases, 380 V, 30 à 230 Amp.,
y compris brûleur et soupape, Fr. 1590.-.

Installations de soudage autogène

Chariot de soudage, bouteilles d'acier, soupapes,
tuyaux, brûleurs, électrodes, fers de brasage.

Exigez nos prospectus avec liste de prix.

ERAG, E. Rüst, 9212 Arnegg, tél. 071-85 18 55

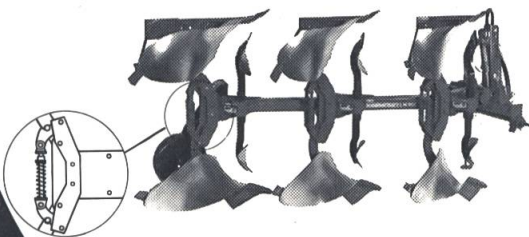
APV

OTT PERMANIT charrue légère

nouveau

avec la sécurité semi-
automatique à ressort unique.
Cette sécurité offre des avantages
presque identiques à ceux de la sécurité
Non-Stop mais nettement plus avantageuse.

La charrue légère permet un labourage
avec des tracteurs plus légers.



Dépôts et représentants:

A. Tenthorey, Payerne
037 61 34 33

F. Bolz, Münchenbuchsee
031 86 16 86

APV OTT SA
3076 Worb
031 83 61 11

PE-1



Pompes à eau pour habitations

Complètement automatisées pour grands
ensembles, maisons de vacances, etc.
Commande directe à la fabrique, conseil gratuit.

Pompes

jusqu'à 80 atm rel. Pompes submersibles etc.

Abreuvoirs

Divers modèles pour bétail, moutons, chevaux.

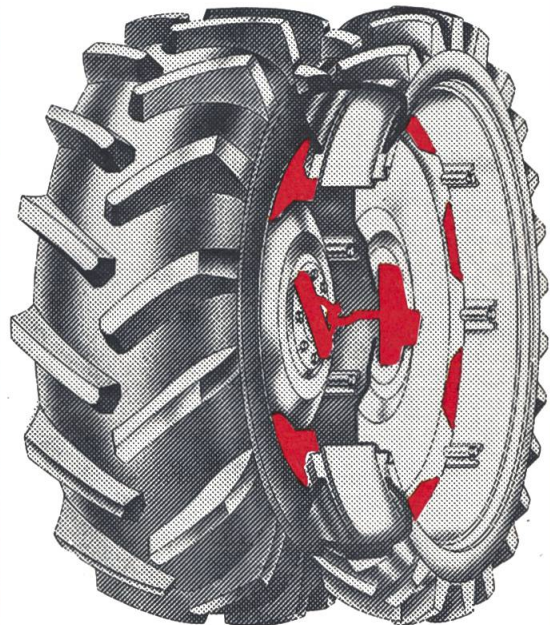
Demandez nos prospectus avec liste de prix.

ERAG, E. Rüst, 9212 Arnegg, tél. 071-85 18 55



Gebr. Schaad SA
Fabrique de roues

Pour accoupler des roues facilement



Grâce au système AW d'accou-
plement des roues jumelées GS.
Que la roue montée sur votre
tracteur soit large ou étroite,
l'autre roue se fixe automati-
quement et est immédiatement uti-
lisable comme roue jumelée
sans modifications désagré-
ables. **Notre principe est sans
pareil sur le marché européen et
des attestations internationales
le prouvent.**

Nous vous conseillerons très
volontiers pour que vous en soyez
convaincus.



4553 Subingen
Tél. 065 44 32 82

