

Des voies permanentes réduisent le compactage des sols

Développement de systèmes cultureux ménageant les sols grâce au Controlled Traffic Farming (CTF)

Août 2020

Contenu

Le premier passage entraîne le compactage le plus conséquent	2
Le Controlled Traffic Farming (CTF) réduit le compactage des sols	2
«CTF-light» – des restrictions pour les véhicules lourds uniquement	2
Appliquer un système CTF avec des machines standards s'avère complexe	3
L'effort est payant: amélioration de la structure des sols et augmentation des rendements	4
«CTF-light» dans votre entreprise	4
Conclusions	5

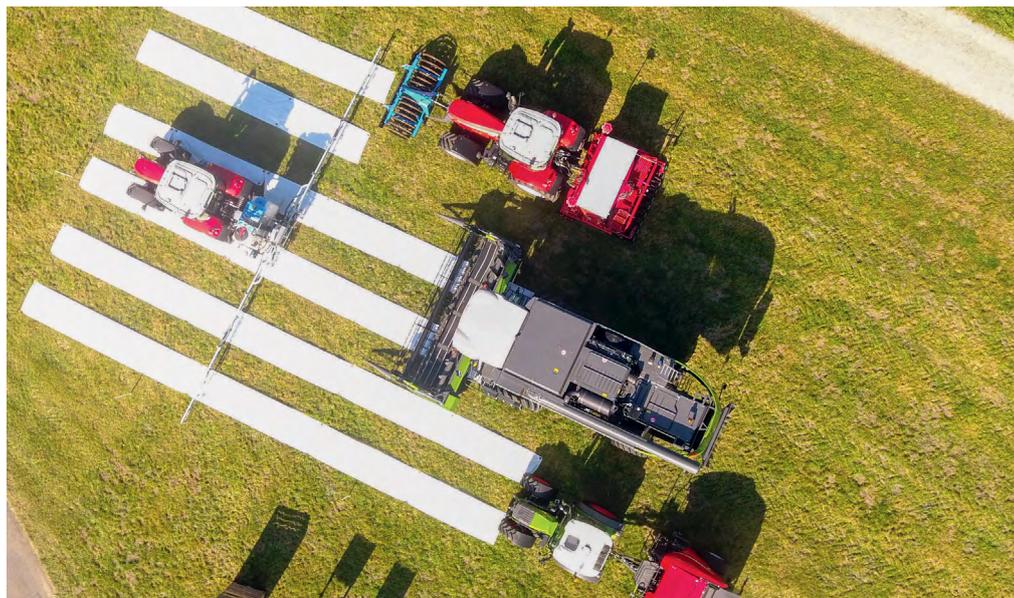


Photo Thainna Waldburger, Agroscope

Pour que le sol puisse se développer sans perturbations entre les traces, les véhicules lourds doivent emprunter les mêmes voies permanentes (blanches). On améliore ainsi la capacité de stockage de l'eau des sols et on diminue le risque de ruissellement et d'érosion.

Auteurs

Annett Latsch
Thomas Anken

Des sols agricoles fertiles, dont la capacité d'infiltration et de rétention de l'eau est élevée, sont essentiels pour des rendements bons et stables à long terme. Cependant, les extrêmes climatiques, combinés à de fortes précipitations et à la sécheresse estivale, affectent de plus en plus les sols. Seuls des sols sains peuvent faire face à de telles conditions. Le maintien et l'amélioration de la qualité des sols deviennent ainsi de plus en plus importants. Les techniques culturales préservant les sols, telles que le semis sous litière, le semis en bandes et le semis direct, permettent le maintien d'une couverture protectrice et génèrent une structure du sol stable et fonctionnelle. Cependant, selon les conditions de site, ces techniques atteignent parfois leurs limites. Les sols limoneux et sableux, à faible teneur en humus, ont tendance à se compacter. Les sols très lourds et argi-

eux sont également sujets au tassement, car ils ne s'assèchent que lentement après des précipitations et les machines doivent souvent y circuler prématurément. Sur de telles surfaces, il est recommandé – au moins pour les machines lourdes – de circuler toujours sur les mêmes traces au moyen de systèmes de guidage automatique, afin de réduire efficacement le risque de compactage. Agroscope a examiné si de tels systèmes de voies prédéfinies étaient réalisables en Suisse et comment la structure du sol et les rendements y réagissaient. Les essais se sont déroulés sur le Plateau suisse, dans quinze parcelles soumises à des techniques culturales ménageant les sols à long terme. Le projet de recherche de trois ans a été mené en collaboration avec l'association Agroentrepreneurs Suisse et a bénéficié du soutien financier de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG).



Le premier passage entraîne le compactage le plus conséquent

De nos jours, les véhicules circulent généralement de manière aléatoire sur toute la surface du champ. Celui-ci est ainsi parcouru dans sa quasi-totalité au moins une fois par année, souvent plusieurs fois. C'est toutefois le premier passage qui génère les plus grands risques pour le sol et occasionne la plupart des dommages structurels. Les passages ultérieurs n'ont, en comparaison, qu'un effet négligeable.

Le risque de compactage du sol augmente avec la pression exercée. Plus un véhicule est lourd, plus le risque de compactage est élevé. Les conséquences sont graves: les sols compactés sont moins aérés et absorbent moins d'eau que les sols sains, et la croissance des racines et l'activité des organismes vivant dans le sol en sont affectées. Selon les conditions météorologiques, les cultures souffrent davantage de la saturation en eau ou du stress de sécheresse, ce qui se traduit par des pertes de rendements. Enfin, la réduction de la capacité d'infiltration augmente également le risque d'inondation et d'érosion, lequel va de pair avec le ruissellement des nutriments et des produits phytosanitaires. Avec l'augmentation prévue des fortes précipitations et des périodes de sécheresse estivale, il devient de plus en plus urgent de maîtriser le problème du compactage des sols.

Le Controlled Traffic Farming (CTF) réduit le compactage des sols

Afin de réduire efficacement le risque de compactage, il est conseillé d'aménager des voies de passage fixes qui ne seront pas déplacées au cours des ans. Le risque de

compactage lié à la circulation est ainsi limité à une faible surface. La majeure partie du champ reste préservée, de sorte que la structure du sol peut s'y développer sans être perturbée. Les effets positifs de ces voies de passage permanentes – appelées aussi Controlled Traffic Farming (CTF) – sont très bien documentés. Les sols bénéficiant de ce système présentent généralement une plus grande capacité d'infiltration et de rétention de l'eau et sont donc moins sensibles à l'érosion et à l'assèchement. La circulation de l'air et la pénétration des racines y sont également meilleures. Grâce au CTF, les rendements sont donc plus stables et souvent nettement plus élevés.

«CTF-light» – des restrictions pour les véhicules lourds uniquement

Dans les systèmes CTF conventionnels, tous les travaux s'effectuent sur des voies fixes. Les largeurs de travail sont coordonnées entre elles et les véhicules sont souvent adaptés en conséquence. Ainsi, des tracteurs et des remorques à essieux plus larges roulent par exemple dans les traces de la moissonneuse-batteuse ou de l'ensileuse. Cela permet de limiter le pourcentage de la surface de circulation à environ 10%. En Suisse, en raison de la faible taille des surfaces et de la diversité des rotations culturales, il est difficile de concentrer toute la circulation sur des voies permanentes. L'adaptation complexe des machines n'est pas rentable et l'élargissement des voies des tracteurs, pour les harmoniser avec celles des machines de récolte, les interdit à la circulation routière. La mise en place de voies permanentes pour des machines standards exige

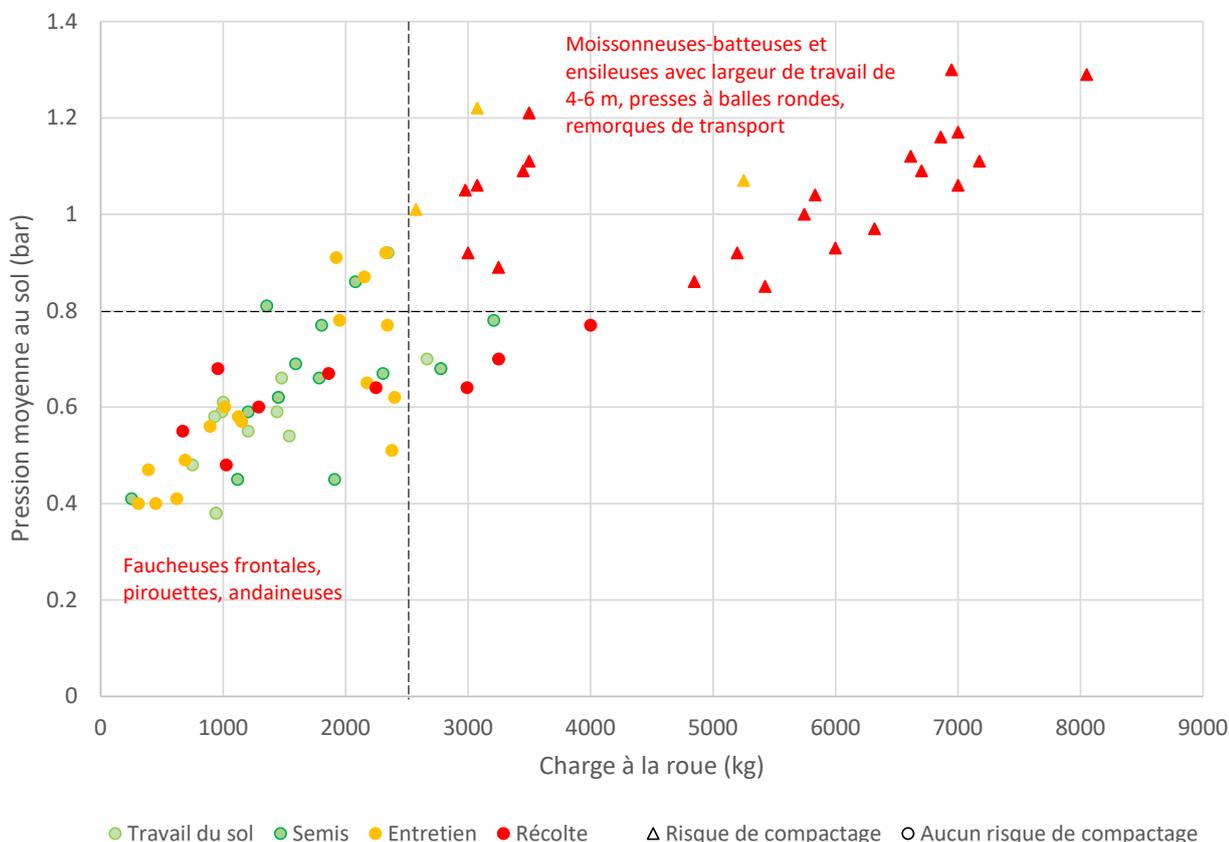


Figure 1. Charge à la roue et pression moyenne au sol des machines agricoles lors de diverses phases de travail, déterminées avec Terranimo®. Des charges à la roue de plus de 2,5 t et des pressions moyennes au sol supérieures à 0,8 bar entraînent des risques de compactage du sous-sol (35 cm). Ces indications sont valables pour les sols secs et les pressions de pneus recommandées par le fabricant.

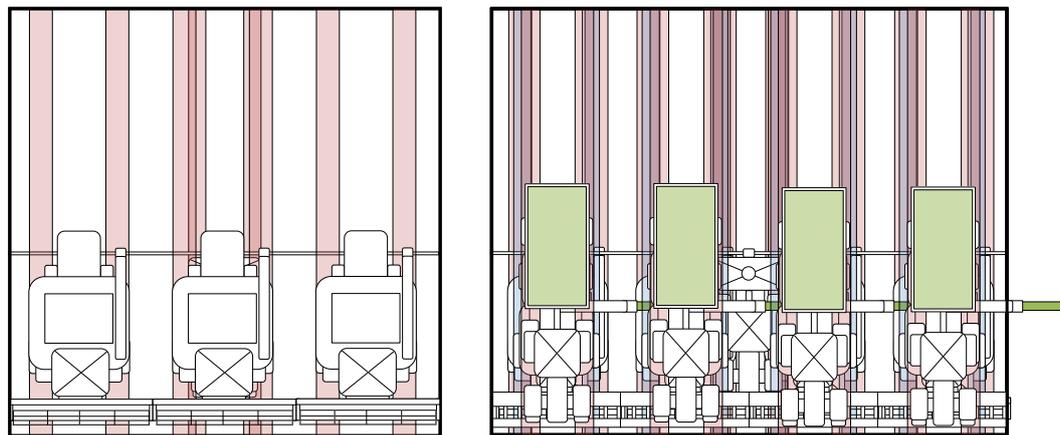


Figure 2. Voies de passage pour l'entretien et la récolte dans une rotation de cultures avec blé d'automne, colza d'automne et orge d'automne (à gauche), et avec maïs ensilage (à droite). Dans la rotation des cultures, la récolte pourrait s'effectuer avec une largeur de coupe de 5 m. L'harmonisation avec l'ensileuse à maïs a nécessité une réduction de la largeur de travail à 4,50 m, ce qui a fait passer le pourcentage de surface de circulation de 36 % à 49 %.

donc une adaptation du concept. Selon les calculs du modèle de simulation Terranimo® (www.terranimo.ch), un outil en ligne permettant d'estimer les charges au sol découlant de la circulation, tous les passages ne sont pas problématiques. Il faut se concentrer sur les machines lourdes, les véhicules pour l'entretien des plantes, la récolte ou le transport, dont les charges à la roue sont supérieures à 2,5 t et dont la pression moyenne au sol dépasse 0,8 bar. Avec de tels véhicules, même sur des sols secs, le risque de compactage est élevé (fig. 1). Il est donc judicieux de définir des voies de passage permanentes pour l'entretien et la récolte et de les utiliser pour toutes les opérations qui s'avèrent problématiques, protection phytosanitaire, fumure organique, récolte ou transport de récoltes. Avec un tel système «CTF-light», le travail du sol et le semis ne nécessitent aucune restriction de circulation. Il en va de même pour l'épandage du foin et l'andainage dans les herbages.

Appliquer un système CTF avec des machines standards s'avère complexe

Dans le cadre d'un projet de recherche de trois ans, un système «CTF-light» a été appliqué sur quinze parcelles avec des machines et des équipements appartenant aux exploitations participantes. La mise en œuvre a nécessité une importante planification, car la diversité des cultures, propre à la Suisse, implique une large gamme d'équipements, de machines de récolte, d'entretien et de transport. Les largeurs de travail, largeurs de voie et dimensions des pneus doivent être harmonisées les unes aux autres, de manière à réduire autant que possible la part de surface soumise à la circulation. Afin de permettre le déroulement de phases de travail impliquant différentes chaînes de machines sur les mêmes voies, la moissonneuse-batteuse a généralement dû rouler avec des chevauchements et n'a pu utiliser toute la largeur de travail que dans trois des quinze parcelles. Les travaux d'entretien ont également exigé certaines restrictions, de façon à ce que la largeur de travail utilisée pour la protection phytosanitaire et la fumure soit un multiple de celle utilisée pour la récolte. Pour éviter un décalage entre les voies utilisées pour l'entretien et pour la récolte, les buses externes d'un pulvérisateur ont par exemple été désac-

tivées, réduisant la largeur de travail de 15 m à 12 m afin de l'adapter à celle de la récolte, qui était de 4 m. Sur une autre parcelle, il a fallu faire appel à un tiers pour l'épandage du lisier, car la largeur de travail de l'épandeur à tuyaux souples de l'exploitation (12 m), était trop étroite pour s'harmoniser à la largeur de 5 m de la barre de coupe de la moissonneuse-batteuse.

La mise en œuvre d'un concept «CTF-light» a généralement permis de réduire le pourcentage de surface de circulation à moins de 50 %. Sans surprise, ce sont les rotations de cultures récoltées à la moissonneuse-batteuse qui ont nécessité le plus faible pourcentage de surface de circulation. Avec une distance de 15 m entre les voies de passage utilisées pour l'entretien et une largeur de travail de 5 m de la moissonneuse-batteuse, on est parvenu à une surface de circulation de 36 % (fig. 2). Si la moissonneuse-batteuse avait été équipée d'une barre de coupe de 6 m et que l'on avait utilisé un dispositif d'une largeur de travail de 18 m pour le traitement phytosanitaire et la fumure, la surface de circulation aurait été réduite à 30 %. On voit donc qu'une optimisation significative est possible en augmentant la largeur de travail de base et en harmonisant au mieux les machines. Une réduction de la part de surface de circulation a également un effet positif sur le temps de travail et la consommation de carburant, puisque le nombre de passages nécessaires s'en trouve réduit. Dans la rotation culturale, les prairies artificielles ont nécessité un pourcentage de surface de circulation supérieur à 50 %, car la largeur de travail de la moissonneuse-batteuse pour les cultures suivantes a dû être réduite à 3 m afin de l'adapter à la largeur de coupe de la faucheuse. Ici aussi, une augmentation de la largeur de travail de base permettrait de réduire le pourcentage de surface de circulation. Le concept «CTF-light» n'a pas pu être mis en œuvre de manière judicieuse dans les rotations avec betteraves sucrières, car avec les récolteuses intégrales automotrices à dispositif de marche en crabe, courantes en Suisse, la quasi-totalité de la surface est compactée au moment de la récolte. Le recours à une procédure échelonnée – décolleteuse-arracheuse à six rangs au premier passage et chargement des betteraves dans un second passage – permettrait de préserver de la circulation au moins 39 % de la surface.

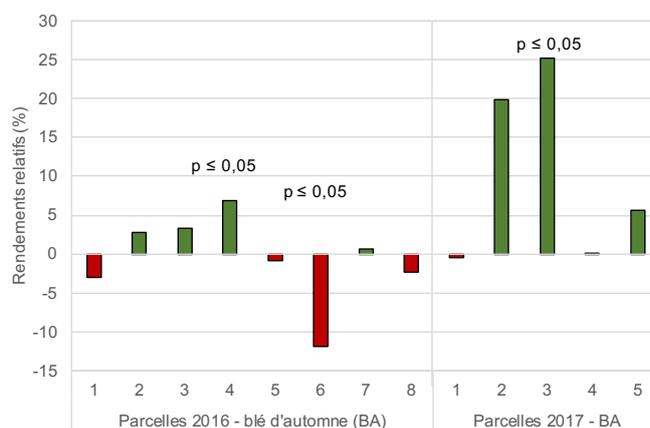


Figure 3. Différences de rendement en % entre les secteurs de parcelles foulés et non foulés (0 % = niveau de rendement des secteurs foulés). Sur toutes les surfaces cultivées en maïs, des rendements supplémentaires parfois significatifs (allant jusqu'à 20 %, soit 28 dt/ha) ont été obtenus dans les secteurs non foulés. Les rendements de blé d'automne n'ont pas fourni une image homogène. Par rapport aux secteurs foulés, le niveau de rendement des secteurs non foulés se situait entre 88 % et 125 % (ce qui correspond à un rendement en grains de ± 10 dt/ha).

L'effort est payant: amélioration de la structure des sols et augmentation des rendements

Pour quantifier les effets du «CTF-light», les paramètres de résistance à la pénétration et de taux d'infiltration du sol ont été relevés à plusieurs reprises dans les zones foulées et non foulées des quinze parcelles d'essai. Des prélèvements ont en outre été effectués sur trois parcelles, au moyen de cylindres d'échantillonnage, afin de déterminer la densité volumétrique et le volume des pores du sol. La résistance à la pénétration est une mesure de la force nécessaire à l'enfoncement en continu d'un cône métallique en profondeur. Plus elle est élevée, plus il est difficile pour les plantes de s'enraciner. L'infiltration décrit la pénétration des eaux de pluie dans le sol. Celle-ci s'exprime en taux d'infiltration, autrement dit en quantité d'eau infiltrée par unité de temps. Le compactage réduit la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui augmente le risque d'inondation et d'érosion. La densité volumétrique indique le poids de la substance solide du sol par unité de volume. Elle mesure la solidification du sol et, comme la résistance à la pénétration, augmente en cas de compactage. Quant au volume des pores – la proportion d'interstices par rapport au volume total du sol – il diminue, ce qui entraîne une détérioration de l'infiltration et de l'aération.

Après trois années d'essai au cours desquelles les voies de passage pour l'entretien et la récolte ont été constamment respectées, on a noté, sur les sols limoneux plutôt peu humifères (sableux), un début de différenciation des propriétés du sol entre les zones de passage et les zones non foulées. Sept des quinze parcelles présentaient déjà une résistance sensiblement réduite à la pénétration et/ou une augmentation significative de l'infiltration de l'eau (+70 % en moyenne) dans les zones non foulées, jusqu'à une profondeur de 30 cm. La densité volumétrique (-5 %) et la proportion de pores grossiers (+21 %) ont également évolué positivement, en l'absence de circulation, sur l'une des trois parcelles échantillonnées. Le maïs grain, culture sensible au compactage, a réagi avec des augmentations de rendement

parfois significatives sur toutes les surfaces. Le rendement supplémentaire significatif dans les zones non foulées atteignait 16,8 % en moyenne, ce qui correspond à un rendement en grains (85 % MS) de 23 dt/ha. Le blé d'automne, peu sensible au compactage, n'a par contre pas montré de différences de rendement significatives (fig. 3). Ainsi, l'effet positif des systèmes CTF sur le rendement, souvent évoqué dans la littérature, a pu être partiellement confirmé. Comme la régénération des sols est un processus très lent, les effets positifs observés sur les zones non foulées se renforceront probablement au cours des ans.

«CTF-light» dans votre entreprise

Le système «CTF-light» se prête non seulement aux grandes cultures, mais également aux prairies, où il est recommandé afin de concentrer sur des voies de passage fixes les effets négatifs des machines lourdes, citernes à lisier, auto-chargeuses, presses à balles rondes, etc.



Photo: Keystone

Figure 4. En utilisant un récepteur GNSS placé sur le toit du tracteur et un signal de correction RTK (RTK = Real-Time-Kinematik), il est possible de déterminer la position du véhicule avec une précision de ± 2 cm). Les signaux de position sont automatiquement convertis en mouvements de direction par l'intermédiaire d'une soupape de commande.

Définir des voies de passage permanentes d'une précision centimétrique sur plusieurs années nécessite un système de guidage automatique avec GNSS RTK (Global Navigation Satellite System avec signal de correction Real-Time-Kinematik) (fig. 4). Les voies de passage peuvent être enregistrées sur le terminal du tracteur et les données peuvent être récupérées. Les systèmes se sont considérablement améliorés ces dernières années. Le plus gros inconvénient demeure le transfert peu pratique des enregistrements d'un fabricant ou d'un terminal à un autre.

Afin de réduire sensiblement la part de surface de circulation, une largeur de travail de base d'au moins 4,50 m est recommandée pour le «CTF-light» de machines lourdes. La récolte de pommes de terre et de betteraves sucrières requiert une grande prudence (sols secs, trémies remplies seulement partiellement, pression des pneus plus faible, etc.), la technique de récolte étant principalement conçue pour une largeur de travail de 3 m.

Lors de l'achat de nouvelles machines d'entretien et de récolte, il faut veiller à ce que les machines correspondent à la largeur de travail de base existante. Elles pourront ainsi être intégrées dans le système CTF sans qu'il soit nécessaire de créer des voies de passage supplémentaires ou des chevauchements de voies.

Conclusions

La préservation et le développement de sols bien structurés, permettant une infiltration rapide de l'eau, une grande capacité de rétention et une bonne aptitude à l'enracinement, deviennent de plus en plus importants, en raison de l'augmentation prévisible des phénomènes météorologiques extrêmes. En plus d'une exploitation précautionneuse adaptée au site, des systèmes cultureux évitant le compactage des sols dû à la circulation des machines jouent un rôle essentiel. Des principes bien connus, tels que l'ajustement de la pression des pneus et de la charge à la roue aux conditions d'humidité du sol, ainsi que le choix de fenêtres temporelles appropriées pour la circulation des machines, diminuent les risques de compactage. La définition de voies permanentes pour le passage des machines lourdes représente aujourd'hui une possibilité supplémentaire de réduire efficacement le risque de compactage des sols, pour les exploitations agricoles dotées de systèmes de guidage automatiques. Sa mise en œuvre exige un effort organisationnel supplémentaire et, selon les situations, un ajustement de la mécanisation. Pour qui maîtrise cette technique, il est cependant possible d'influencer positivement la structure du sol et d'améliorer ainsi l'efficacité des systèmes cultureux.

Impressum

Éditeur	Agroscope, Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Renseignements	Annett Latsch annett.latsch@agroscope.admin.ch
Traduction	Service linguistique Agroscope
Relecture	Sibylle Willi
Mise en page et impression	Brüggli Medien, Romanshorn
Abonnement et changement d'adresse	Office fédéral des constructions et de la logistique OFCL, Berne e-mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch (en cas de changement d'adresse, veuillez indiquer le numéro d'abonné qui figure sur l'étiquette d'adressage)
Download	www.agroscope.ch/transfer/fr
Copyright	© Agroscope 2020
ISSN	2296-7222 (print), 2296-7230 (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at336f

