

# Récolte de fourrages sur terrains en pente

Limites d'utilisation des machines et facteurs d'influence

Juillet 2010



Fig. 1: Quelles sont les limites d'utilisation du tracteur et de la faucheuse à deux essieux dans les terrains en pente? (Photos: ART)

## Auteurs

Joachim Sauter, Roy Latsch et  
Gregor Albisser, ART  
joachim.sauter@art.admin.ch

## Impressum

Edition:  
Station de recherche Agroscope  
Reckenholz-Tänikon ART,  
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,  
Traduction Regula Wolz, ART

Les Rapports ART paraissent  
environ 20 fois par an.  
Abonnement annuel: Fr. 60.–.  
Commandes d'abonnements  
et de numéros particuliers: ART,  
Bibliothèque, 8356 Ettenhausen  
T +41 (0)52 368 31 31  
F +41 (0)52 365 11 90  
doku@art.admin.ch  
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7576

Des relevés pratiques effectués dans des exploitations agricoles du Nord, de l'Est et du centre de la Suisse montrent que la moitié des tracteurs équipés pour travailler sur des terrains en pente atteignent leur limite avec une déclivité moyenne de 42 à 50 %, lorsqu'ils fauchent avec une faucheuse frontale. La médiane de l'évaluation se situait à 44 %. Les faucheuses à deux essieux peuvent faucher des terrains plus pentus. 50 % des machines sont utilisées dans des pentes de 44 à 52 %. La médiane des machines utilisées était de 48 % de déclivité. Etant donné le poids total plus important, le tracteur doit avoir un moteur plus puissant que la faucheuse à deux essieux. Pour que le tracteur puisse travailler sur des terrains en pente, il est nécessaire qu'il soit équipé de quatre roues motrices, de roues jumelées et qu'il soit pourvu d'un dispositif hydraulique frontal pour la fauche. Pour le fanage comme pour l'andainage, il a été possible d'utiliser le tracteur sur des pentes plus accentuées que pour la fauche. Les tracteurs avec autochar-

geuses ont pu en moyenne être utilisés sur des terrains aussi pentus que pour la fauche. A ce niveau, la manœuvre en bout de parcelle ou le glissement latéral de l'autochargeuse lorsque le tracteur est à flanc de coteau représentent des points critiques. Lorsque le terrain est très pentu et accidenté, le transporteur se prête mieux aux travaux en pente et est plus facile à manœuvrer que le tracteur avec autochargeuse. La déclivité du terrain n'est pas le seul facteur qui influence les limites d'utilisation des machines. Les conditions d'accès, par exemple les possibilités de faire demi-tour et de s'échapper sont des facteurs importants eux aussi. Lorsque la majorité des terrains présentent une pente modérée et sont peu accidentés, il est en général possible de renoncer à des machines spécialement adaptées au travail en montagne. Dans les exploitations qui pratiquent non seulement la production fourragère, mais aussi les grandes cultures, le choix doit porter de préférence sur le tracteur à cause de ses multiples possibilités d'utilisation.



## Problématique

La récolte de fourrage dans les terrains en pente requiert souvent des machines spéciales très onéreuses comme la faucheuse à deux essieux et le transporteur. Étant donné leurs coûts d'acquisition élevés, ces machines représentent une lourde charge financière pour les exploitations. En outre, de nombreuses exploitations disposent en plus d'un tracteur. Par conséquent, les exploitations ont souvent plusieurs véhicules de traction dont l'utilisation annuelle est très faible, ce qui entraîne des coûts fixes élevés. On peut donc se demander si un tracteur équipé pour les travaux sur terrain en pente, étant donné ses nombreuses possibilités d'utilisation, ne permettrait pas de travailler dans les parcelles pentues sans recourir à des machines spéciales.

La présente étude a pour but de déterminer les facteurs qui limitent l'utilisation des machines dans les terrains en pente et d'actualiser les bases de données existantes en matière de limite d'emploi des machines en pente.

## La déclivité n'est pas le seul facteur décisif

La limite d'utilisation des machines de récolte fourragère dans les terrains en pente dépend d'un grand nombre de facteurs (Noto et Sauter 2006). La sécurité du travail et la préservation de la couche herbeuse sont deux éléments prioritaires. Selon Ott (1996), la limite d'utilisation des machines sur terrain en pente se situe là où la sécurité du travail est encore suffisante et où le résultat obtenu est encore satisfaisant, sans pour autant endommager la couche herbeuse. Souvent les machines utilisées pour travailler les zones les plus raides sont choisies de manière à limiter les temps de préparation et de trajet.

La figure 2 récapitule les principaux facteurs d'influence. Outre l'escarpement, le caractère accidenté du terrain (homogénéité de la surface), ainsi que les possibilités de faire demi-tour et de s'échapper dans les zones critiques sont des facteurs importants pour la récolte de fourrage. Les terrains ondulés causent plus de problèmes au tracteur qu'à la faucheuse à deux essieux. En outre, le tracteur a besoin de plus de dégagement pour faire demi-tour. C'est pourquoi, sur terrains en pente, le demi-tour est une manœuvre plus critique que la fauche proprement dite.

Un autre élément ne doit pas être négligé relativement à la limite d'utilisation des machines. Il s'agit du conducteur du véhicule. Certains agriculteurs circulent sur des terrains très abrupts et prennent de plus grands risques que d'autres en matière de sécurité. L'expérience joue un grand rôle à ce niveau. Certains agriculteurs sont depuis de nombreuses années dans le métier et connaissent donc bien leurs terrains. Ils savent comment aborder les zones critiques, ou comment les contourner de la façon la plus sûre possible.

Les pneus sont une composante qui est également déterminante (Hunger 2007). La faucheuse à deux essieux est généralement équipée de pneus Terra, le tracteur lui de pneus à crampons. Les pneus Terra endommagent moins la couche herbeuse, surtout lorsque la surface est humide. Par conséquent, le fourrage est moins sale. Toutefois, la stabilité latérale des pneus Terra sur terrains en pente est nettement moins bonne que celle des pneus à crampons (Wippl 2006). Les roues jumelées ont généralement une surface de contact au sol de 15 à 20 pourcent supérieure à celle des pneus larges. Par conséquent, avec les roues jumelées, la charge à la roue se répartit sur une surface plus importante, ce qui réduit la charge au sol. En outre, les roues jumelées sont plus stables sur les terrains en pente que les pneus larges, car ils se déforment moins et que la double jante permet d'étayer le poids latéralement.

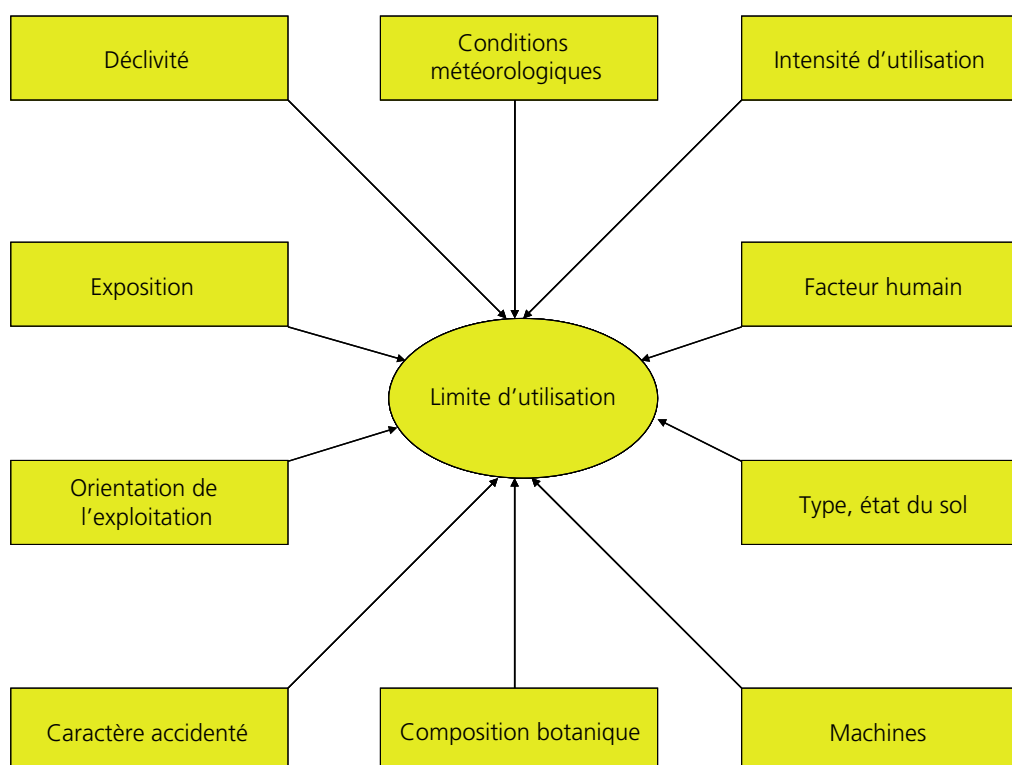


Fig. 2: Principaux facteurs influant sur la limite d'utilisation des machines



Fig. 3: Par rapport à un tapis végétal dense et fermé (à droite), un tapis végétal lacunaire (à gauche) réduit la résistance au cisaillement et donc la praticabilité du terrain.

Un entraînement hydrostatique, qui permet un réglage en continu de la vitesse de progression, amortit les phases d'accélération et de freinage et ménage donc davantage le sol et le fourrage. Cet avantage a son prix: la consommation de carburant est plus élevée. Des études de Wippl (2006) montrent que la consommation de carburant peut être un tiers plus élevée que celle d'un tracteur standard. Les sols lourds et limoneux à forte teneur en argile sont difficilement praticables, car ils sèchent lentement et que la pénétration racinaire des végétaux y est moins importante. A l'état sec, ils peuvent être très durs, ce qui fait que les crampons des pneus ne peuvent pas crocher dans le sol.

Une couche herbeuse dense et fermée, ainsi qu'un réseau racinaire bien développé augmentent la résistance mécanique du sol contre le cisaillement du tapis végétal. Le mode d'exploitation ainsi que la fumure azotée peuvent influencer la densité de la couche herbeuse. Une fréquence d'exploitation réduite et des apports élevés en azote entraînent par exemple un ameublissement de la couche herbeuse (Opitz von Boberfeld, 1994). Un tapis végétal ouvert laisse la voie libre aux mauvaises herbes et réduit la résistance au cisaillement. De plus, de tels peuplements péjorent la qualité du fourrage. L'exposition de la parcelle joue un rôle elle aussi. En cas de précipitations, les prairies situées sur les pentes ombragées orientées au Nord ne sont praticables que longtemps après, tandis que les versants Sud sèchent plus rapidement.

En général, les machines travaillent le long des courbes de niveau. Dans cette situation, le poids du véhicule se porte davantage sur les roues en aval, plus la déclivité augmente. Par conséquent, ces roues exercent une pression plus importante sur le sol et le risque que le véhicule bascule s'accroît. Normalement, le travail à flanc de coteau ménage le sol et économise l'énergie, car le véhicule ne doit pas surmonter des différences de niveau très élevées. Mais l'orientation du travail peut également être déterminée par la forme de la parcelle. En cas de conduite dans le sens de la pente, il est possible de circuler sur des terrains en pente plus raide. Le risque de causer des dommages à la couche herbeuse est toutefois plus important en montée à cause du patinage accru, notamment lorsque le sol est humide.

## Méthodologie

Afin de déterminer les limites d'utilisation de différentes machines dans des terrains en pente, des relevés pratiques ont été effectués sur place dans des exploitations agricoles du Nord, de l'Est et du centre de la Suisse. Pour chaque opération de la récolte fourragère – fauche, fanage, andainage et ramassage – nous avons relevé les machines utilisées et les paramètres leur correspondant. Grâce à leur expérience, les agriculteurs interrogés ont pu signaler les zones critiques, où selon eux, les machines atteignent leurs limites. A ces endroits, l'appareil de mesure de déclivité Clinotronic Plus (Wylter AG, CH-8405 Winterthur) a permis d'enregistrer la pente sur une piste de mesure de deux mètres. Ces données ont ensuite été évaluées et présentées sous la forme d'un diagramme box-plot. Le temps de travail requis par la fauche a été relevé dans des exploitations sélectionnées. Les calculs technico-économiques sont basés sur le rapport ART 717 «Coûts-machines 2009/2010» (Gazzarin et Albisser 2009).

## Résultats

Dans la pratique, il existe une très grande variété de procédés pour la récolte de fourrage sur des terrains en pente. Afin de pouvoir absorber les pics de travail pendant les rares jours disponibles pour les travaux de la récolte fourragère, les exploitations possèdent en général au moins deux véhicules de traction. Même si toutes les opérations étaient effectuées avec des tracteurs, aucune exploitation ne comptait qu'un seul véhicule de traction. La faucheuse à deux essieux est souvent utilisée pour la fauche et l'andainage, le fanage étant généralement effectué à l'aide d'un tracteur tout terrain. Le chargement a lieu soit avec un transporteur, soit avec une autochargeuse en fonction des caractéristiques du terrain.

### Peu de tracteurs sont employés pour la fauche

Pour la fauche avec le tracteur, la limite d'utilisation était atteinte avec une déclivité moyenne (médiane) de 44 % (cf. fig. 4). La faible importance de l'échantillon (n = 17) montre que les tracteurs sont rarement utilisés pour la fauche. Des études antérieures indiquent qu'un tracteur équipé pour les travaux sur terrains en pente permet uniquement de circuler sur des terrains dans la pente n'excède

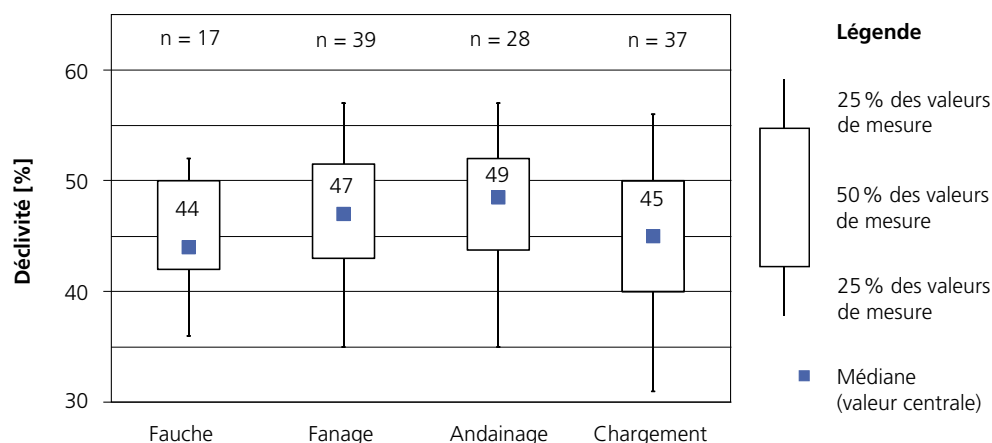


Fig. 4: Limite d'utilisation du tracteur lors de la récolte fourragère (n = nombre de relevés).

pas 35 % environ (Ott 1996). La différence entre ces études et l'étude actuelle s'explique par le meilleur équipement des véhicules et par les nouvelles conceptions des tracteurs.

Dans la pratique, le tracteur sert parfois à faucher des parcelles dont la déclivité dépasse 50 %. Il s'agit généralement de petites sections que l'on ne franchit que parce qu'ensuite le terrain s'aplanit ou offre des possibilités de dégagement. Il est impossible de faucher des surfaces d'une telle pente à grande échelle avec le tracteur, car les dommages seraient trop importants pour la couche herbeuse. Dans la pratique, les zones critiques sont fauchées au préalable avec la motofaucheuse, notamment lorsque le sol est trop humide. Certaines exploitations utilisent la motofaucheuse très généreusement pour faucher les zones critiques et peuvent ainsi faucher le reste de la surface à l'aide du tracteur sans devoir reprendre la motofaucheuse. Les tracteurs ne sont parfois pas même poussés jusqu'à leurs limites.

Le fanage à l'aide du tracteur tout-terrain dans les terrains en pente est très répandu. Etant donné la largeur de travail plus importante de la pirouette par rapport à la faucheuse frontale, il est parfois possible d'éviter de circuler sur les zones critiques avec le tracteur lors du fanage. Ces travaux se font sur un sol sec. Il est donc possible de circuler sur des pentes plus raides que pour la fauche. Pour faner la récolte, la moitié des tracteurs sont utilisés jusqu'à une déclivité comprise entre 43 et 52 %. Pour l'andainage,

la fourchette se situe entre 44 et 53 %. L'andainage se fait généralement avec un giro-andaineur. Dans les exploitations plus importantes, on rencontre de plus en plus d'andaineurs doubles non portés, notamment dans les terrains à pente moyenne peu accidenté (pente homogène). La manœuvre de demi-tour avec andaineur tracté est moins problématique qu'avec un andaineur porté, car les toupies reposent sur leur propre châssis et transmettent ainsi moins de force au tracteur.

Pour le chargement, l'autochargeuse atteint ses limites dans les pentes d'une déclivité moyenne de 45 %. Les zones critiques pour le ramassage du fourrage auront été soit évitées grâce à un andainage habile au préalable, soit pratiquées avec l'autochargeuse vide. Dans certains cas, la limite d'utilisation était encore plus basse que pour la fauche. Le glissement latéral de l'autochargeuse lors du travail à flanc de coteau et le déplacement du centre de gravité lors du chargement sont les deux principaux points critiques. Ils peuvent causer des dommages au tapis végétal et faire basculer le véhicule. Même lorsque le véhicule ne risque pas encore de se renverser, la couche herbeuse risque, elle, souvent déjà de subir des dommages. Le facteur limitatif est normalement le risque de patinage et non le risque de renversement.

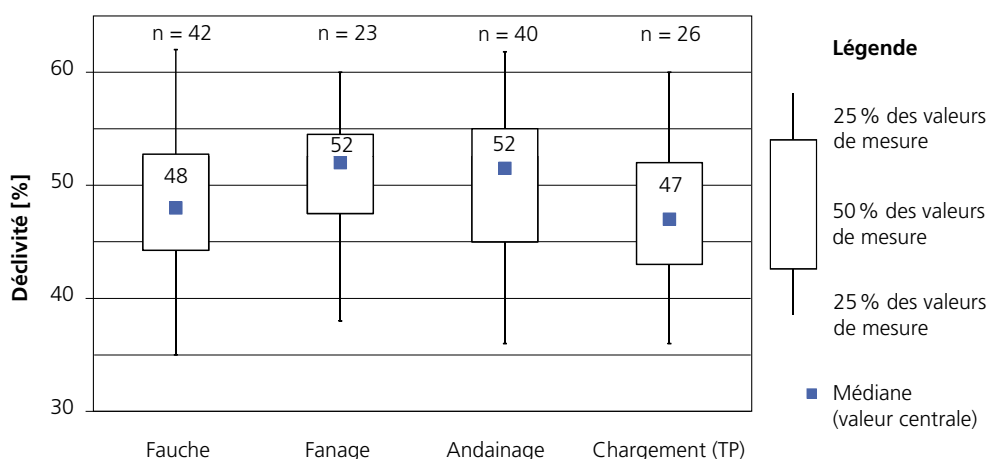


Fig. 5: Limite d'utilisation de la faucheuse à deux essieux et du transporteur (TP) lors de la récolte fourragère, n = nombre de relevés.

### Faucheuse à deux essieux et transporteur généralement jusqu'à 50 pour cent

Une faucheuse à deux essieux permet en moyenne (médiane) de faucher les parcelles dont la déclivité ne dépasse pas 48 %. Les résultats présentent toutefois une plage de variation plus importante que ceux du tracteur (cf. fig. 5). Wippl et Handler (2002) indiquent une limite d'utilisation de 60 à 65 %, Ott (1979) de 65 à 85 %. Ces valeurs extrêmes n'ont pas été atteintes dans les exploitations participant aux relevés. La valeur maximale était de 62 %. L'entraînement hydrostatique, le centre de gravité bas et le faible poids de ces véhicules sont appréciés pour les travaux sur les terrains en pente. Pour le fanage et l'andainage, l'utilisation des machines est moins limitée que pour la fauche, de même que pour le tracteur. Il est donc possible d'effectuer ces travaux dans des pentes de plus de 50 %. Pour l'andainage, les exploitations utilisent souvent le râteau-faneur qui s'adapte mieux au sol des terrains abrupts et accidentés que le giro-andaineur. Les râteaux-faneurs facilitent le ramassage des zones critiques, car ils travaillent dans les deux sens et évitent donc de devoir faire demi-tour.

Le transporteur a permis de travailler dans des pentes d'une déclivité moyenne allant jusqu'à 47 %. Dans les terrains plus pentus et lorsque les conditions du sol sont défavorables, les machines circulent en général dans le sens de la pente. Selon Wippl et Handler (2002), la circulation dans le sens de la pente est possible jusqu'à une déclivité de 60 %. Cette valeur a rarement été atteinte dans la présente étude. Les résultats montrent que dans la pratique, les valeurs moyennes et les valeurs de pointe sont plus élevées avec les faucheuses à deux essieux et les transporteurs qu'avec les tracteurs.

Le transporteur présente des avantages par rapport au tracteur avec autochargeuse, notamment dans les terrains abrupts et accidentés à cause de sa plus grande maniabilité. Toutefois, lorsque les parcelles sont très éloignées, le transporteur est désavantagé par rapport à l'autochargeuse à cause de son volume de ramassage moindre.

### Les tracteurs ont besoin de plus de puissance

Par rapport aux faucheuses à deux essieux, les tracteurs ont besoin de moteurs plus puissants pour le travail dans

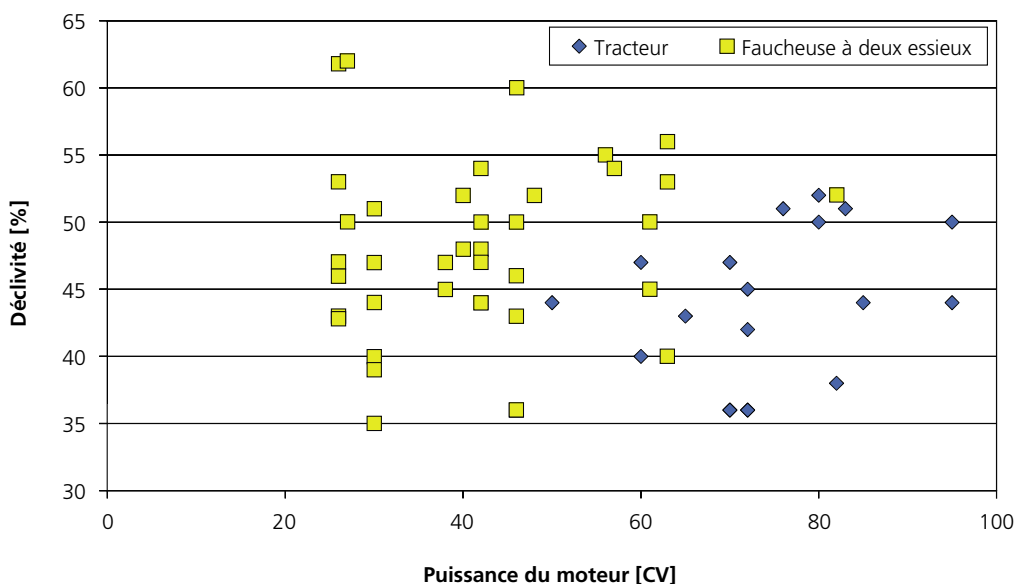


Fig. 6: Les tracteurs ont des moteurs plus puissants que les faucheuses à deux essieux.

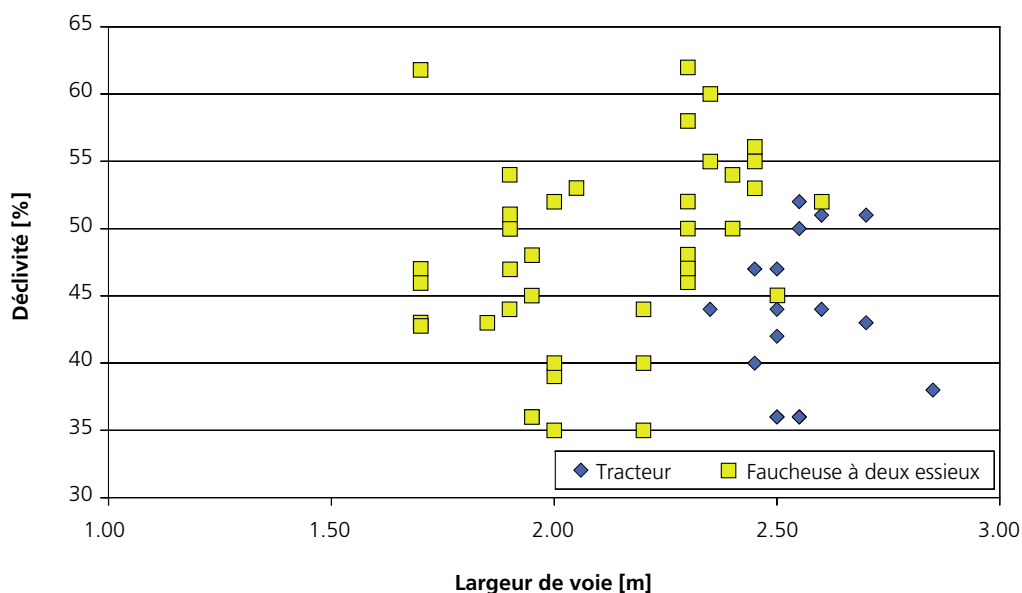


Fig. 7: Les tracteurs spécialement adaptés aux travaux sur terrains en pente sont souvent plus larges que les faucheuses à deux essieux.





Fig. 8: Pour travailler facilement sur les terrains en pente, les tracteurs doivent être équipés de quatre roues motrices, de roues jumelées et d'un dispositif hydraulique frontal pour la fauche.

les régions de montagne (fig. 6). Cela vient du poids du véhicule plus élevé et de la voie du tracteur plus large (fig. 7) à cause du dispositif de coupe, lui aussi plus large. La voie plus large est due à l'équipement du tracteur avec des roues jumelées afin de compenser le centre de gravité plus élevé par rapport à la faucheuse à deux essieux. Pour éviter de passer sur l'herbe non fauchée, les faucheuses frontales utilisées doivent être plus larges que les véhicules. Souvent, les faucheuses combinées aux tracteurs ont une largeur de travail de trois mètres. Par contre, les faucheuses à deux essieux sont généralement équipées de faucheuses ou parfois de barres de coupe de 2,2 à 2,5 mètres de large seulement. Par rapport au tracteur, elles sont plus maniables, ce qui est un avantage dans les parcelles d'accès difficile, mal découpées qui nécessitent des demi-tours fréquents.

#### Maîtriser les coûts grâce à une importante utilisation annuelle des machines

Dans les terrains moyennement pentus, la faucheuse à deux essieux concurrence directement le tracteur équipé spécialement pour les travaux sur terrain en pente (Ott

1996). Selon Gazzarin et Albisser (2009), les coûts d'acquisition d'une faucheuse à deux essieux d'une puissance de 35kW sont de 81000 francs y compris roues jumelées à l'avant et à l'arrière. Afin de pouvoir utiliser suffisamment le tracteur sur les terrains en pente, ce dernier doit être équipé de quatre roues motrices, de roues jumelées et d'un dispositif de relevage hydraulique frontal (fig. 8). Pour obtenir la même capacité de travail, la faucheuse à deux essieux doit être comparée avec un tracteur de puissance élevée, car le poids total supérieur de la machine, comme le montre le tableau 1, nécessite une puissance supplémentaire. Par conséquent, un tracteur de 50kW adapté aux travaux sur terrains en pente coûte 79800 francs. Les coûts d'acquisition sont Fr. 1200.– inférieurs à ceux de la faucheuse à deux essieux. Par contre, les coûts variables du tracteur sont eux aussi plus élevés, avec Fr. 1.69 par heure d'utilisation.

Supposons que l'exploitation dispose déjà d'un tracteur de 50kW équipé de quatre roues motrices, qui peut être utilisé pour d'autres travaux, les coûts fixes annuels se répartissent sur plusieurs travaux. Par conséquent la part de coûts fixes du tracteur attribués à la fauche est plus faible que pour la faucheuse à deux essieux qui est utilisée principalement pour faucher. Le tableau 3 fournit une clé d'attribution possible des coûts fixes à la fauche.

Les coûts par hectare de coupe sont calculés en divisant toutes les parts de coûts fixes par la surface de coupe et en

Tab. 1: Poids et puissances d'un tracteur standard et d'une faucheuse à deux essieux

	Tracteur standard	Faucheuse à deux essieux
Puissance du moteur [kW]	55	34
Poids à vide [kg]	2850	1800
Faucheuse à disques [kg]	410	380
Largeur de travail [m]	2,60	2,30
Total [kg]	3260	2180

Tab. 2: Coûts d'un tracteur équipé pour les travaux sur terrain en pente par rapport à ceux d'une faucheuse à deux essieux (Source: selon Gazzarin et Albisser 2009).

	Tracteur, 4 roues motrices, 50 kW			Faucheuse à deux essieux, 35 kW		
	Acquisition [Fr.]	Coûts fixes [Fr./an]	Coûts variables [Fr./h]	Acquisition [Fr.]	Coûts fixes [Fr./an]	Coûts variables [Fr./h]
Véhicule de base	63 000.–	6580.–	16.28	76 000.–	7146.–	15.57
Roues jumelées avant	2900.–	279.–	0.85	2500.–	239.–	0.81
Roues jumelées arrière	3900.–	374.–	0.95	2500.–	239.–	0.81
Relevage hydraulique frontal	10 000.–	1135.–	0.80			
<b>Total: véhicule</b>	<b>79 800.–</b>	<b>8368.–</b>	<b>18.88</b>	<b>81 000.–</b>	<b>7624.–</b>	<b>17.19</b>
Faucheuse rotative frontale	14 000.–	1743.–	19.14*	9900.–	1190.–	10.06**
Total Combinaison	93 800.–	10 111.–	38.02	90 900.–	8814.–	27.25

\* Débit de fauche 2,00 hal/h

\*\* Débit de fauche 1,37 hal/h

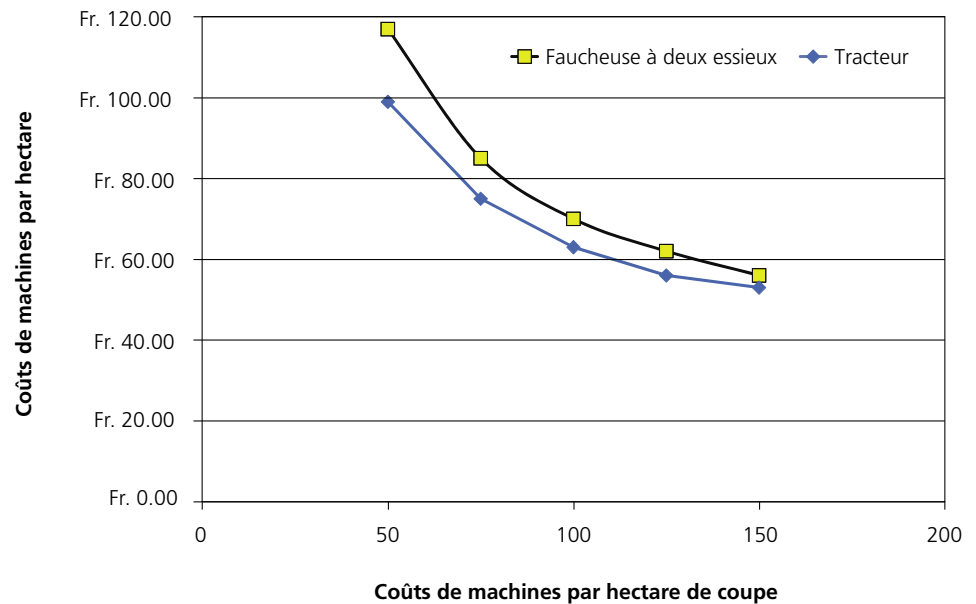


Fig. 9: Comparaison des coûts de la fauche par hectare de coupe dans l'hypothèse qu'une part importante des coûts fixes du tracteur peut être attribuée à d'autres travaux.

ajoutant les coûts variables. Le résultat est présenté dans la figure 9 et montre qu'un tracteur adapté aux travaux sur terrains en pente avec faucheuse frontale entraîne moins de coûts par hectare de coupe qu'une faucheuse à deux essieux comparable. Les coûts par unité de travail diminuent plus l'utilisation annuelle augmente. Ces calculs ne tiennent cependant pas compte du fait que le tracteur requiert nettement plus de temps de travail dans les terrains très pentus (Noto et Sauter 2006). Pour les exploitations qui disposent déjà d'un tracteur utilisable pour la fauche, il ne vaut pratiquement jamais la peine d'investir dans une faucheuse à deux essieux. Le tracteur leur permet d'effectuer des travaux pour lesquels la faucheuse à deux essieux ne convient pas aussi bien, comme par exemple le labour ou le transport.

Si l'on suppose que les exploitations disposent en général de deux véhicules de traction, l'utilisation du tracteur pour les travaux généraux et celle de la faucheuse à deux essieux pour les travaux spéciaux peut être une option. On peut toutefois se demander s'il ne vaudrait pas mieux éviter la double mécanisation au vu de l'utilisation annuelle souvent limitée. Cependant, les conditions météorologiques ne le permettent pas toujours.

## Conclusions

Les études réalisées dans les exploitations montrent que la limite d'utilisation des machines pour la récolte du fourrage sur les terrains en pente dépend d'un grand nombre de facteurs. Souvent le facteur limitant n'est pas la déclivité mais l'homogénéité de la pente (découpage ou caractère accidenté de la parcelle) ou la présence de possibilités de faire demi-tour et de dégager sur des parties du terrain moins pentues. En outre, la praticabilité des surfaces est décisive. Lorsque le sol est trop humide, le risque de patinage et de dérapage augmente dans les terrains en pente, ce qui peut endommager la couche herbeuse et souiller le fourrage. Pour la récolte de fourrage dans les terrains en pente, il existe désormais des machines très performantes et très adaptées. Contrairement aux limites d'utilisation indiquées dans des études précédentes selon lesquelles le tracteur ne pouvait pas être employé dans des pentes supérieures à 35 % (Ott 1979), les exploitations de l'étude travaillaient sans autre des pentes de plus de 40 % avec un tracteur spécialement équipé. Le développement de tracteurs compacts et puissants équipés de faucheuses frontales et de roues jumelées a contribué à ce progrès.

La limite d'utilisation des faucheuses à deux essieux, elle, n'a pas progressé. L'écart entre le tracteur et la faucheuse à deux essieux s'est donc réduit. Dans les travaux consécu-

Tab. 3: Possibilités d'emploi et part des coûts fixes dans les travaux de fauche.

	Tracteur, 4 roues motrices, 50 kW	Faucheuse à deux essieux, 35 kW
Possibilités d'emploi Véhicule de base		
– Production fourragère	Fauche, fanage, andainage, chargement	Fauche, év. andainage
– Autres travaux	Transport, grands cultures, sylviculture, déneigement	Transports légers
Part des coûts fixes attribuables à la fauche		
– Véhicule de base	1/8	1/2
– Roues jumelées	1/4	1/2
– Relevage hydraulique frontal	1	

tifs à la fauche, la limite d'utilisation se situe 3 à 4 % au-dessus de la fauche autant pour le tracteur que pour la faucheuse à deux essieux, car ces opérations se déroulent sur un sol sec. La limite d'utilisation du tracteur avec autochargeuse se situe à une déclivité de 44 %, car l'autochargeuse pleine peut glisser. Dans les terrains moyennement pentus et peu accidentés, il est en général possible de renoncer à l'utilisation d'une faucheuse à deux essieux et d'un transporteur.

Comme les possibilités d'emploi du tracteur sont plus nombreuses et son utilisation annuelle plus importante, la part de coûts fixes attribuables aux différents travaux de la production fourragère est inférieure à celle de la combinaison faucheuse à deux essieux et transporteur. Si l'on compare le coût des machines par hectare de coupe, les coûts inhérents à la fauche de 100 hectares avec le tracteur sont 12 % inférieurs à ceux de la faucheuse à deux essieux.

---

## Bibliographie

- Gazzarin Ch., Albisser Vögeli G., 2009. Coûts-machines 2009/2010. Avec les coûts des parties du bâtiment et des installations mécaniques. Rapport ART n° 717. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Hunger R., 2007. Mähtechnik fürs Berggebiet. Kletterer von Beruf. Schweizer Landtechnik 5/2007, 11–14.
- Noto F., Sauter J., 2006. Einsatzgrenzen und Arbeitszeitbedarf von Traktoren und Zweiachsmähern am Hang. Ergebnisse von Praxiserhebungen. In: Landtechnik im Alpenraum. FAT-Schriftenreihe 68, 17–20. 17. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Opitz von Boberfeld W., 1994. Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Ott A., 1979. Stand und Zielvorstellungen für die Mechanisierung der Berglandwirtschaft, FAT-Schriftenreihe 8. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Ott A., 1996. Tracteur ou faucheuse à deux essieux? Aptitude technique et rentabilité dans les terrains en pente. Rapport ART n° 479. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Wippl J., 2006. Einsatzgrenzen und Arbeitszeitbedarf von Traktoren und Zweiachsmähern am Hang – Ergebnisse von Vergleichsmessungen. In: Landtechnik im Alpenraum. FAT-Schriftenreihe 68, 11–16. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Wippl J., Handler F., 2002. Überblick Stand und Trends in der Hangmechanisierung. In: Landtechnik im Alpenraum. FAT-Schriftenreihe 54, 25–35. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.