

Compétitivité des grosses machines de récolte

Puissance ne signifie pas forcément productivité

August Ott, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), CH-8356 Tänikon

Pour qu'une machine s'avère rentable, il est important qu'elle ait une bonne performance et que son prix d'achat soit avantageux. En ce qui concerne les machines de récolte, il est impossible d'augmenter le taux d'utilisation annuelle comme on veut, pour réduire les coûts fixes. En effet, la durée de la campagne est limitée à un nombre précis de jours et d'heures. Ces limites sont d'ailleurs importantes quant à la rentabilité des grosses machines à performance élevée.

Nous avons étudié plus en détail le lien entre la durée de la campagne et l'utilisation rentable et compétitive des machines en ce qui concerne la récolte de betteraves sucrières, de pommes de terre et de maïs-ensilage. Pour la récolte de betteraves sucrières, la «petite» récolteuse totale à six rangs avec une trémie de 16 m³ s'est révélée intéressante en terme de rentabilité. En l'état actuel des connaissances, ce système peut également

être toléré en ce qui concerne la charge au sol.

Pour la récolte de pommes de terre, les procédés compétitifs sont en priorité ceux qui sont susceptibles de réduire sensiblement la charge de travail. Lorsque les sols sont favorables, c'est-à-dire lorsqu'ils présentent peu de pierres et de mottes, la récolteuse totale combinée, tractée, à deux rangs, s'avère un procédé compétitif. Cette machine pourvue d'un dispositif de ramassage latéral des buttes est équipée de pneus ménageant les sols, que ce soit sur le tracteur ou sur la récolteuse totale proprement dite.

Les ensileuses portées à un et deux rangs sont très compétitives pour la récolte de maïs-ensilage, dans la mesure où le tracteur qui les entraîne possède la puissance nécessaire.

Enfin, les grosses ensileuses automotrices pour le maïs-ensilage ou les récolteuses totales de betteraves très lourdes avec des trémies de 30 à 40 m³

sont peu compétitives en Suisse, étant donné le niveau actuel des coûts.

Problématique

On considère généralement que les grosses machines à haute performance ménagent les sols parce que leur performance est élevée et qu'elles seraient, de ce fait, utilisées moins de jours par an et uniquement sorties lorsque les conditions sont optimales. Pourtant, dans la pratique, la situation semble toute autre. La haute technologie de ces engins va de pair avec d'importants investissements qui impliquent que les machines soient utilisées le plus souvent possible afin d'être rentables. Le risque que l'agriculteur travaille également lorsque les conditions pédologiques sont défavorables existe donc, pour des motifs de rentabilité.

Ces questions seront étudiées en détail sur la base de trois récoltes critiques. Les résultats de l'étude seront ensuite évalués en fonction des quantités à l'aide de différents calculs.



Fig. 1: Les récolteuses totales automotrices de betteraves sucrières ont remis sur le tapis la discussion concernant la charge exercée par les machines sur le terrain et le tassement des sols.

Sommaire	Page
Problématique	1
Processus de récolte sélectionnés	3
Résultats économiques	3
Impact sur le sol	8
Conclusions	8
Bibliographie	8

Données techniques et bases de calcul

Récolte de betteraves sucrières

Ampleur des travaux: Récolte jusqu'à et avec stockage au bord du champ,
y compris temps de préparation sur le champ et déplacement sans ramassage des feuilles
Rendement: 65 t/ha, distance entre les lignes: 50 cm

	2 rangs, entraînée par le tracteur	6 rangs, deux phases, entraînée par le tracteur		Récolteuse totale, 6 rangs		
		Décolletage, arrachage	Chargement	Petite	Moyenne	Grosse
Puissance du tracteur, kW	85	85	110	--	--	--
Puissance du moteur, kW	--	--	--	205	265	330
Contenu de la trémie, t	5	--	10	10,5	16	26
Volume de la trémie, m ³	8	--	15	16	24	40
Largeur de travail, m	1	3	3	3	3	3
Vidange de la trémie, au plus tard après ...m ¹⁾	800	--	500	530	800	1330
Remplissages de la trémie par ha (théoriquement)	13	--	7	6	4	3
Temps d'arrachage net, h/ha	2,33	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Éléments de coûts						
Valeur à neuf Fr.	103 000	79 000	153 000	370 000	500 000	666 000
Coûts fixes Fr./an	12 407	10 698	20 844	49 534	66 521	88 115
Coûts variables Fr./ha	229	92	95	154	155	179
Coûts du tracteur Fr./h	48	48	59	0	0	0

1) N'est jamais exploité à fond dans les calculs.

Récolte de pommes de terre

Ampleur des travaux: Récolte, tri, chargement dans des paloxes en bordure de parcelles,
y compris temps de préparation sur le champ et déplacements
Conditions du sol favorables pour la culture des pommes de terre
Rendement: 40 t/ha, distance entre les lignes: 75 cm

	1 rang, tractée		2 rangs, tractée
	1,6	3,0	6,0
Contenu de la trémie, t	1,6	3,0	6,0
Puissance du tracteur, kW	40	50	85
Largeur de travail, m	0,75	0,75	1,50
Remplissages de la trémie par ha (théoriquement) ¹⁾	25	13	7
Temps d'arrachage net, h/ha	10,3	6,7	3,3
Éléments de coûts			
Valeur à neuf Fr.	61 000	84 000 ²⁾	178 000
Coûts fixes Fr./an	7 505	10 164	20 892
Coûts variables Fr./ha	267	292	268
Coûts du tracteur Fr./h	28	31	59

1) N'est jamais exploité à fond dans les calculs.

2) Avec tri préalable et trémie supplémentaire.

Récolte de maïs-ensilage

Ampleur des travaux: Hachage, y compris temps de préparation sur la parcelle et déplacements
sans transport du produit de la récolte jusqu'à la ferme
Rendement: 15 dt MS/ha

	Ensileuse portée		Machine automotrice 6 rangs
	1 rang	2 rangs	
Puissance du tracteur, kW	50	85	--
Puissance du moteur kW	--	--	280
Largeur de travail, m	0,75	1,50	4,50
Contenu du char, poids frais en t	3	4	5
Éléments de coûts			
Valeur à neuf Fr.	10 500	35 000	342 000 ³⁾
Coûts fixes Fr./an	1 632	4 973	26 520
Coûts variables Fr./ha	116,5	85,75	212,15
Coûts du tracteur ⁴⁾ Fr./h	43	61	0

3) Pourcentage d'utilisation de base de la machine pour l'ensilage de maïs: 60 %.

4) Selon les Frais de machines FAT, avec toutefois une utilisation du moteur à 60 % de ses capacités.

Processus de récolte sélectionnés

Les récoltes de betteraves sucrières, de pommes de terre et de maïs-ensilage ont lieu en automne ou à la fin de l'été, ce qui veut dire que les conditions pédologiques ne sont pas nécessairement idéales. Or, ce type de récolte requiert l'emploi de machines de plus en plus lourdes. Pour ces trois cultures, nous avons donc étudié des procédés de mécanisation usuels aujourd'hui en Suisse ou dont l'emploi peut tout au moins être envisagé. Nous avons sciemment choisi des machines légères et lourdes pour que les différences et les tendances soient plus faciles à identifier.

Les calculs se concentrent sur le travail de récolte proprement dit, sans transport du produit de la récolte. En ce qui concerne les temps de déplacement des machines de récolte, nous avons compté à chaque fois 5 km de trajet par passage. Lorsque les machines sont utilisées en commun par plusieurs exploitations, cela donne 5 km de trajet de parcelle à parcelle. Cela peut également représenter une distance de 2,5 km entre la ferme et le champ lorsque la machine n'appartient qu'à une seule exploitation.

La taille de la parcelle joue également un rôle important lorsqu'il s'agit de déterminer la compétitivité de tel ou tel procédé. L'essai a porté sur quatre types de parcelles différents, compris entre 0,5 et 5 ha.

Le tableau 1 récapitule les procédés choisis.

L'évaluation des résultats repose sur une durée moyenne de campagne de 200 h pour la récolte de betteraves sucrières, de 120 h pour la récolte de pommes de terre

Tab. 1: Vue d'ensemble des procédés avec leurs principales données

	Puissance kW	Contenu de la trémie (char) t	Nombre de remplissages de la trémie par ha (théoriquement)	Valeur à neuf des machines Fr.
Récolte de betteraves sucrières				
Récolteuse totale, 2 rangs, tractée	85	5	13	103 000.-
Récolte en deux phases, 6 rangs				
• Décolletage et arrachage	85	-	-	79 000.-
• Chargement	110	10	7	153 000.-
Récolteuse totale, 6 rangs				
• Petite	205	10,5	6	370 000.-
• Moyenne	265	16	4	500 000.-
• Grosse	330	26	3	666 000.-
Récolte de pommes de terre				
1 rang, tractée				
• Trémie moyenne	40	1,6	25	61 000.-
• Grande trémie	50	3	13	84 000.-
2 rangs, tractée	85	6	7	178 000.-
Récolte de maïs-ensilage				
Ensileuse portée				
• 1 rang	50	3	-	10 500.-
• 2 rangs	85	4	-	35 000.-
Ensileuse automotrice à 6 rangs	280	5	-	342 000.-*)

*) Pourcentage d'utilisation de base de la machine pour l'ensilage de maïs: 60 % de 287 000.-.

et de 100 h pour le maïs-ensilage. Ces valeurs devraient correspondre à la majeure partie du Plateau suisse. Enfin, les résultats peuvent également varier suivant la région, les cultures suivantes ou les variétés plantées.

Résultats économiques

Betteraves sucrières: la petite récolteuse totale à six rangs est au premier plan

Pour la récolte des betteraves sucrières, on part du principe qu'il y a stockage sur champ et que les feuilles ne sont pas ramassées. La trémie est utilisée au maximum à 60–80 % de ses capacités. Les calculs sont basés sur les tarifs d'entreprise de travaux agricoles valables en 2000, soit 820 francs/ha. La récolteuse totale à six rangs avec petite trémie (16 m³) s'est avérée une solution intéressante du point de vue économique dans différentes situations. Par rapport au modèle automoteur avec petite trémie, les récolteuses totales avec grande trémie (40 m³), elles, sont difficiles à employer de manière rentable dans les conditions de notre agriculture, même avec une forte hausse des

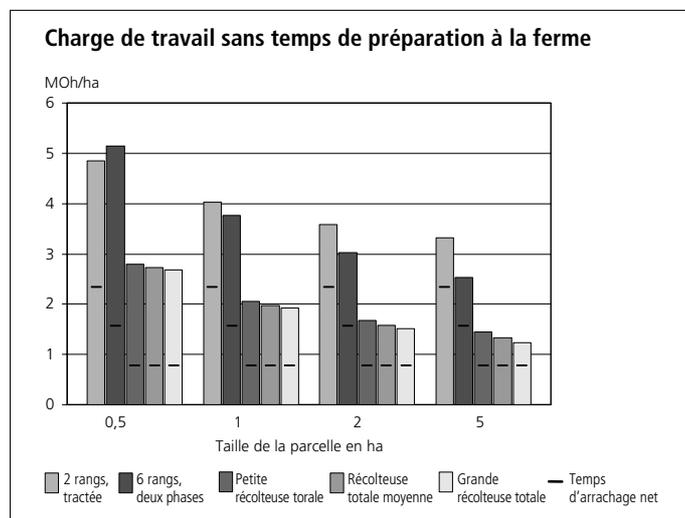


Fig. 2: Charge de travail inhérente à la récolte de betteraves sucrières lors du stockage en bordure de champ.

Dans tous les procédés, la charge de travail diminue plus la taille de la parcelle augmente, car le temps nécessaire pour tourner ou se rendre sur le champ s'en trouve considérablement réduit. Cette situation se vérifie particulièrement pour le procédé à deux phases.

coûts de la main-d'œuvre. La récolteuse totale à deux rangs est un procédé qui n'est compétitif que lorsque le tarif de l'arrachage est élevé ou le coût de la main-d'œuvre très bas.

Les différences éventuelles liées à la qualité du travail dans les différents procédés n'ont pas été prises en compte dans les calculs. On peut cependant admettre que les grosses machines de récolte, ayant un

circuit de nettoyage plus long, obtiennent un meilleur nettoyage. Comme les organes d'arrachage se distinguent peu sur le plan de la performance, on part du principe que les trois récolteuses totales auto-motrices travaillent à la même vitesse.

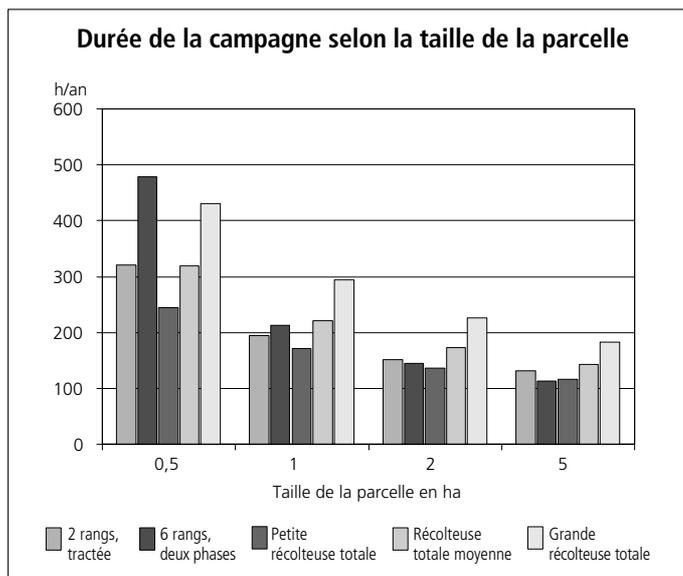


Fig. 3: Durée de campagne nécessaire en heures par an, pour couvrir le coût de la récolte de betteraves sucrières avec un tarif d'arrachage de 820 francs/ha (Fr. 35.- l'heure de main-d'œuvre).

La récolteuse totale à six rangs équipée d'une «petite» trémie est le procédé qui a besoin du moins de temps, quelle que soit la taille de la parcelle. C'est pourquoi il est plus compétitif que le procédé à deux rangs. Les récolteuses totales lourdes, équipées d'une grande trémie sont peu compétitives même sur les grandes parcelles de 5 ha. Le procédé à deux phases ne peut concrétiser ses performances élevées sur champ par un travail rentable que sur des parcelles de grande taille.

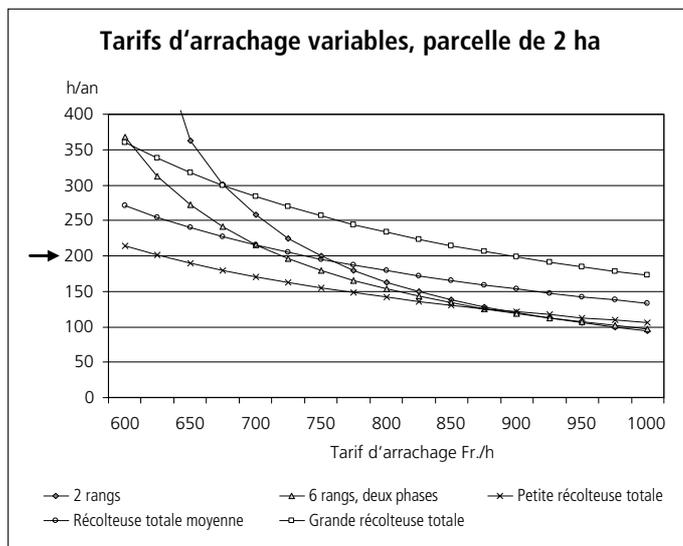


Fig. 4: Durée de campagne nécessaire pour la récolte de betteraves sucrières, avec différents tarifs d'arrachage (Fr. 35.- l'heure de main-d'œuvre).

Plus le tarif d'arrachage baisse, plus la récolteuse totale à six rangs devient compétitive. Toutefois, ce serait encore la récolteuse totale avec petite trémie (16 m³) qui obtiendrait les meilleurs résultats. Les procédés à deux rangs et à deux phases perdent rapidement leur compétitivité lorsque les tarifs passent en dessous de 750 francs/ha.

Pour une campagne moyenne de 200 heures par an, les tarifs d'arrachage seraient compris entre 625 et 900 francs/ha dans cet exemple.

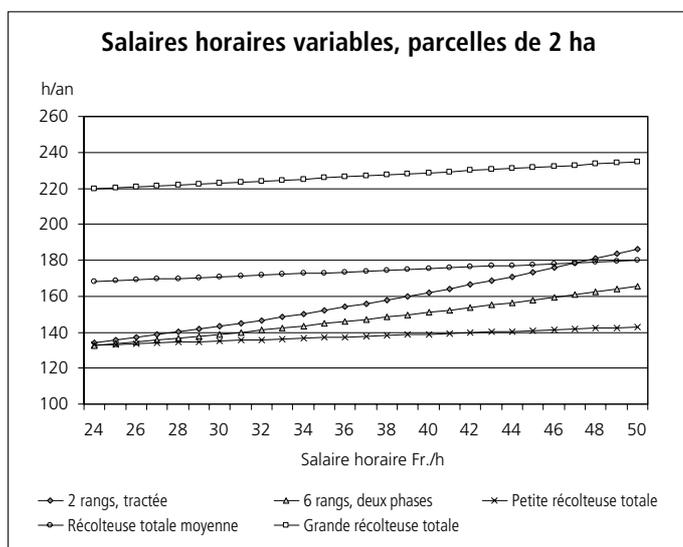


Fig. 5: Durée de la campagne pour la récolte de betteraves sucrières avec un salaire horaire variable.

Comme on pouvait s'y attendre, les deux procédés qui demandent le plus de travail, c'est-à-dire le procédé à deux rangs et celui à deux phases deviennent inintéressants, lorsque le salaire horaire augmente. Mais, la récolteuse totale avec grande trémie n'en devient pas pour autant plus compétitive, étant donné son prix d'achat très élevé.

Pommes de terre: les procédés qui demandent le plus de travail sont aussi les moins rentables

En Suisse, les pommes de terre sont souvent cultivées dans des endroits où la récolte est rendue difficile par la présence d'un fort pourcentage de pierres et de mottes. Par rapport aux autres cultures, la

récolte de pommes de terres exige un travail très intensif. Ces particularités influencent d'ailleurs la rentabilité des différents procédés étudiés.

Les calculs portent sur des machines à un rang avec une trémie de 1,6 t et 3 t, ainsi que sur une machine à deux rangs avec une trémie de 6 t. Le volume supérieur de

la trémie va de pair avec des éléments plus larges pour la séparation et le convoyage, ce qui augmente la performance. Le travail comprend la récolte sur la butte avec tri sur la machine et chargement sur les paloxes. Pour que les avantages du procédé à deux rangs puissent véritablement se faire sentir, les conditions du sol doivent être favorables pour la récolte, c'est-à-dire que les buttes doivent être quasiment exemptes de mottes et de cailloux.

L'étude de la durée de la campagne repose sur un tarif de Fr. 2600.- par ha.

La récolteuse à deux rangs avec grande trémie et outils plus performants s'avère un procédé intéressant pour sa rentabilité malgré son prix d'achat élevé, dans la mesure où les conditions pédologiques sont favorables. Lorsque le coût de la main-d'œuvre augmente ou que le tarif à l'hectare baisse, ce procédé accroît encore sa compétitivité. Il faut cependant noter que les avantages de la récolteuse à deux rangs ne sont réels que lorsque le sol des buttes comporte peu de corps étrangers.



Fig. 6: La récolteuse totale de pommes de terre à deux rangs est très performante. Elle n'est cependant rentable que lorsque les buttes comportent peu de pierres et de mottes.

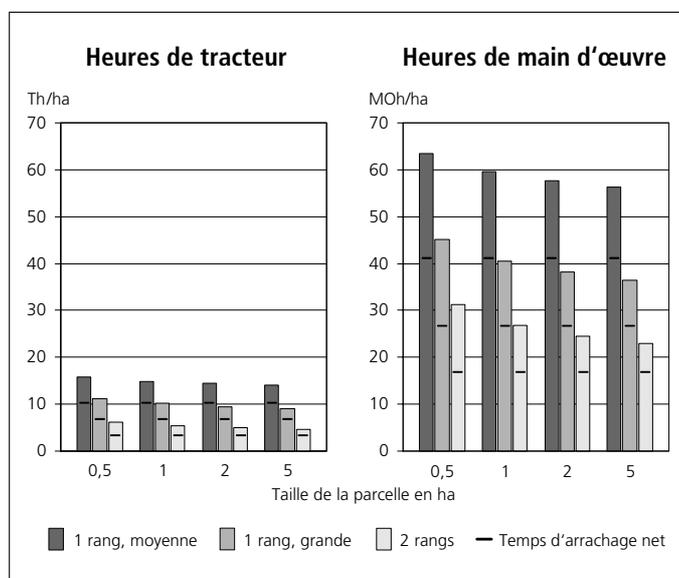


Fig. 7: Charge de travail pour la récolte de pommes de terre (avec tri et chargement sur les paloxes).

Le volume plus important de la trémie va également de pair avec des dispositifs plus efficaces pour le tri et la séparation. C'est pourquoi les machines les plus grosses réduisent considérablement la charge de travail. L'influence de la taille de la parcelle sur la charge totale de travail est plus significative pour les machines performantes que pour les machines petites et moyennes.

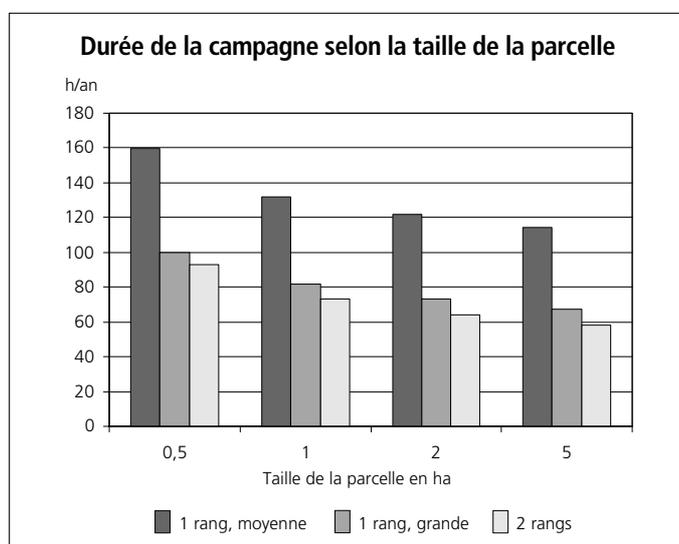


Fig. 8: Durée de campagne nécessaire en heures par an, pour couvrir le coût de la récolte de pommes de terre avec un tarif de Fr. 2600.- à l'hectare (Fr. 18.- l'heure de main-d'œuvre).

La récolteuse totale à un rang avec trémie moyenne revient plus cher et perd de sa compétitivité du fait de l'importante charge de travail. En dépit de leur prix d'achat élevé, les deux autres procédés plus performants ont besoin de nettement moins d'heures par an pour pouvoir travailler au tarif fixé.

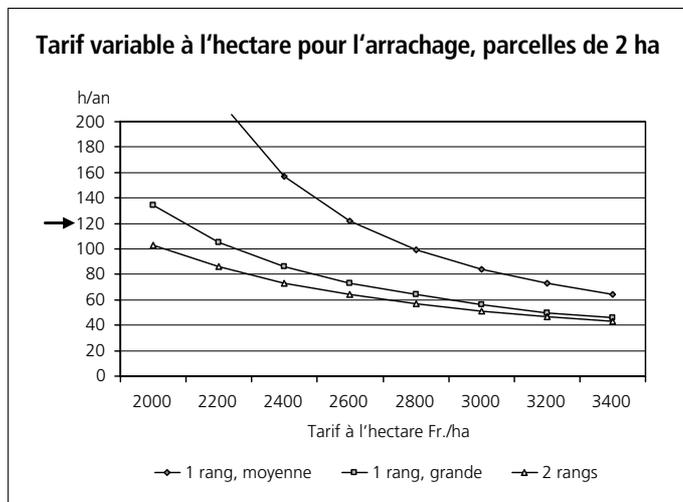


Fig. 9: Durée de campagne nécessaire pour la récolte de pommes de terre, avec différents tarifs à l'hectare (Fr. 18.- l'heure de main-d'œuvre).

Lorsque le tarif à l'hectare diminue, le procédé le plus léger devient rapidement inintéressant sur le plan économique. La machine à deux rangs, plus lourde, serait elle plus compétitive. Pour une durée moyenne de campagne de 120 h par an, les différents procédés couvriraient leurs coûts de fonctionnement aux tarifs suivants, 1800, 2100 et 2600 francs/ha.

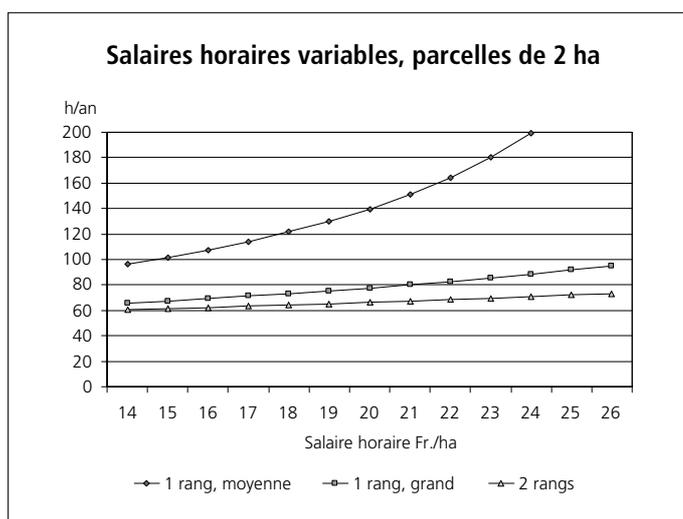


Fig. 10: Durée de la campagne pour la récolte de pommes de terre avec un salaire horaire variable.

Le procédé à un rang, qui exige une importante charge de travail, perd rapidement sa compétitivité lorsque le salaire horaire augmente. Dans une telle situation, le procédé à deux rangs, plus performant, conforterait encore son avance.

Maïs-ensilage: les ensileuses à un rang restent intéressantes

En Suisse, on utilise principalement des ensileuses à un et deux rangs. Pour améliorer le taux d'utilisation des machines, on emploie également des récolteuses-hacheuses automotrices avec bec à maïs

pour l'ensilage du maïs. Mais, dans bien des cas, ces engins automoteurs ne peuvent couvrir les charges, comme plusieurs études réalisées en Suisse et à l'étranger ont déjà permis de le constater. En effet, les ensileuses à maïs portées reviennent en général bien moins cher à l'achat, peuvent souvent être tractées par un tracteur déjà

disponible sur l'exploitation et présentent enfin une bonne performance.

Pour les trois procédés, les calculs sont basés sur un débit technique d'environ 0,3 t de maïs frais par kW et par heure. La récolteuse hacheuse automotrice est utilisée à 60 % pour le maïs-ensilage et à 40 % pour l'herbe ensilée. Comme le montrent les résultats, le taux d'utilisation devrait être bien supérieur pour l'herbe ensilée afin que cette machine automotrice puisse être compétitive pour la récolte de maïs-ensilage. Sur la base des hypothèses mentionnées plus haut, les ensileuses à un et deux rangs s'avèrent nettement plus rentables dans une large mesure.



Fig. 11: La performance à la surface d'une ensileuse à maïs portée dépend en premier lieu de la puissance du tracteur. Lorsque les tracteurs sont suffisamment puissants, les ensileuses à maïs portées peuvent s'avérer très compétitives.

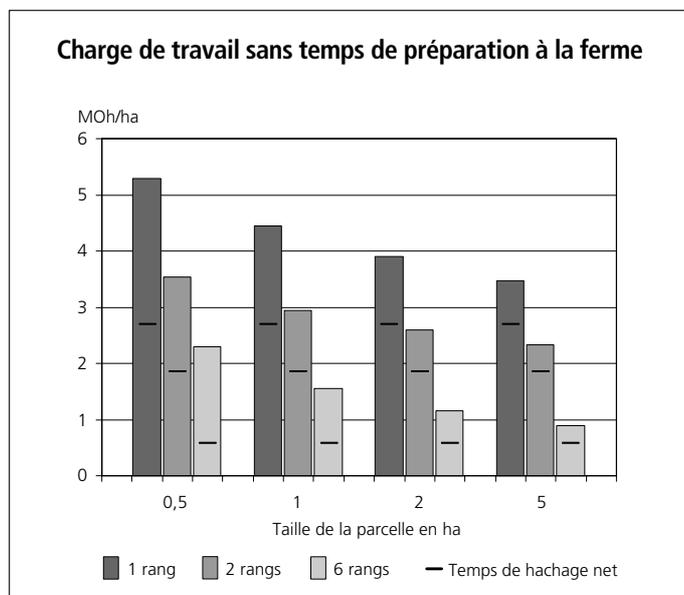


Fig. 12: Charge de travail pour la récolte du maïs-ensilage. Plus la taille de la parcelle augmente, plus la charge de travail diminue. Le nombre de lignes de l'ensileuse joue également un grand rôle, car le débit dépend essentiellement de la puissance du moteur. C'est la raison pour laquelle la machine automotrice à six rangs impressionne par ses performances élevées. Toutefois, de tels résultats ne peuvent être exploités à part entière dans la pratique, car les importantes quantités de récolte créent souvent des goulets d'étranglement au niveau du transport et du chargement.

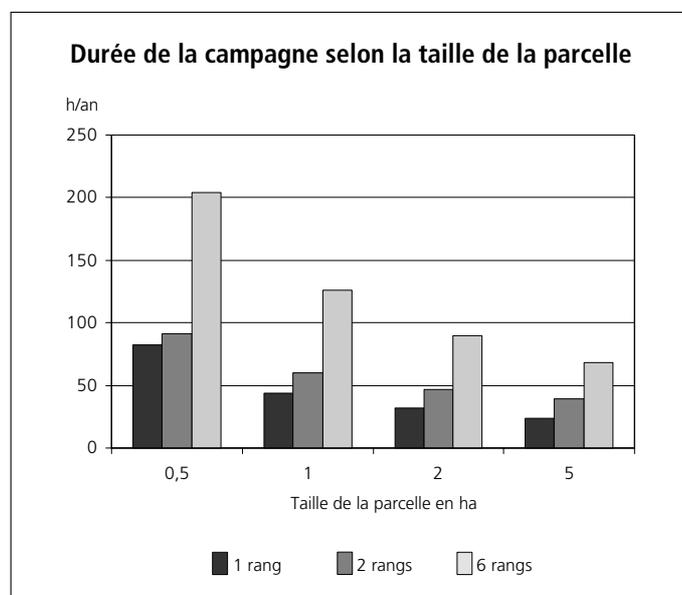


Fig. 13: Durée de campagne nécessaire en heures par an, pour couvrir le coût de l'ensilage avec un tarif de hachage de Fr. 580.-/ha (Fr. 35.- l'heure de main-d'œuvre). Les ensileuses à maïs portées s'avèrent très rentables non seulement sur les petites parcelles, mais aussi sur les grandes de 5 ha. L'ensileuse automotrice nécessite beaucoup plus d'heures d'utilisation par an, sans parler de la surface, pour couvrir son coût de fonctionnement.

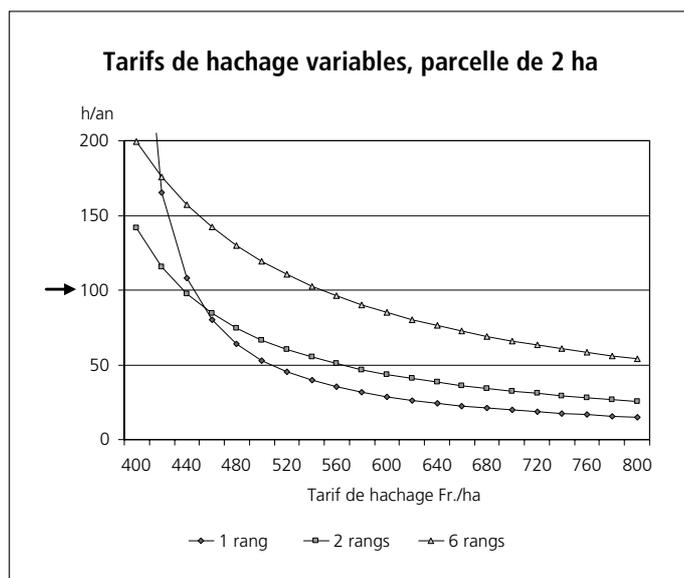


Fig. 14: Durée de campagne nécessaire pour la récolte de maïs-ensilage, avec différents tarifs de hachage (Fr. 35.- l'heure de main-d'œuvre). Les ensileuses à maïs portées seraient largement plus compétitives que les grosses machines automotrices même avec des tarifs de hachage plus bas. La situation ne changerait que si les tarifs passaient en dessous de la barre des Fr. 500.-/ha. Dans cet exemple, pour une durée moyenne de campagne de 100 h/an, les ensileuses à maïs portées seraient rentables à environ Fr. 440.-/ha. Pour la grosse machine automotrice, il faudrait compter Fr. 540.-/ha.

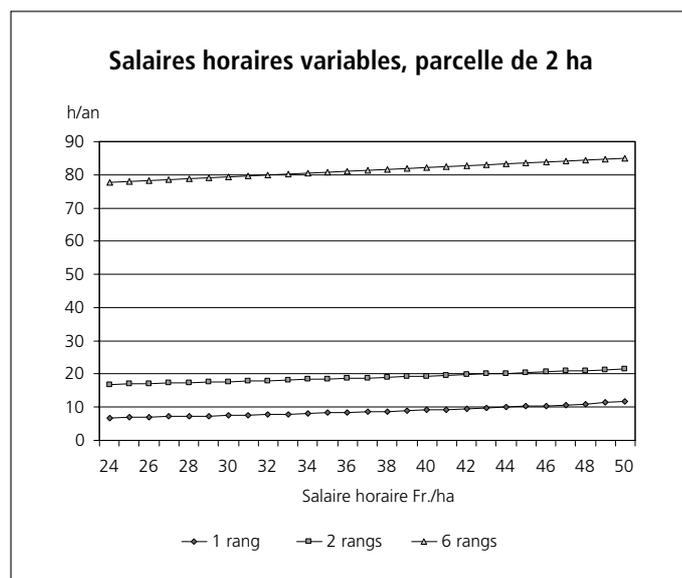


Fig. 15: Durée de la campagne pour le hachage de maïs-ensilage avec un salaire horaire variable. Le salaire horaire n'exerce pas une influence réellement significative sur la compétitivité de ce procédé.

Impact sur le sol

Risque limité dû à la pression des coûts

Pour la **récolte de betteraves sucrières**, la récolteuse totale à six rangs avec «petite» trémie s'avère un procédé intéressant en terme de rentabilité. Grâce à l'optimisation du châssis et l'emploi de pneus dernier cri, cette machine peut être acceptée du point de vue de son impact sur le sol. Un seul passage permet de récolter les betteraves sucrières sur une largeur de 3 m. La récolteuse totale à deux rangs, plus légère, a besoin de trois passages pour effectuer le même travail, sachant que les mêmes voies de passages sont réutilisées jusqu'à cinq fois. Dans la pratique, on utilise généralement la machine plus lourde et plus chère, à six rangs et un volume de trémie moyen. En général, elle ne présente pas de charges sur les roues, essentiellement supérieures à celles de la petite machine à six rangs. Aucune pression économique ne se dessine à l'horizon concernant l'utilisation des récolteuses totales à six rangs plus grandes et plus lourdes avec une trémie de 25 t.

Lorsque les sols présentent un fort pourcentage de corps étrangers (pierres, mottes), **la récolte de pommes de terre** doit être effectuée avec des machines à un rang. Dans ce type de sols, les grosses machines équipées de dispositifs de séparation performants se heurtent rapidement à des limites techniques, car le degré d'efficacité desdits dispositifs est réduit et qu'une grande partie du tri doit se faire à la main.

C'est pourquoi la comparaison des procédés a été effectuée sur des sols à pommes de terre réputés favorables. Dans de tels cas, la lourde machine à deux rangs s'est avérée intéressante en terme de rentabilité. Si les salaires augmentaient ou si les tarifs à l'hectare diminuaient, sa compétitivité en serait encore accrue.

C'est pourquoi la question du poids des machines pour la récolte de pommes de terre reste encore ouverte. Au cours des dernières années, on est passé de machines avec ramassage central des buttes à des machines avec ramassage latéral des buttes. Le ramassage latéral nécessite une construction plus robuste, ce qui augmente le poids des machines. Mais comme les roues ne passent plus nécessairement entre les buttes de pommes de terre, il est possible d'équiper les machines de récolte

et les tracteurs de pneus beaucoup plus larges. De cette façon, il est tout à fait possible de compenser l'augmentation du poids de la machine.

A l'heure actuelle, on commence à voir apparaître de grosses machines automotrices pour la récolte de pommes de terre. L'influence de la température des tubercules sur le risque de lésions pendant la récolte réduit à tel point les heures disponibles pour effectuer les travaux des champs que la machine extrêmement onéreuse ne peut pas être utilisée suffisamment pour être rentable.

En ce qui concerne la **récolte de maïs-ensilage**, la petite ensileuse portée à un rang est très compétitive. Les ensileuses automotrices, plus lourdes, sont bien moins rentables, lorsqu'il n'est pas possible d'augmenter leur taux d'utilisation en les employant pour l'ensilage d'herbe ou pour d'autres récoltes. De ce fait, les machines de récolte lourdes ne représentent aucun risque pour la récolte de maïs-ensilage pour des raisons de rentabilité.

Le transport peut toutefois poser problème. Dans les trois procédés étudiés, le maïs haché est chargé dans des chars remorqués ou conduits en parallèle. Le choix des pneus utilisés pour ce type d'engins est très important, car avec la récolte, les chars doivent supporter des poids élevés. De plus, avec l'ensileuse portée, la fréquence des passages sur la parcelle est elle-même élevée.

Conclusions

Combien d'heures un système de mécanisation donné doit-il être utilisé en une année, suivant un tarif à l'hectare donné, pour couvrir tous les coûts qu'il engendre? C'est ce qu'on appelle la durée nécessaire de la campagne et c'est aussi un bon indicateur pour évaluer la rentabilité ou la compétitivité du système en question. La durée nécessaire de la campagne a parfois varié considérablement entre les procédés étudiés (fig. 3, 8, 13). Ce phénomène montre clairement qu'en Suisse, les procédés qui présentent des performances élevées à la surface ne peuvent souvent pas être employés de manière rentable, car la taille des parcelles et la durée de campagne possible sont pénalisantes.

Une pression économique massivement renforcée qui se traduirait par une baisse

très nette des tarifs de récolte pourrait éventuellement favoriser l'emploi des machines lourdes et performantes. Il faudrait toutefois pouvoir également prolonger la durée de la campagne (nombre d'heures d'utilisation), ce qui augmenterait le risque pour les sols. Le problème c'est qu'il est souvent impossible de prolonger la durée de la période de récolte mais que les travaux doivent également être effectués dans des conditions défavorables.

En ce qui concerne la protection des sols, on ne peut pas considérer la situation comme critique pour les trois types de récolte étudiées, ni actuellement, ni dans un proche avenir. Il est également important de savoir comment les chefs d'entreprise agricoles réagissent lorsque la lutte pour les parts de marché les pousse à adopter les techniques les plus modernes. Leur intérêt et celui des agriculteurs seraient d'argumenter en termes de qualité du travail et de procédés respectueux des sols et non en termes de performance à la surface et de potentiel de travail.

Bibliographie

Ammann H., 1999. Frais de machines 2000. Rapport FAT 539.

Jäger P., 1995. Wieviele Maisreihen sollte der Häcksler ernten? dlz 8/95.

Kramer E., 1991. Mécanisation performante: un danger pour nos sols? Rapport FAT 412.

Lange J., 1996. Mit welchem Erntesystem fahre ich am günstigsten? top agrar 6/96.

Näf E., 1996. Le nouveau budget du travail FAT.

Simons J., 1991. Gesamtzeitbedarf und Verfahrenskosten der Zuckerrübenerte. Landtechnik 9/91.

Spieß E., 1993. La récolte des pommes de terre. Technique et procédés. Rapport FAT 435.