



Principes méthodologiques de calcul des coûts-machines

Auteurs

Christian Gazzarin et Markus Lips



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Impressum

Edition	Agroscope Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Renseignements	Christian Gazzarin christian.gazzarin@agroscope.admin.ch
Rédaction	Christian Gazzarin
Graphisme	Jacqueline Gabriel
Photo de couverture	Christian Gazzarin
Téléchargement	www.agroscope.ch/science
Copyright	Agroscope 2018
ISSN	2296-729X
ISBN	978-3-906804-86-6

Sommaire

	Zusammenfassung / Summary / Résumé.....	5
1	Rapport annuel sur les coûts de machines	6
2	Importance des coûts de machines.....	7
3	Calcul des coûts.....	8
3.1	Classification méthodologique.....	8
3.2	Définition du tarif d'indemnisation.....	8
3.3	Récapitulatif du calcul (colonne valeur indicative par h ou UT).....	8
3.4	Écarts par rapport au tarif d'indemnisation.....	10
3.5	Coûts de réalisation des travaux.....	11
4	Données de base.....	12
4.1	Données de base générales	12
4.1.1	Prix du carburant.....	12
4.2	Données de base spécifiques aux machines	15
4.2.1	Sélection des types de machines.....	15
4.2.2	Capacité de travail	15
4.2.3	Prix d'achat moyen	15
4.2.4	Utilisation annuelle.....	17
4.2.5	Charge du moteur	18
4.2.6	Durée d'utilisation	19
4.2.7	Facteur de réparation et d'entretien FRE.....	19
4.2.8	Besoin en bâtiments	21
4.2.9	Primes d'assurances.....	21
4.2.10	Impôts et taxes.....	21
4.2.11	Auxiliaires	21
5	Calcul des différents postes de coûts.....	22
5.1	Trois types de coûts	22
5.2	Coûts fixes	22
5.2.1	Amortissements	22
5.2.2	Valeur résiduelle	23
5.2.3	Intérêts.....	24
5.2.4	Coûts des bâtiments	24
5.2.5	Assurances, impôts, taxes	25
5.3	Coûts variables.....	25
5.3.1	Coûts de réparation et d'entretien.....	25
5.3.2	Coûts de carburant	25
5.3.3	Coûts des auxiliaires.....	26
5.4	Supplément risques et administration	26
6	Calcul du seuil d'achat	27
7	Bibliographie	29
8	Annexe	31

Tableaux

Tableau 1: Données de base générales	8
Tableau 2: Données de base spécifiques aux machines	9
Tableau 3: Calcul de coûts et tarif d'indemnisation	10
Tableau 4: Taux d'intérêt moyens en fonction de la durée d'amortissement et du taux d'intérêt initial	12
Tableau 5: Charges sociales à la charge de l'employeur	14
Tableau 6: Majoration de salaire pour le statut d'entreprise par rapport au salaire brut	14
Tableau 7: Échantillonnage pour les relevés des nouveaux prix	16
Tableau 8: Facteur de réparation et d'entretien pour tracteur quatre roues motrices 70-kW	20
Tableau 9: Facteurs de valeur résiduelle selon la période d'amortissement en fonction du degré d'utilisation	24
Tableau 10: Degrés de charge des tracteurs pour différents travaux, compte tenu des temps de trajet, de préparation et de pannes (Rinaldi et. al., 2005)	31

Figures

Figure 1: Utilisation annuelle de 69 tracteurs quatre roues motrices de 10 à 14 ans (Source: Agropool, novembre 2008).	18
Figure 2: Répartition des degrés de charge selon 49 procédés de travail différents compte tenu des temps de préparation, de pannes et de trajet (selon Rinaldi et. al., 2005).	19
Figure 3: Coûts par heure de fonctionnement d'un tracteur (70 kW) en cas d'utilisation annuelle croissante.	27
Figure 4: Coûts annuels d'un tracteur (115 CV) en cas d'utilisation annuelle croissante.	28

Abréviations

UT	unité de travail (p. ex. h ou ha)
MOh	heure de main-d'œuvre
ART	Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon, aujourd'hui Agroscope
cm	centimètre = 1/100 mètre
FAT	Station de recherche Tänikon, aujourd'hui Agroscope Tänikon
h	heure
ha	hectare
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt (D)
kW	kilowatt (1 kW = 1,36 CV)
m ³	mètre cube
ÖKL	Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung
CV	cheval-vapeur (1 CV = 0,736 kW)
FRE	facteur de réparation et d'entretien

Zusammenfassung

Methodische Grundlagen für die Berechnung der Maschinenkosten

Der jährlich publizierte Maschinenkostenbericht von Agroscope basiert methodisch auf einer Kostenkalkulation und gehört innerhalb des Rechnungswesens zum Bereich der Betriebsbuchhaltung. Der Bericht enthält Angaben für mehrere hundert Landmaschinentypen und hat zum Ziel, Entschädigungsansätze für die überbetriebliche Nutzung und Grundlagen für die Berechnung der Arbeiterledigungskosten von Verfahren anzugeben. Die Kostenkalkulation basiert auf zahlreichen Annahmen und Daten, die im vorliegenden Bericht detailliert erklärt werden. Neben Ausführungen zu Motorenbelastung, Reparatur- und Unterhaltskosten sowie zum Restwert wird im Speziellen auch die Kaufschwelle erläutert – das Kriterium, das auf Betriebsebene herangezogen werden kann, um zwischen Kauf und Miete einer Maschine zu entscheiden.

Summary

Methodological Bases For Calculating Machinery Costs

The Machinery Costs Report published every year by Agroscope is based on a cost-calculation method and forms part of the farm accountancy field within the accounting system. The report contains data on several hundred types of agricultural machines, and aims to provide compensation rates for inter-farm use, as well as bases for calculating labour costs for the different processes. The cost calculation is based on numerous assumptions and data that are explained in detail in the present report. Besides information on engine load, repair and maintenance costs, and residual value, particular focus is placed on explaining the purchase threshold – the criterion that can be used at farm level to decide between the purchase or lease of a machine.

Résumé

Principes méthodiques de calcul des coûts-machines

Le rapport sur les coûts de machines qu'Agroscope publie chaque année est basé sur une méthode de calcul des coûts et fait partie, dans le système comptable, du domaine de la comptabilité d'exploitation. Le rapport contient des données pour plusieurs centaines de types de machines agricoles et a pour but d'indiquer des tarifs d'indemnisation pour l'utilisation des machines en commun et des bases pour le calcul des coûts de main-d'œuvre des différents procédés. Le calcul des coûts repose sur de nombreuses hypothèses et données qui sont expliquées en détail dans le présent rapport. Outre des informations sur la charge des moteurs, les coûts de réparation et d'entretien et la valeur résiduelle, le seuil d'achat est également expliqué en détails – c'est le critère qui peut servir, à l'échelle de l'exploitation, de base de décision pour l'achat ou la location d'une machine.

1 Rapport annuel sur les coûts de machines

Chaque année, la station de recherche Agroscope publie le rapport sur les coûts de machines. L'objectif du rapport est de faciliter le partage de machines agricoles entre les exploitations en proposant un tarif d'indemnisation sous forme de valeur indicative. Compte tenu du niveau élevé des coûts de machines dans l'agriculture suisse, ce rapport contribue à réduire les coûts et à améliorer la compétitivité. Des calculs comparables, mais généralement avec un objectif différent, sont également effectués dans les pays voisins: Allemagne (KTBL 2018), Autriche (ÖKL), Italie (www.agraria.org), France (www.lafranceagricole.fr). Des rapports similaires existent aussi en Grande-Bretagne (Craig 2016), aux États-Unis (Lazarus 2015) et en Afrique du Sud (Lubbe et Archer 2014).

Le rapport sur les coûts de machines indique les coûts de revient par unité de travail (par exemple, heures de fonctionnement pour les tracteurs, hectares pour les charrues) pour plusieurs centaines de machines. Le tarif dit d'indemnisation qui en découle sert de valeur indicative pour le tarif de location, pour l'utilisation des machines en commun par plusieurs exploitations par exemple. Pour les entreprises de travaux agricoles, il faut également tenir compte du niveau de salaire de l'opérateur des machines.

Le présent rapport montre l'importance du coût des machines dans l'agriculture suisse (chapitre 2). Le chapitre 3 documente la méthode actuelle de calcul des coûts de machines en présentant brièvement le calcul du tarif d'indemnisation. Le rapport se réfère aux colonnes du rapport actuel sur les coûts de machines, qui contiennent les données de base ou les différents postes de coûts. Le chapitre 4 explique en détails comment ont été obtenues les données de base utilisées, tandis que le chapitre 5 traite des différentes étapes de calcul. Enfin, le sixième et dernier chapitre explique ce qu'est le seuil d'achat, valeur décisive lorsqu'il s'agit d'acheter ou de louer une machine.

Un fichier Excel (*TractoScope*) correspondant au rapport sur les coûts de machines est disponible gratuitement sur Internet. Il permet de calculer les coûts des machines (www.maschinenkosten.ch). Contrairement au rapport sur les coûts de machines, *TractoScope* permet de modifier toutes les hypothèses et de prendre en compte les contingences spécifiques de l'exploitation. *TractoScope* comprend un mode d'emploi détaillé et est mis à jour chaque année parallèlement au rapport sur les coûts de machines. Il est possible d'enregistrer jusqu'à huit machines au total, de sorte que des combinaisons de machines, opérateurs compris, peuvent être calculées et comparées (par exemple, tracteur avec roues jumelées et faucheuse avec opérateur).

Une grande partie du rapport sur les coûts de machines est également publiée chaque année dans le calendrier Wirz et dans le Mémento Agricole (Agridea) ainsi que dans les magazines «Schweizer Agrartechnik» et «Schweizer Bauer».

Ce rapport constitue une mise à jour de la description méthodologique de 2013, qui a fait suite à la révision complète du rapport sur les coûts de machines (Gazzarin et Lips 2013).

2 Importance des coûts de machines

Les coûts des machines représentent une part importante du total des coûts de production ou des coûts de revient de l'agriculture suisse. Selon les évaluations comptables des années 2012-2014 (Hoop et Schmid 2015), les coûts annuels moyens des machines de l'exploitation (hors intérêts et coûts de véhicule au prorata) s'élèvent à environ 30 100 Fr. par exploitation. Ils représentent 14 % des coûts réels qui s'élèvent à 212 000 francs, et sont donc le poste de coûts réels le plus important, devant les coûts de construction (28 300 francs) et les coûts des concentrés (26 200 francs). La majorité de ces coûts de machines se compose des amortissements (45 %), des réparations et du petit outillage (39 %). Le reste est constitué de carburants et de lubrifiants, de taxes et d'assurances.

Selon la taille de l'exploitation et la région, les calculs des coûts complets dans l'élevage laitier font état d'un pourcentage de coûts de machines de 13 à 15 % (BBZN Hohenrain et Agridea, 2010) ou de 15 à 20 % (Gazzarin et Schick 2004), les coûts des machines représentant ici aussi le principal poste de coûts réels. Hoop et al (2017) indiquent une part de coûts de machines d'environ 15 % pour la production laitière et, par conséquent, de 20 % pour l'élevage des vache-mères. Pour les grandes cultures, la part des coûts de machines varie entre 20 % (pommes de terre) et 33 % betteraves sucrières (Hoop et al. 2017).

L'utilisation des machines en commun par plusieurs exploitations et la limitation du parc de machines qui en découle, mais aussi le fait de confier des travaux à des sous-traitants, sont des mesures efficaces pour réduire les coûts, en particulier dans le cas des petites structures qui caractérisent l'agriculture suisse. En particulier, l'utilisation annuelle ou le nombre d'unités de travail, sur lesquelles les coûts d'acquisition (amortissements) des machines sont répartis, peuvent ainsi être augmentés et donc les coûts par unité de travail réduits. Cela permet d'équilibrer les dépenses liées aux machines par rapport à la production. Les machines ayant une faible utilisation annuelle ont généralement une durée d'utilisation plus longue que celles qui ont une utilisation annuelle élevée. Toutefois, la durée de vie plus longue d'une machine dont l'utilisation annuelle est faible peut être remise en question dans le contexte dynamique du changement structurel. Dans certaines circonstances, il peut être plus judicieux de tirer parti des progrès techniques et de remplacer l'ancienne machine par une nouvelle, à condition que celle-ci apporte de véritables avantages (par exemple, puissance plus élevée, consommation de carburant inférieure, meilleure qualité de travail). À l'inverse, il peut être plus judicieux, surtout pour les exploitations dont les ambitions de croissance sont limitées, d'utiliser les machines sous-utilisées aussi longtemps que possible.

3 Calcul des coûts

3.1 Classification méthodologique

Dans le domaine des finances et de la comptabilité, le calcul des coûts de machines fait partie de la comptabilité d'exploitation, c'est-à-dire de la comptabilité interne (Lips 2018). Dans la comptabilité d'exploitation, le calcul des coûts de machines représente un calcul de charges.

3.2 Définition du tarif d'indemnisation

Le tarif d'indemnisation est le résultat d'un calcul de coûts complets et reflète les coûts de revient de l'utilisation des machines, compte tenu d'un supplément pour le risque et l'administration. Dans chaque cas, le tarif se réfère à l'unité de travail spécifique à la machine, soit: les heures (pour les tracteurs par exemple), les hectares (pour les charrues par exemple), les mètres cubes (m³, citernes à lisier), les charretées (remorques mélangeuses), les balles (presses), les tonnes (remorques de transport) et bien d'autres encore. Le tarif d'indemnisation est un chiffre purement mathématique, basé sur de nombreuses hypothèses qui correspond par conséquent à un calcul de coûts budgétés.

En raison de la grande amplitude de variation dans la pratique, la sélection et le calcul des postes de coûts reposent sur des valeurs moyennes qui sont considérées comme les plus «typiques» d'une utilisation des machines en commun entre les exploitations.

Dans le rapport sur les coûts de machines, le tarif d'indemnisation est présenté sous la forme d'une valeur indicative sous différentes formes (colonnes «tarif d'indemnisation pour la machine en question»). Le tarif d'indemnisation est indiqué par heure (valeur indicative Fr./h) et pour l'unité de travail spécifique à la machine (valeur indicative Fr./UT). Afin de tenir suffisamment compte de l'utilisation annuelle comme facteur d'influence majeur, l'amplitude de variation du tarif d'indemnisation est indiquée dans deux autres colonnes si l'utilisation annuelle est supérieure ou inférieure de 25 %.

3.3 Récapitulatif du calcul (colonne valeur indicative par h ou UT)

L'exemple d'un tracteur de 70 kW permet d'illustrer le calcul du tarif d'indemnisation. Les données de base générales nécessaires sont répertoriées dans le tableau 1, qui renvoie également aux chapitres suivants pour des explications détaillées.

Tableau 1: Données de base générales.

Donnée	Valeurs pour 2018	Explications complémentaires
Prix du carburant	1.64 Fr./litre de gazole	Chap. 4.1.1
Part du capital utilisé	0,6	Chap. 4.1.2
Taux d'intérêt (%)	2 %	Chap. 4.1.3
Assurance incendie	0,2 %	Chap. 4.1.6

Sur la base du rapport sur le coût des machines 2018 (Gazzarin 2018), le tableau 2 contient les données de base spécifiques aux machines pour un tracteur de 70 kW. Le code machine est important pour le programme de calcul *TractoScope*, car le numéro de code est nécessaire pour consulter la machine.

Tableau 2: Données de base spécifiques aux machines.

Colonne	Exemple	Explications complémentaires
Code	1005	-
Type de machine, désignation et description plus précise de la machine	Tracteur 65–74 kW (88–101 CV)	Chap. 4.2.1
Puissance moteur ou capacité de travail	70 kW	Chap. 4.2.2
Prix d'achat moyen	Fr. 90 000.-	Chap. 4.2.3
Degré d'utilisation par an servant au calcul de la valeur indicative	450 h/an	Chap. 4.2.4
Charge du moteur	40 %	Chap. 4.2.5
Facteur valeur résiduelle	0,1	Chap. 5.2.2
Durée d'utilisation sur la base du temps en années	15 ans	Chap. 4.2.6
Durée d'utilisation sur la base du travail en unités de travail	10 000 heures	Chap. 4.2.6
Facteur FRE (réparations, entretien)	0,55	Chap. 4.2.7
Besoins en bâtiments	70 m ³	Chap. 4.2.8
Assurances, impôts, taxes	Fr. 480.- (sans assurance incendie)	Chap. 4.2.9/ 4.2.10

Le tableau 3 présente le calcul complet des coûts. Les coûts de revient par unité de travail correspondent à la somme des coûts fixes et variables. Les coûts fixes sont calculés par an, tandis que les coûts variables se rapportent à l'unité de travail, dans le présent exemple l'heure de fonctionnement. Une fois le prix de revient disponible, le supplément risque et administration de 10 % est ajouté (chapitre 5.4). Enfin, le montant est arrondi à un nombre entier en francs.

Tableau 3: Calcul de coûts et tarif d'indemnisation.

Coûts fixes par an			
	Formule	Calcul (exemple)	Valeur en fr./an
Amortissement brut (Fr.)	$\frac{\text{Prix d'achat}}{\text{Durée d'amortissement}}$	$\frac{90\ 000}{15}$	6000.-
Degré d'utilisation (%)	$\frac{\text{Utilisation annuelle} \times \text{durée d'amortissement}}{\text{Durée d'utilisation technique}} \times 100$	$\frac{450 \times 15}{10\ 000} \times 100$	67,5
Facteur de valeur résiduelle	Dédit du degré d'utilisation Chapitre coûts fixes		0,10
Valeur résiduelle (Fr.)	Prix d'achat × Facteur de valeur résiduelle	90 000×0.2	9000.-
Amortissement net (Fr.)	$\frac{\text{Prix d'achat} - \text{valeur résiduelle}}{\text{Durée d'amortissement}}$	$\frac{90\ 000 - 9000}{15}$	5400.-
Intérêts (Fr.) pour le prix d'achat net (sans valeur résiduelle) pour la valeur résiduelle	Prix d'achat net × part de capital immobilisé × taux d'intérêt (%)	81 000×0.6×0.02	972.-
	Valeur résiduelle × taux d'intérêt (%)	9000×0.02	180.-
Coûts des bâtiments (voir tab. 1)	Bâtiments nécessaires × Coûts annuels des bâtiments	70×13	910.-
Assurance incendie (tab. 1) Autres assurances / Taxes (tab. 2)	Prix d'achat × prime (%)	90 000×0.002	180.-
	Prime responsabilité civile + taxes	340+110	450.-
Total des coûts fixes par an, arrondi (Fr.)			<u>8092.-</u>
Coûts variables par h			
Consommation de carburant Coûts du carburant	Puissance × consommation de carburant spéciale × charge du moteur (%)	70×0.3×0.4=8.4 l/h	13.78
	Consommation de carburant × prix du carburant	8.4 l/h × 1.64 Fr./l	
Coûts de réparation et d'entretien (Fr.)	$\frac{\text{Prix d'achat} \times \text{FRE}}{\text{Durée d'utilisation technique}}$	$\frac{90\ 000 \times 0.55}{10\ 000}$	4.95
Total des coûts variables par h (Fr.)			<u>18.73</u>
Total des coûts variables par an (Fr.)			8428.50
Coûts de revient et tarif d'indemnisation par h			
Coûts fixes par unité de travail (UT)	$\frac{\text{Coûts fixes}}{\text{Utilisation annuelle}}$		17.98
Coûts variables par UT			18.73
Coûts de revient en Fr. par h	Coûts fixes par UT + coûts variables par UT		17.98+18.73
Supplément risque et administration, 10 %			36.71×0.1
Tarif d'indemnisation en Fr. par h (arrondi)			<u>40.-</u>

3.4 Écarts par rapport au tarif d'indemnisation

Bien entendu, il est possible qu'un calcul de coûts dans la pratique ou un tarif de location en vigueur pour une machine (étude de cas) s'écarte du tarif d'indemnisation défini dans le rapport sur les coûts de machines. Il y a trois raisons principales à cela:

- Les valeurs relatives à l'utilisation annuelle, au prix d'achat ou au prix du carburant dans l'étude de cas diffèrent des hypothèses du rapport sur le coût des machines (valeurs moyennes).
- Le tarif de location d'une étude de cas est influencé par l'offre et la demande à l'échelle régionale, ce qui peut se traduire par des valeurs plus ou moins élevées en fonction des conditions du marché.

Les temps morts tels que les temps de préparation, de pannes ou de trajet sont pris en compte dans le calcul des coûts, tandis que les capacités de travail figurant dans le rapport sur les coûts de machines ne comprennent que le temps de travail au champ.

Pour déterminer le coût total de la réalisation des travaux (machine avec opérateur), la capacité de travail (voir chapitre 4.2.2) doit donc être corrigée à la baisse en fonction de la situation.

Lors du calcul des coûts de machines ou du tarif d'indemnisation, il est indispensable d'adapter les hypothèses faites à la situation réelle dans la pratique, ce qu'il est possible de faire facilement à l'aide du programme de calcul Excel *TractoScope*.

3.5 Coûts de réalisation des travaux

Les tarifs d'indemnisation constituent une base importante du coût de réalisation des travaux. Les coûts de réalisation des travaux se rapportent à un procédé et comprennent le tarif d'indemnisation, c'est-à-dire les coûts de toutes les machines nécessaires et le travail requis pour cela, évalué au tarif salarial.

Les coûts de réalisation des travaux se composent au minimum de trois éléments: un engin de traction (par exemple, un tracteur), une machine portée (par exemple, une charrue) et les charges salariales de la main-d'œuvre. Le calcul de ces dernières est généralement basé sur le tarif horaire des agriculteurs (fr. 28.-/h, chap. 4.1.4).

Dans la plupart des cas, il est nécessaire de convertir les coûts de réalisation des travaux en unités de travail, car les unités de travail des machines concernées diffèrent. Par exemple, les tracteurs sont calculés par heure, les charrues par hectare. La conversion peut être effectuée grâce à la capacité de travail réciproque (par exemple, heures par hectare, chapitre 4.2.2). Le programme *TractoScope* est en mesure de calculer les coûts de réalisation du travail et de les indiquer à la fois par heure et pour d'autres unités de travail. Pour le calcul de la capacité de travail, nous renvoyons également au programme de calcul *LabourScope* (www.budget de travail.ch).

4 Données de base

Les données de base sont réparties en «Données de base générales» (chapitre 4.1.), utilisées pour tous les types de machines, et «Données de base spécifiques aux machines» (chapitre 4.2.).

4.1 Données de base générales

4.1.1 Prix du carburant

Le prix du carburant est généralement soumis à d'importantes fluctuations. Le calcul est basé sur les prix moyens mensuels relevés dans l'indice suisse des prix à la consommation (LIK) (Office fédéral de la statistique OFS, <http://www.liik.bfs.admin.ch>). Une valeur moyenne non pondérée est calculée sur 12 mois (juillet–juin).

4.1.2 Part de capital immobilisé

Le taux d'intérêt dit initial ne peut être utilisé pour le calcul des intérêts que si l'ensemble de la machine est amorti en un an. Si la période d'amortissement est plus longue, un taux d'intérêt moyen doit être calculé à partir du taux d'intérêt initial et de la durée d'amortissement. Si, par exemple, le tracteur de 70 kW dont le prix d'achat (valeur initiale en capital) est de Fr. 90 000.- avec un taux d'intérêt initial de 2 % est amorti sur 15 ans, les intérêts s'élèveront à Fr. 1800.- la première année. La dernière année, le tracteur n'a plus qu'une valeur résiduelle de Fr. 6000.-, ce qui entraîne des intérêts de Fr. 120.-. Par rapport à l'ensemble du capital initial, cela correspond à un taux d'intérêt de 0,13 %. En moyenne sur l'ensemble des 15 ans, le taux d'intérêt moyen est donc de 1,12 % (Fr. 1008.- par an ou 56 % du taux d'intérêt initial).

Le tableau 4 indique les taux d'intérêts moyens en fonction de la durée d'amortissement et du taux d'intérêt initial¹.

Tableau 4: Taux d'intérêts moyens en fonction de la durée d'amortissement et du taux d'intérêt initial.

Taux d'intérêt initial (T)	Durée d'amortissement				
	5 ans	10 ans	15 ans	20 ans	25 ans
2,0 %	1,22 %	1,13 %	1,12 %	1,12 %	1,12 %
2,5 %	1,52 %	1,43 %	1,41 %	1,41 %	1,43 %
3,0 %	1,84 %	1,72 %	1,71 %	1,72 %	1,74 %
3,5 %	2,15 %	2,02 %	2,02 %	2,04 %	2,07 %
4,0 %	2,46 %	2,33 %	2,33 %	2,36 %	2,40 %
4,5 %	2,78 %	2,64 %	2,64 %	2,69 %	2,74 %
5,0 %	3,10 %	2,95 %	2,97 %	3,02 %	3,10 %

Le calcul du taux d'intérêt peut être simplifié dans la mesure où, au lieu du taux d'intérêt moyen, le calcul est fait sur la base du capital immobilisé moyen multiplié par le taux d'intérêt initial.

Pour déterminer ce coefficient, on utilise le rapport entre le taux d'intérêt moyen et le taux d'intérêt initial (T) (taux d'intérêt moyen du tableau 4 divisé par le taux d'intérêt initial respectif). Dans tous les cas du tableau 4, ce ratio se situe entre 0,56 et 0,62. Par souci de simplicité, le coefficient de 0,6 est utilisé pour le capital immobilisé afin de calculer les intérêts annuels (chapitre 5.2.3).

¹ Les formules pour l'annuité et le taux d'intérêt moyen sont nécessaires pour effectuer les calculs correspondants:

$$\text{Taux d'intérêt moyen} = \frac{(\text{Annuité} \times \text{Durée d'amortissement}) - \text{Prix d'achat}}{\text{Durée d'amortissement} \times \text{Prix d'achat}}$$

$$\text{Annuité} = \text{Prix d'achat} \times \frac{\text{Taux d'intérêt} \times (1 + \text{Taux d'intérêt})^{\text{Durée d'amortissement}}}{(1 + \text{Taux d'intérêt})^{\text{Durée d'amortissement}} - 1} \quad \text{selon Oppitz (1994)}$$

4.1.3 Taux d'intérêt (taux d'intérêt initial)

Le taux d'intérêt est basé sur le taux d'intérêt hypothécaire de référence pour les locations (OFL, Office fédéral du logement, <http://www.bwo.admin.ch/themen/mietrecht/00282/>)². Le taux d'intérêt de référence est publié chaque trimestre. Le calcul des intérêts sur les coûts des machines repose sur le relevé de juin de l'année concernée. On utilise la valeur moyenne des dix dernières années arrondie au demi pour cent. Le taux d'intérêt de l'OFL permet de prendre en compte l'évolution des taux d'intérêt.

Les machines sont financées par différents types de prêts. Cela comprend des formes de crédit (capital emprunté) avec des taux d'intérêt élevés (leasing, compte courant) mais aussi des formes avec des taux d'intérêt plus favorables comme les crédits d'investissement sans intérêt ou les prêts privés. En outre, un apport important de fonds propres sert généralement à financer l'achat. Pour ces derniers, ce sont les taux d'intérêt des obligations fédérales à dix ans qui servent de référence (BNS, Banque nationale suisse, www.snb.ch > publications statistiques). Le montant du taux d'intérêt de référence se situe entre ces types de capitaux et est donc considéré comme une variable appropriée pour le calcul des intérêts des machines.

4.1.4 Tarifs horaires

Trois tarifs horaires sont publiés dans le rapport sur les coûts de machines: le tarif horaire des agriculteurs, le tarif horaire des employés et le tarif horaire des entreprises. Le calcul des tarifs horaires est basé sur l'enquête actuelle sur la structure des salaires (ESS) de l'Office fédéral de la statistique (OFS; www.bfs.admin.ch > ESS), qui compile tous les salaires des employés de la région de plaine dans le cadre d'une évaluation spéciale. Ceux-ci sont ensuite pris en compte dans le rapport sur les coûts de machines et dans TractoScope sur la base des estimations de l'évolution des salaires pour l'année en cours. En 2017, le salaire annuel correspondant était de presque 75 000.- francs. Diverses hypothèses telles que le temps de travail, les charges sociales, les suppléments risques et administration ont été définies en collaboration avec la Centrale de vulgarisation agricole Agridea, le Secrétariat de l'Union suisse des paysans et la Station de recherche Agroscope. Le temps de travail quotidien est fixé à 9,5 heures de main-d'œuvre (MOh) par jour ouvrable. Selon l'ordonnance sur l'évaluation de la durabilité de l'agriculture (RS 919.118, art. 5), on part de l'hypothèse de 280 jours de travail dans l'agriculture, ce qui correspond à 2660 MOh par an. Pour les activités extra-agricoles, on suppose 230 jours de travail à 8,4 MOh chacun (= 1932 MOh par an).

Les salaires horaires ou les salaires sont dérivés du salaire annuel issu de l'enquête sur la structure des salaires et du temps de travail annuel pris comme hypothèse:

- Pour les travaux agricoles, le salaire annuel brut de l'enquête sur la structure des salaires est divisé par les 2660 MOh, ce qui, une fois arrondi, donne 28.- Fr. en 2017 (tarif horaire sans les repas). Si la main-d'œuvre est nourrie sur l'exploitation (trois repas par jour), on déduit Fr. 3.- pour obtenir le tarif horaire avec les repas.
- Pour les travaux extra-agricoles, le salaire annuel brut de l'enquête sur la structure des salaires est divisé par les 1932 MOh, ce qui donnait un peu moins de 39.- Fr. en 2017 (= tarif de base). Selon le tableau 5, différentes cotisations sociales s'élevant à environ 24 % viennent s'ajouter, ce qui, une fois arrondi, représente 48.- francs en 2017. Afin de tenir compte des différentes utilisations mais aussi des régions, une zone d'incertitude de +/- 10 % est utilisée, ce qui explique que le résultat publié soit compris entre 44.- à 52.- CHF. Le salaire ainsi calculé correspond aux charges salariales brutes d'un employé à la charge de l'employeur. Ce tarif peut être appliqué aux travaux extra-agricoles, à condition que le travail soit effectué dans le cadre d'un contrat de travail ou sous la supervision de l'employeur.

² Jusqu'en 2008 on utilisait le taux d'intérêt hypothécaire variable.

Tableau 5: Charges sociales à la charge de l'employeur.

Cotisations sociales	Supplément
AVS, AI, APG ³	5,05 %
Assurance chômage	1,00 %
Cotisation LFA ⁴	2,00 %
Coûts administratifs	0,03 %
Caisse de pension, LPP ⁵	5,00 %
Accident du travail, y compris les jours de carence	3,50 %
Assurance indemnités journalières	0,30 %
Absences inévitables	1,00 %
Salaires pour les pertes dues au mauvais temps	2,80 %
Assurance responsabilité civile	1,60 %
Recrutement et formation	2,00 %
Total	24,28 %

Si l'agricultrice ou l'agriculteur agit comme un chef d'entreprise et assume la totalité des risques, il est possible de faire valoir un tarif pour les travaux en régie, qui prévoit une majoration supplémentaire de 33,5 % sur les charges salariales brutes (voir tableau 6). Par rapport au tarif de base extra-agricole de 39.- francs, le supplément pour entreprise est donc d'environ 66 %. Il est lui aussi indiqué dans une fourchette de +/- 9 %, soit un montant compris entre 59.- et 70.- francs.

Tableau 6: Majoration de salaire pour le statut d'entreprise par rapport au salaire brut

Poste de coûts	Supplément
Coûts généraux d'exploitation	20,0 %
Coûts administratifs	6,0 %
Supplément risques	7,5 %
Total	33,5 %

4.1.5 Coûts des bâtiments

Pour deux types de remises (remises résistantes au feu et remises en bois), les nouvelles valeurs sont calculées sur la base d'enquêtes de prix⁶ par mètre cube de volume d'espace. Les coûts annuels sont calculés en utilisant un taux d'amortissement de 3,3 % (30 ans), un taux d'intérêt moyen dépendant du taux de référence hypothécaire actuel (voir chapitre 4.1.3), 0,3 % de coûts de réparation et d'entretien et 0,1 % pour l'assurance incendie.

4.1.6 Assurance incendie

Une prime d'assurance incendie de 0,2 % de la valeur à neuf est posée comme hypothèse pour toutes les machines, ce qui représente le double du montant d'une prime d'assurance bâtiment normale. Une enquête menée par Agroscope auprès de trois compagnies d'assurance en 2018 a indiqué une valeur moyenne de 0,16 %, ce qui confirme largement l'hypothèse qui a arrondi le pourcentage pour simplifier.

³ Assurance-vieillesse et survivants (AVS), assurance-invalidité (AI), assurance perte de gain (APG)

⁴ Allocation familiales (LFA)

⁵ Loi fédérale sur la prévoyance professionnelle vieillesse, survivants et invalidité (LPP)

⁶ Les enquêtes sont basées sur le système de prix par modules unitaires, qui a été révisé pour la dernière fois en 2007 (Hilty et al. 2007), et les derniers relevés d'Agroscope, qui ne sont plus réalisés selon une procédure standard.

4.2 Données de base spécifiques aux machines

4.2.1 Sélection des types de machines

Un type de machine est défini par une certaine fonction (travail) et une certaine puissance (capacité de travail, puissance nominale). Un groupe de machines est constitué de types de machines ayant la même fonction ou le même domaine d'application. Les types de machines ou groupes de machines représentés dans le rapport sont gérés par différents spécialistes d'Agroscope et d'autres institutions, la sélection des machines et le relevé régulier de leurs prix constituant les tâches les plus importantes.

Pour qu'un type de machine soit admis dans le rapport sur les coûts de machines, il doit respecter les critères suivants:

- être disponible en Suisse comme produit de série,⁷
- exister depuis plusieurs années,
- avoir de l'importance dans plusieurs régions (être présent dans plusieurs régions).

Des machines peuvent être supprimées de la liste si elles ne sont plus disponibles sur le marché et si elles ne conviennent plus pour une utilisation inter-exploitation.

Les nouveaux types de machines sont intégrés dans le rapport sur les coûts de machines lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- Agroscope a reçu plusieurs retours et suggestions d'agriculteurs, d'entreprises de travaux agricoles ou de conseillers agricoles.
- Il existe des listes de prix ou des offres d'entreprises reflétant les évolutions technologiques du marché.

4.2.2 Capacité de travail

La capacité de travail («rendement») est exprimée en «nombre d'unités de travail par heure» (par exemple, hectares par heure) (valeur réciproque du «temps de travail par unité de travail»; par exemple, heures par hectare). Les chiffres sont basés sur LabourScope – le budget de travail actuel du travail du groupe de recherche Automatisation et conception du travail d'Agroscope. Les hypothèses utilisées reflètent des conditions d'utilisation typiques. Afin de pouvoir comparer différents procédés, seules les heures de travail au champ sont prises en compte dans le temps de travail, ce qui correspond à la «puissance» ou au «rendement» réel de la machine. Cela tient également au fait qu'il est impossible de définir des temps «typiques» de préparation et de pannes. Les temps de trajet ne sont pas non plus pris en compte dans la capacité de travail. La seule exception concerne les machines de transport utilisées dans l'élevage (machines de transport du foin, du fumier et du lisier), pour lesquelles on suppose une distance de 1000 mètres entre la parcelle et la ferme⁸.

- Pour le calcul de l'ensemble d'un procédé impliquant plusieurs machines et incluant les charges salariales pour leur conduite, il est indispensable d'indiquer une capacité de travail.

4.2.3 Prix d'achat moyen

Un type de machine est généralement proposé par plusieurs fabricants ou marques. Un fabricant ou une marque peut à son tour proposer plusieurs produits pour un même type de machine. Ceux-ci peuvent différer en termes d'équipement ou de qualité des matériaux.

Le prix d'achat moyen des types de machines est basé sur un prix catalogue (prix brut à neuf). Pour des questions de ressources, il n'est pas possible de faire un relevé exhaustif des prix des machines. Il n'est pas non plus possible d'obtenir un échantillon représentatif, car les informations sur l'ensemble des machines ne sont pas suffisantes (listes de prix complètes de tous les fournisseurs avec tous les types de machines). Parmi la variété des offres, il s'agit donc de sélectionner les produits les plus typiques et les plus répandus avec les équipements complémentaires de

⁷ Les machines qui sont soit construites par les acheteurs eux-mêmes, soit importées directement, soit entrées dans le pays par des importateurs sur demande spéciale, ne sont pas prioritaires.

⁸ Les temps de préparation et de pannes ne sont pas non plus inclus pour les machines de transport utilisées dans le cadre de l'élevage.

base par une multitude d'offres. L'échantillon doit comprendre à la fois des produits coûteux (équipement supérieur à la moyenne, matériaux de première qualité) et des produits peu coûteux (machines peu équipées, variantes «à bas prix»). En outre, il faut veiller à ce que l'évaluation puisse être réalisée avec une charge de travail raisonnable sur la base des listes de prix disponibles. Enfin, le volume d'investissement est important pour la taille de l'échantillon (cf. tabl. 7).

Tableau 7: Échantillonnage pour les relevés des nouveaux prix.

Volumes d'investissement en francs	Echantillon
< 20 000.-	2 marques* ou produits
20 000–40 000.-	3 marques* ou produits
> 40 000.-	4 marques* ou produits

* Si possible, prendre en compte des marques différentes, à condition qu'elles soient largement diffusées.

Il est possible de s'écarter de la procédure décrite pour les raisons suivantes:

- S'il n'existe sur le marché que quelques produits (un ou deux) d'un type de machine, les exigences du tableau 7 ne peuvent pas être satisfaites. Les quelques données disponibles sont utilisées, le fournisseur de ce type de machine sera éventuellement interrogé sur le prix d'achat, et au moins un acheteur directement, soit oralement, soit par écrit.
- S'il n'existe aucune liste de prix pour un produit largement répandu qui est encore disponible sur le marché, ce produit sera remplacé par un produit équivalent d'une autre marque.
- Les produits qui ne sont plus fabriqués ou vendus (fin de série), sont remplacés par un produit similaire.
- Pour les types de machines qui ne sont plus produits ou vendus, les prix continuent à être indiqués pendant cinq ans au maximum avant que le type de machine ne soit supprimé du rapport sur les coûts de machines. Des exceptions sont possibles, surtout s'il s'agit d'une machine importante et très répandue.
- S'il existe plus de quatre produits disponibles pour les machines à fort volume d'investissement (par exemple les tracteurs), il est également possible de prendre en compte des produits supplémentaires.

Les prix sont généralement relevés tous les deux ans. Si les prix sont relativement stables, en raison de la stabilité des prix des matières premières et des taux de change, il peut s'écouler trois ou quatre ans entre deux relevés de prix. Pour les années sans relevé de prix, les prix des années précédentes sont réutilisés à la suite d'une estimation. Les années où les prix sont relevés, les prix estimés (de l'année précédente) peuvent être réajustés si l'on constate des différences significatives entre les deux relevés. Les prix estimés, qu'il s'agisse de prix nouvellement recueillis ou de prix actualisés, influencent le calcul de la moyenne, sachant que pour éviter des fluctuations trop importantes, la moyenne est établie sur dix ans (voir également les commentaires à la fin du sous-chapitre).

Tous les relevés de prix se réfèrent aux prix catalogue (prix brut à neuf), bien que des remises soient souvent accordées - ouvertement ou à titre de compensation en cas de reprise d'une machine. Les prix basés sur les listes de prix en euros sont convertis en francs suisses à partir du taux de change moyen des 180 derniers jours à partir du mois de mai (de novembre de l'année précédente à mai de l'année de relevé).

Il est nécessaire de ne pas prendre les rabais en compte car ils ne peuvent être relevés de manière systématique et que sinon il ne serait pas possible de comparer les offres.

Le prix d'achat publié dans le rapport sur les coûts de machines représente la moyenne des dix dernières années⁹. Il ne se réfère pas à l'année de publication du rapport, qui correspondrait au prix de remplacement, mais représente la moyenne des dix dernières années. L'utilisation du prix de remplacement sous la forme d'un nouveau prix à neuf actuel serait problématique pour plusieurs raisons:

⁹ On suppose que le nombre de ventes par type de machine reste constant au fil des ans. Sinon, les prix devraient être pondérés (différemment) pour chaque année.

- L'ensemble du calcul est basé sur les coûts réels et non sur les coûts budgétés à partir du prix à neuf.
- Il est difficile de déterminer le prix de remplacement des machines, car les investissements sont souvent réalisés dans une catégorie de machines complètement différente (avec une puissance plus élevée).
- Les machines sont utilisées pendant plusieurs années, de sorte qu'il faut tenir compte d'une période plus longue pour fixer le prix.
- Contrairement à un relevé sur une année, la prise en compte d'une période plus longue implique beaucoup moins de fluctuations - tant au niveau du prix d'achat qu'au niveau du tarif d'indemnisation. Les fluctuations dues aux différences de devises ou renchérissement des matériaux (acier) ont une influence moindre. Ce lissage des prix présente également l'avantage de pouvoir toujours indiquer une valeur pertinente même en cas de lacunes dans les données (comme décrit ci-dessus).
- Les prix des types de machines qui ne sont pas encore présentes depuis dix ans dans le rapport sur les coûts de machines sont calculés en moyenne sur la base des données annuelles disponibles. Un type de machine nouvellement intégré dans le rapport est donc uniquement basé sur le prix de l'année de relevé en cours. En fonction de la taille du chiffre, la valeur moyenne du prix d'achat est arrondie à des chiffres faciles à retenir.

4.2.4 Utilisation annuelle

Le nombre d'unités de travail (UT) correspond au nombre d'heures, d'hectares ou d'unités de volume qu'une machine effectue par an, également résumé par le terme d'«utilisation annuelle».

Étant donné que les coûts fixes, et notamment le prix d'achat, représentent une part importante du coût total des machines, l'utilisation annuelle est d'une importance cruciale pour le calcul du tarif d'indemnisation. Toutefois, pour définir un tarif d'indemnisation qui ait une valeur indicative représentative, il est nécessaire de procéder à une estimation sur la base des contingences les plus typiques. Il faut tenir compte du fait que les machines utilisées en commun par plusieurs exploitations agricoles ont une utilisation annuelle supérieure à la moyenne. Une analyse approfondie de l'utilisation annuelle basée sur une enquête est présentée par Albisser et al. (2009), avec les chiffres d'utilisation annuelle de 15 types de machines. Afin d'en déduire une utilisation annuelle réaliste des machines utilisées en commun par plusieurs exploitations, on prend en compte la valeur du troisième quartile (soit la 75^{ème} de 100 machines). Les tracteurs à traction intégrale ont atteint une utilisation annuelle moyenne de 313 heures, le calcul incluant des machines très anciennes qui sont presque obsolètes et qui faussent donc la valeur et la font baisser. Le troisième quartile est de 496 heures. Pour la plupart des types de machines, l'utilisation annuelle du troisième quartile est supérieure d'environ 50 % à la moyenne.

La figure 1 montre la répartition de l'utilisation annuelle des tracteurs à traction intégrale d'après une enquête menée par la plateforme Internet Agropool en novembre 2008 (Groupe de recherche Economie d'entreprise). Les 69 tracteurs à quatre roues motrices proposés, âgés de 10 à 14 ans, affichaient une utilisation annuelle moyenne de 346 heures.

En 2018, 1581 tracteurs et faucheuses à deux essieux ont été recensés de la même manière. L'utilisation annuelle moyenne était de 381 heures et n'a apparemment pas beaucoup changé au cours des dix dernières années.

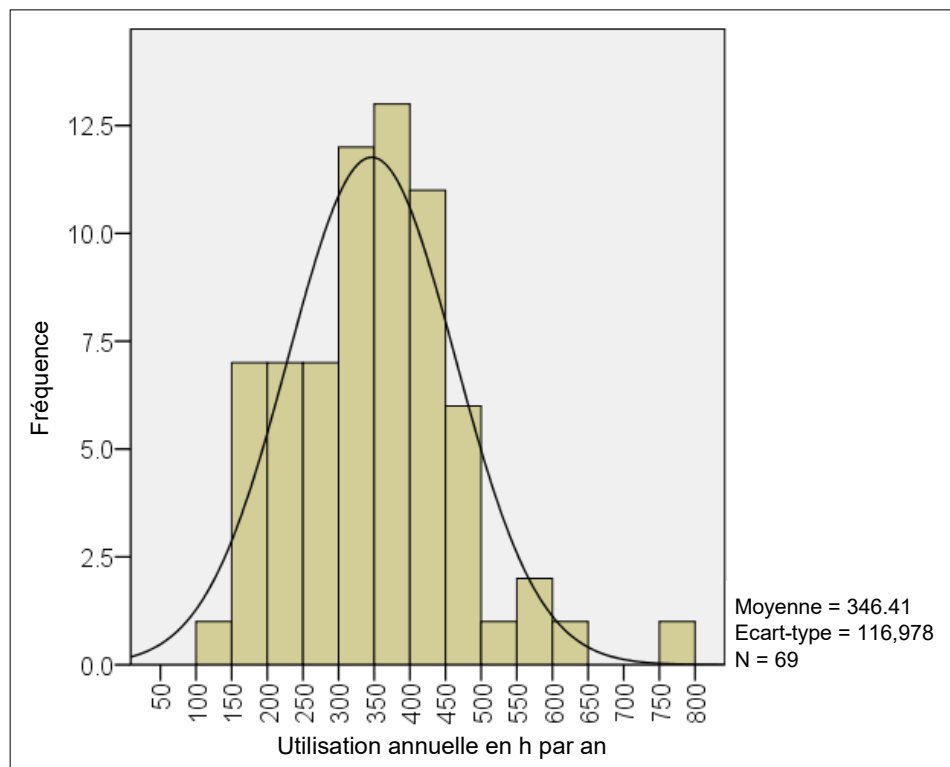


Figure 1: Utilisation annuelle de 69 tracteurs quatre roues motrices de 10 à 14 ans (Source: Agropool, novembre 2008).

4.2.5 Charge du moteur

En pratique, la puissance effective des véhicules à moteur qui est exploitée est nettement inférieure à la puissance nominale maximale. Le rapport entre la puissance effective du tracteur et la puissance nominale est appelé degré de charge.

Rinaldi et al. (2005) donnent des indications sur le degré de charge des tracteurs pour différents travaux agricoles. Dans les 49 procédés de travail types examinés avec trois tracteurs de puissances différentes (50 kW, 62 kW et 78 kW), les temps de préparation, de trajet et de panne sont également pris en compte. Le tableau 13 de l'annexe montre comment le rapport entre la puissance effective moyenne du tracteur et la puissance nominale varie selon le travail effectué, entre 1 % (plantation de pommes de terre) et 63 % (cultivateurs). La figure 2 indique la fréquence des différents procédés de travail: environ 80 % de tous les procédés ont un degré de charge inférieur à 35 %. Un bon 70 % de tous les procédés ont un degré de charge inférieur à 30 %. La moyenne est de 25 %. La médiane est de 22 %. Toutefois, il faut tenir compte du fait que, dans la pratique, les procédés sont exécutés avec une fréquence variable. Aucune pondération n'ayant été effectuée, aucune moyenne ne peut être déduite pour le fonctionnement global. Zihlmann (1970) a estimé que la charge moyenne des moteurs oscillait entre 20 et 30 %.

À l'exception des véhicules de transport (transport du fourrage et des engrais de ferme), le rapport sur les coûts de machines ne prend en compte que le temps de travail au champ. Pendant le temps de travail sur le terrain, le moteur est plus sollicité que pendant le temps de préparation et de pannes et souvent plus que pendant le temps de trajet. À cet égard, il est justifié de fixer le degré de charge moyen à 40 % pour les travaux des champs exclusivement.

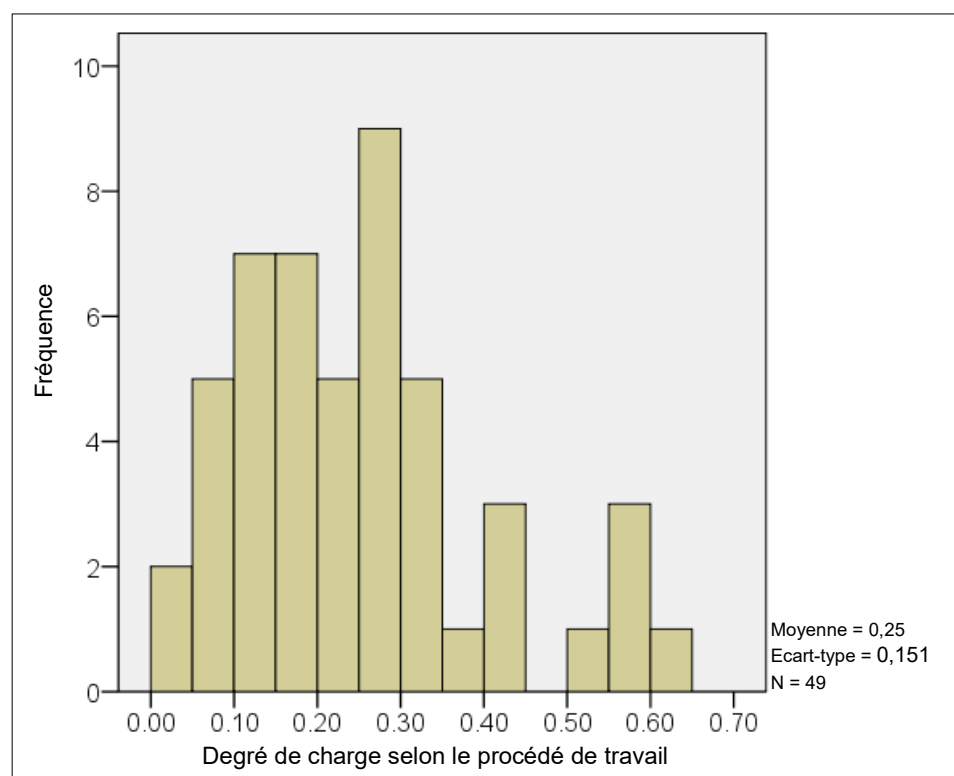


Figure 2: Répartition des degrés de charge selon 49 procédés de travail différents compte tenu des temps de préparation, de pannes et de trajet (selon Rinaldi et al., 2005).

4.2.6 Durée d'utilisation

Il n'existe aucune donnée empirique sur la durée d'utilisation, tant en termes de temps en années que de travail en unités de travail. Il s'agit d'hypothèses utilisées depuis de nombreuses années qui ont été en partie harmonisées avec de données similaires issues des pays voisins (par exemple KTBL 2018).

4.2.7 Facteur de réparation et d'entretien FRE

Les coûts de réparation et d'entretien comprennent trois volets: les réparations, le service et la maintenance. Les réparations comprennent principalement les événements imprévus qui perturbent ou rendent impossible le bon fonctionnement de la machine. Il s'agit notamment des accidents, des défaillances matérielles, des dommages concernant le moteur ou la boîte à vitesses, mais aussi des dommages indirects dus à un entretien insuffisant. Le service comprend le remplacement régulier des pièces usées de la machine, telles que les pneus ou les filtres, ainsi que les travaux d'entretien correspondants. Enfin, la maintenance comprend les travaux d'entretien réguliers tels que le nettoyage ou la lubrification. Comme il est difficile de faire une distinction générale de ces trois catégories, toutes les dépenses correspondantes sont résumées sous la rubrique des coûts de réparation et d'entretien. Ces coûts comprennent à la fois les factures des ateliers de machines agricoles et les frais engagés sur l'exploitation. Ces derniers se composent des coûts de matériel et de l'indemnisation du travail fourni¹⁰.

Les coûts de réparation et d'entretien sont le poste de coûts le plus complexe dans le calcul des coûts des machines, car ces coûts ont tendance à augmenter avec l'âge de la machine (Rotz 1987, Lips 2017). Pour faciliter l'application dans la pratique, le total des coûts de réparation et d'entretien qui surviennent pendant la durée d'utilisation est résumé par le facteur de réparation et d'entretien (FRE). Ce facteur exprime les coûts de réparation et d'entretien cumulés pendant toute la durée d'utilisation de la machine comme une fraction du prix d'achat.

Agroscope a calculé le FRE pour les principaux groupes de machines. Sur la base de données d'enquête (Albisser et al. 2009), les coûts annuels de réparation et d'entretien sont estimés par régression dans un premier temps. Pour

¹⁰ Il n'est pas possible de distinguer les coûts hors exploitation et les coûts de l'exploitation selon un modèle générique car l'exécution des travaux de réparation et d'entretien peut varier considérablement d'une exploitation à l'autre. Par exemple, les travaux de service peuvent être effectués dans l'exploitation agricole mais aussi dans un atelier de machines agricoles.

les tracteurs à traction intégrale, par exemple, la fonction de puissance suivante donne les coûts annuels de réparation et d'entretien (y) exprimés sous forme de fraction du prix d'achat (Lips et Burose 2012):

$$y = 0.0012 \times \text{Utilisation annuelle}^{0.51} \times \text{Âge}^{0.28} \times \text{CV}^{-0.21} \quad (1)$$

Les coûts de réparation et d'entretien sont influencés par l'utilisation annuelle (mesurée en heures de fonctionnement en tant qu'unité de travail), l'âge en années et la puissance du moteur mesurée en chevaux-vapeur (CV). Les exposants fournissent des informations importantes sur l'évolution des coûts. L'exposant de l'utilisation annuelle est nettement inférieur à 1, c'est-à-dire que les coûts augmentent de manière proportionnellement inférieure, plus l'utilisation annuelle augmente. En conséquence, une utilisation annuelle élevée se traduit par des coûts de réparation et d'entretien plus faibles par heure de fonctionnement. L'exposant de la puissance du moteur est négatif, c'est-à-dire que les coûts augmentent de manière proportionnellement inférieure par rapport à la puissance du tracteur mesurée en CV.

La fonction de coût doit ensuite être agrégée pour l'ensemble des années d'utilisation, ce qui donne le FRE¹¹. Comme l'utilisation annuelle a une influence considérable, le FRE est calculé pour différentes variantes, c'est-à-dire pour des combinaisons d'utilisation annuelle et de la durée d'utilisation correspondante. On suppose également une exploitation totale de la durée d'utilisation en termes de travail (10 000 heures de fonctionnement pour les tracteurs). Le tableau 8 présente le FRE de différentes variantes d'utilisation pour un tracteur à traction intégrale de 70 kW (tracteur de 95 CV, n° 1005 dans le rapport sur les coûts de machines et tableaux 2 et 3), ce qui montre clairement l'influence majeure de l'utilisation annuelle. Si le tracteur est utilisé pendant 25 ans à raison de 400 heures par an, le FRE est de 0,46. Si l'utilisation annuelle est portée à 450 heures, ce qui correspond à l'hypothèse du rapport sur les coûts de machines et si la durée d'utilisation est réduite à 22,2 ans, le FRE baisse de 0,04 (0,42). Sur l'ensemble de la période d'utilisation, l'augmentation de l'utilisation annuelle se traduit par une réduction des coûts de réparation et d'entretien de 4 % de la valeur à neuf. Pour les coûts de réparation et d'entretien, il est donc important de connaître la période pendant laquelle la durée d'utilisation est calculée en unités de travail. À titre de réserve, il convient de mentionner que l'étude n'a pas pu prendre en compte plusieurs facteurs en ce qui concerne les réparations pour une question de données. Outre les conditions d'utilisation (par exemple, état du sol pour les machines agricoles), ces facteurs concernent principalement la qualification et la routine des conducteurs.

Tableau 8: Facteur de réparation et d'entretien pour tracteur quatre roues motrices 70-kW.

Utilisation annuelle en heures de fonctionnement par an	Durée d'utilisation en années	FRE
1000	10	0,22
667	15	0,31
500	20	0,39
450	22,2	0,42
400	25	0,46
333	30	0,54
286	35	0,60
250	40	0,67
222	45	0,73

Les FRE sont disponibles pour 15 groupes de machines: tracteurs, faucheuses à deux essieux, transporteurs, remorques de transport, charrues, herses sans entraînement, herses avec entraînement, semoirs, semoirs monograine,

¹¹ Afin de réduire la complexité et contrairement à Lips et Burose (2012), les fonctions de coûts annuels ne sont pas agrégées mais intégrées, ce qui se traduit par des écarts de faible importance. Par ailleurs, les variantes d'utilisation ont un avantage supplémentaire: leur nombre d'années d'utilisation ne doit pas nécessairement être indiqué en nombre entier.

pulvérisateurs, épandeurs de fumier, grues à fumier, citernes à lisier, faucheuses rotatives et autochargeuses (Lips et Burose 2012; Lips 2013a; Lips 2013b).

Une seule variante d'utilisation peut être spécifiée pour le rapport sur les coûts de machines. En conséquence, le FRE est basé sur l'utilisation annuelle du type de machine et la durée de fonctionnement correspondante (par exemple 450 heures de fonctionnement pour le tracteur de 70 kW). Pour diverses raisons, les FRE calculés représentent des valeurs minimales. D'une part, les données d'enquête utilisées ne comprennent pas les heures de travail pour les réparations sur l'exploitation. Les coûts de main-d'œuvre correspondants ne peuvent donc pas être pris en compte. D'autre part, il est possible que des réparations ou des travaux d'entretien n'aient pas été indiqués par mégarde. Il est donc nécessaire d'arrondir les chiffres. À cet égard, les membres du «groupe de suivi du rapport sur les coûts de machines», qui existait jusqu'en 2014, ont également été consultés. Il en résulte des surcoûts compris entre 10 et 50 % du FRE calculé pour les 15 groupes de machines. Pour les tracteurs, par exemple, la majoration est de 30 %. Pour tenir compte de la précision limitée, les FRE corrigés sont arrondis à la valeur la plus proche divisible par 0,05. (Pour le tracteur de 70 kW, cela donne un FRE de 0,55).

Au sein des 15 groupes de machines, les FRE ne sont calculés spécifiquement que si le type de machine est également présent dans l'échantillon de l'enquête. Pour les tracteurs, par exemple, les FRE sont calculés jusqu'à une puissance de 97 kW. Au-delà, les données empiriques font défaut. Comme le FRE diminue avec l'augmentation de la taille des machines – et donc de la puissance - la valeur du type de machine le plus puissant encore calculé est mise à jour pour les types suivants, ce qui constitue une estimation prudente.

Les FRE des 15 groupes de machines ont été utilisés pour la première fois pour le rapport sur les coûts de machines 2012 (Gazzarin et Lips 2012). Pour tous les groupes de machines pour lesquels il n'existait pas d'estimation des FRE (à l'époque et maintenant), dont les pirouettes, les ensileuses à maïs et les presses à balles, les informations sur les réparations d'une part et sur l'entretien d'autre part ont été reprises du rapport sur les coûts des machines 2011 (Gazzarin 2011). Comme les coûts de réparation et d'entretien ont eu tendance à diminuer au cours des dernières décennies (voir Bruhn 2000), les valeurs obtenues ont été arrondies à la valeur la plus proche divisible par 0,05. Compte tenu des progrès techniques, le FRE est soumis à un processus dynamique et est si possible mis à jour régulièrement par le biais d'enquêtes.

4.2.8 Besoin en bâtiments

Le besoin en bâtiment est calculé sur la base du volume de la machine et d'un espace supplémentaire. L'espace supplémentaire correspond à l'espace fonctionnel, qui est dimensionné spécifiquement pour la machine en fonction des exigences et de la fréquence d'utilisation ainsi que de la sécurité du travail. Selon la machine, il faut prévoir plus ou moins d'espace pour l'accès et les manœuvres. Les spécifications exactes avec les dimensions et les suppléments sont documentés par Ammann et al. (2002). Selon la machine, le dégagement latéral nécessaire se situe entre 15 et 75 cm.

4.2.9 Primes d'assurances

L'assurance responsabilité civile est obligatoire pour les véhicules automobiles automoteurs. Pour déterminer les primes d'assurance, des devis sont demandés tous les 5 à 8 ans auprès d'au moins trois compagnies d'assurance. Les chiffres sont actualisés au moins tous les cinq ans. Les taux de prime sont choisis de manière à couvrir des dommages d'un montant de 10 millions de francs pour les tiers.

4.2.10 Impôts et taxes

Les véhicules automobiles automoteurs sont soumis aux taxes routières annuelles. En outre, des taxes doivent également être payées pour les autres véhicules nécessitant une plaque d'immatriculation (par exemple, les remorques de voitures, les presses). Pour ce faire, on a recours aux données d'au moins six cantons agricoles importants (Rapport sur les coûts de machines 2018: cantons AG, BE, GR, LU, SG, TG et ZH). Les informations sont mises à jour au moins tous les cinq ans.

4.2.11 Auxiliaires

Les auxiliaires figurent dans la même colonne que le carburant et sont généralement utilisés par les machines non motorisées. Les prix des matériaux auxiliaires tels que les fils, les filets et les films et certains autres équipements spéciaux sont relevés chaque année. Ces relevés sont basés sur les prix proposés par au moins deux fournisseurs majeurs.

5 Calcul des différents postes de coûts

5.1 Trois types de coûts

Le calcul des coûts des machines distingue trois types de coûts: les coûts fixes (indépendants de l'utilisation), les coûts variables (dépendants de l'utilisation) et le supplément risques et administration.

5.2 Coûts fixes

Les postes de coûts fixes sont additionnés pour calculer les coûts annuels. Ils dépendent en grande partie des amortissements et donc du prix d'achat. Les intérêts arrivent en deuxième position, tandis que les assurances, les taxes et les coûts de construction sont un peu moins importants.

5.2.1 Amortissements

L'amortissement représente la perte de valeur d'une machine sur la base d'un prix d'achat défini. D'un point de vue comptable, il est justifié de procéder à des amortissements plus importants au cours des deux ou trois premières années. Toutefois, pour le calcul des coûts destiné au rapport sur les coûts de machines, il est plus approprié d'appliquer un amortissement linéaire. La perte de valeur d'une machine est due:

- à l'usure technique – en fonction de l'utilisation annuelle ou du nombre d'UT, mais aussi à l'usure éventuelle de la machine lorsqu'elle n'est pas utilisée.
- à l'obsolescence technique - en fonction de l'arrivée sur le marché de nouvelles machines techniquement plus avancées (progrès technique).

En général et par analogie, on parle de durée d'utilisation technique (durée de vie) en travail (en unités de travail) et de durée d'utilisation économique par temps (en années) (Zihlmann 1970). La durée d'amortissement peut désormais être délimitée par l'usure ou le vieillissement.

Les machines qui ont un taux d'utilisation annuel très élevé sont usées avant de devenir techniquement obsolètes. Elles sont amorties sur la durée d'utilisation technique en UT (désignée par la suite par "n"). À l'inverse, les machines moins utilisées sont techniquement obsolètes avant d'être usées. Elles sont amorties sur la durée d'utilisation (économique) en temps (N), exprimée en années.

Sur ces bases, il s'agit de calculer le seuil critique d'utilisation annuelle. Le seuil critique d'utilisation annuelle correspond au nombre d'UT par an à partir duquel procéder à un amortissement en travail (ou UT). Si l'utilisation annuelle effective est inférieure à ce seuil critique d'utilisation annuelle, l'amortissement est réalisé en temps.

Le seuil critique d'utilisation annuelle (AS) pour le tracteur de 70-kW se calcule comme suit:

$$SUA = \frac{n}{N} = \frac{10\,000h}{15\text{ ans}} = 667h/an \quad (2)$$

Sachant que:

P = Fr. 90 000.-, prix à neuf

N = 15 ans; durée d'utilisation économique, durée d'utilisation en temps

n = 10 000 heures; durée d'utilisation technique, durée d'utilisation en travail

Un total de 6000 francs (90 000 francs/15 ans) sont amortis chaque année, ce qui signifie que la machine est amortie à zéro franc, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de valeur résiduelle.

Si, par exemple, l'utilisation annuelle du tracteur atteint 1000 heures, la durée d'amortissement est réduite. Cette nouvelle durée d'amortissement (DA) est calculée comme suit:

$$DA = \frac{n}{UT} = \frac{10\,000h}{1000h/ans} = 10\text{ ans} \quad (3)$$

Le montant de l'amortissement annuel est donc de 9000,00 Fr./an (90 000 francs/10 ans), tandis que l'amortissement est de 6000 francs pour une utilisation annuelle inférieure à 667 heures.

En raison des structures plutôt petites des exploitations suisses, les machines sont souvent dépassées avant d'être utilisées techniquement, c'est-à-dire que le seuil critique d'utilisation annuelle n'est pas atteint. Dans le rapport sur les coûts de machines, l'amortissement est donc basé sur la durée d'utilisation économique (en temps), qui peut donc être assimilée à la «durée d'amortissement».

Si le seuil critique d'utilisation annuelle n'est pas atteint, le degré effectif d'utilisation peut être indiqué en pourcentage de l'utilisation annuelle techniquement possible. Pour calculer le degré d'utilisation (DA) en pourcentage, il faut connaître l'utilisation annuelle (SUA), la durée d'utilisation technique (n) et la durée d'utilisation (économique) en temps (N).

$$DU = \frac{(N \times SUA)}{n} \quad (4)$$

En prenant l'exemple d'un tracteur de 15 ans qui a atteint 5700 heures (380 h/an), on obtient le degré d'utilisation suivant:

$$DU = \frac{15 \text{ ans} \times 380 \text{ h/an}}{10\,000 \text{ h}} = 0,57 = 57\% \quad (5)$$

En fonction de l'usure technique (nombre d'UT par an), il est justifié de calculer l'amortissement sur une valeur résiduelle (voir chapitre suivant), à condition qu'il existe encore une demande pour la machine.

5.2.2 Valeur résiduelle

Il est courant pour de nombreuses machines d'être utilisées ou en service plus longtemps que la durée d'amortissement (durée d'utilisation économique). Si, par exemple, à la fin de la période d'amortissement, le degré d'utilisation d'une machine est de 60 %, sa durée d'utilisation technique n'est pas terminée et la machine a donc encore une valeur. Compte tenu de la structure très hétérogène des exploitations en Suisse, une machine obsolète pour l'exploitation A peut tout à fait avoir encore une utilité économique pour l'exploitation B (par exemple, exploitations en fin de carrière, petites branches de production liées à une diversification accrue, économies de main-d'œuvre grâce à des machines d'occasion peu coûteuses). Il convient de noter qu'un calcul complet des coûts des machines n'est possible qu'une fois la valeur résiduelle connue. À cet égard, il est recommandé, même en cas de calcul des coûts d'une machine privée, d'estimer sa valeur résiduelle à l'avance si la machine doit être échangée ou vendue avant la fin de sa durée d'utilisation technique.

En termes purement arithmétiques, la prise en compte d'une valeur résiduelle revient à prolonger la période d'amortissement, sachant qu'il n'y a pas de relation linéaire ici. En pratique, la division de la valeur résiduelle par deux ne correspond pas à un doublement de la durée d'utilisation. L'obsolescence technique a un impact plus important sur la valeur résiduelle au cours des premières années que par la suite. Dans les deux cas (valeur résiduelle ou prolongation de la durée d'utilisation), le montant de l'amortissement annuel est cependant plus ou moins réduit. Une prolongation de la durée d'utilisation économique peut être réaliste, en fonction de la situation de l'exploitation. Toutefois, dans le cadre de l'utilisation de machines en commun par plusieurs exploitations, la durée d'amortissement devrait plutôt correspondre aux pratiques comptables habituelles. Le facteur décisif est ici le progrès technique, qui peut être mieux exploité, notamment dans le cas où les machines sont utilisées en commun par plusieurs exploitations. En règle générale, cela garantit une meilleure qualité de travail, une plus grande puissance ou une meilleure compatibilité avec d'autres machines.

Un calcul réaliste de la valeur résiduelle (R) doit tenir compte non seulement du degré d'utilisation, mais aussi de l'âge de la machine ou de la durée d'utilisation en années (N). À cet égard, il ne doit pas y avoir de relation linéaire entre la valeur résiduelle et le degré d'utilisation, car la machine perd de la valeur de manière disproportionnée, surtout au cours des premières années. Pour prendre ce facteur en compte, une limite supérieure est fixée pour la valeur résiduelle, qui tend vers zéro à mesure que le degré d'utilisation augmente. Le calcul du tarif d'indemnisation peut se faire selon un calcul standardisé de la valeur résiduelle, basé sur une durée d'amortissement déjà définie (âge).

La valeur résiduelle s'appuie sur les prix de reprise chez les concessionnaires de machines agricoles ou sur les prix du marché de l'occasion. Pour ces derniers, il faut tenir compte du montant des frais de remise en état et de la marge du concessionnaire à déduire¹². Le barème officiel des prix de reprise de l'Association suisse des fabricants et commerçants de machines agricoles (SLV/ASMA 2016) comprend les tracteurs, les moissonneuses-batteuses et les

¹² Pour pouvoir revendre la machine, des travaux d'entretien et de nettoyage sont nécessaires, éventuellement aussi des réparations de plus grande envergure.

presses. Les valeurs peuvent également être utilisées comme base pour d'autres machines agricoles. Voici un exemple: les prix de reprise des machines amorties (de 12 ans) se situent entre 10 et 20 % de leur ancienne valeur à neuf. Les prix correspondants sur le marché de l'occasion fluctuent considérablement et, par exemple, pour les tracteurs quatre roues motrices de 10 à 14 ans, ils se situent généralement entre 40 et 60 % de la valeur à neuf.

Si une valeur résiduelle (R) de 20 % (Fr. 18 000.-) est comprise pour un tracteur (prix d'achat Fr. 90 000.-) après N = 15 ans, l'amortissement annuel (A) peut être calculé sur la base du prix P à neuf comme suit:

$$A = \frac{P-R}{N} \tag{6}$$

Détermination de la valeur résiduelle

La valeur résiduelle est calculée conformément aux valeurs indicatives du tableau 9 et le facteur maximal est basé sur les prix de reprise recommandés par l'Association suisse des fabricants et commerçants de machines agricoles (SLV/ASMA 2016).

Tableau 9: Facteurs de valeur résiduelle selon la période d'amortissement en fonction du degré d'utilisation.

Degré d'utilisation	Facteur de valeur résiduelle
< 40 %	0,25
40–59 %	0,20
60–74 %	0,15
75–84 %	0,10
85–89 %	0,05
= > 90 %	0

Le rapport sur les coûts de machines utilise un tableau simplifié, ne distinguant que trois niveaux, 0,25 (< 60 %), 0,1 (60–84 %) et 0 (> 85 %). En outre, certains groupes de machines (par exemple, les grosses machines de récolte telles que les moissonneuses-batteuses) s'écartent de ces valeurs de référence. Il en va de même pour les machines qui ne sont guère demandées sur le marché de l'occasion, soit parce qu'elles sont obsolètes, soit parce que les acheter neuves représente un investissement plutôt faible (par exemple les tronçonneuses). Celles-ci ont un facteur de valeur résiduelle de zéro à un maximum de 0,1.

5.2.3 Intérêts

Les intérêts correspondent à l'indemnisation du capital immobilisé dans la machine. Au fur et à mesure que la valeur de la machine diminue ou que l'amortissement progresse, le capital à rémunérer diminue lui aussi et avec lui les intérêts annuels. En conséquence, on utilise un facteur de 0,6 pour le capital immobilisé (chapitre 4.1.2).

$$\text{Intérêts} = 0.6 \times \frac{P \times Z}{100} \tag{7}$$

Sachant que:

P = prix d'achat

Z = taux d'intérêt (taux d'intérêt initial)

Sur la base d'un tracteur de 70 kW d'un prix d'achat de Fr. 90 000.-, les intérêts sont de Fr. 1800.- à raison d'un taux d'intérêt de 2 %. Si une machine est amortie pour une valeur résiduelle définie, les intérêts sont calculés de la même manière pour le «prix d'achat moins la valeur résiduelle». Comme la valeur résiduelle reste constante sur toute la durée de l'amortissement, elle est soumise séparément à un taux d'intérêt plein. En effet, le capital reste en quelque sorte «bloqué» dans la machine et n'est à nouveau disponible que lorsque la machine est revendue.

5.2.4 Coûts des bâtiments

Pour calculer les coûts de construction, le besoin en mètres cubes de bâtiments (chapitre 4.2.8) est multiplié par les coûts de construction par mètre cube (chapitre 4.1.5).

Selon le type de machine, on choisit l'option du hangar ignifuge ou du hangar en bois. Malgré les différentes réglementations cantonales, on suppose généralement que les machines à moteur à combustion sont remisées dans des bâtiments à l'épreuve du feu. Cela ne s'applique pas aux grosses machines de récolte (par exemple les moissonneuses-batteuses, les récolteuses de betteraves, les hacheuses automotrices), pour lesquelles un hangar en bois suffit. Pour ce faire, il faut que le réservoir de carburant soit vidé en dehors de la saison des récoltes et que les batteries soient démontées. Un hangar en bois suffit pour les autres machines et équipements.

Dans les pays voisins, la procédure en matière de coûts des bâtiments servant à abriter les machines varie. Le curatorium pour la technologie et la construction dans l'agriculture (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL) ne prend pas en compte les coûts des bâtiments dans le calcul des coûts de machines. En Autriche et en France, les coûts de bâtiments sont fixés par rapport au prix d'achat. Toutefois, dans de nombreux cas, il n'y a pas de corrélation entre le prix d'achat et les besoins en bâtiments (par exemple, remorques, presses), c'est pourquoi il est conseillé d'estimer l'espace requis par les machines.

5.2.5 Assurances, impôts, taxes

Les postes de coûts «Assurances, impôts, taxes» se composent de différents éléments:

1. Les coûts de l'assurance incendie sont calculés sur la base de 0,2 % du prix d'achat (chapitre 4.1.6).
2. Pour les véhicules à moteur, l'assurance responsabilité civile doit être prise en compte (chapitre 4.2.9). Les assurances complémentaires telles que la casco partielle ou totale, le bris de machine et les dommages dits de surveillance (dommages avec des machines appartenant à des tiers) ne sont pas prises en compte dans les tarifs d'indemnisation.
3. Les véhicules avec plaques d'immatriculation sont soumis à des impôts et à des taxes (redevances routières, chapitre 4.2.10).

5.3 Coûts variables

Les coûts variables comprennent tous les coûts directement liés à l'utilisation de la machine. Il s'agit notamment des frais de carburant, des coûts de réparation et d'entretien. Pour diverses machines, il faut encore ajouter les coûts des matériaux auxiliaires tels que la ficelle (presses à balles), les films (enrubanneuses de balles). Un calcul séparé des coûts des lubrifiants n'est pas effectué en raison de leur faible importance. Ils sont inclus dans les coûts de réparation et d'entretien.

5.3.1 Coûts de réparation et d'entretien

Les coûts moyens de réparation et d'entretien par UT (FRE_{UT}) sont calculés à l'aide du facteur de réparation et d'entretien (FRE , chapitre 4.2.7):

$$FRE_{UT} = \frac{FRE \times P}{n} \quad (8)$$

Sachant que:

P = prix d'achat

n = durée d'utilisation technique en unités de travail

5.3.2 Coûts de carburant

Les coûts du carburant font partie de la colonne «carburant auxiliaires». Avec une part de 50 à 70 %, les frais de carburant constituent la plus grande part des coûts variables des véhicules à moteur. Les principaux facteurs sont ici la consommation et le prix du carburant. La consommation de carburant peut fluctuer considérablement en fonction de la difficulté du travail (charge du moteur, chapitre 4.2.5). Selon des études détaillées, la consommation spécifique de carburant est d'environ 0,3 litre de diesel ou d'environ 0,5 litre d'essence par kilowatt de puissance nominale par heure (Ammann et Stadler 1998). Cette consommation de carburant est valable lorsque la puissance nominale est pleinement utilisée.

La consommation de carburant en litres par heure est donc calculée comme suit:

Consommation de carburant = Puissance du moteur × Consommation spécifique de carburant × Degré de charge (9)

Le degré de charge et donc la consommation de carburant ont une influence relativement élevée sur le tarif d'indemnisation. C'est pourquoi il est important d'ajuster le degré de charge en fonction du type de travail.

5.3.3 Coûts des auxiliaires

Le calcul du matériel auxiliaire nécessaire (par exemple, quantité de film par balle ronde) est basé sur les hypothèses documentées dans le rapport sur les coûts de machines (taille / portée, besoin par unité, etc.).

5.4 Supplément risques et administration

Dès que les machines sont utilisées en commun par plusieurs exploitations, les coûts d'administration et de risques viennent s'ajouter aux coûts ci-dessus. Ce supplément est fixé à 10 %. Le risque économique est censé être couvert avec un taux de 5 %, car il y a toujours une incertitude quant à la possibilité de louer la machine ou de l'utiliser à pleine capacité à l'avenir. Les 5 % restants concernent la machine louée et indemnisent le risque technique. Cela s'explique par le fait que le risque de dommages est plus grand avec les machines louées, car l'opérateur a tendance à moins bien connaître leur fonctionnement. Dans le cas de chantiers complets, qui sont facturés «en régie», le risque technique n'est pas pris en compte. Toutefois, un supplément de 5 % est prélevé pour les coûts administratifs.

Après avoir ajouté les 10 %, le tarif d'indemnisation est calculé (valeur indicative). Il est arrondi au nombre entier le plus proche en francs afin de simplifier son utilisation dans la pratique. Calcul du seuil d'achat

6 Calcul du seuil d'achat

Le chapitre présent a pour but de calculer ce qu'on appelle le seuil d'achat (utilisation minimale nécessaire). Il indique à partir de quelle utilisation annuelle, l'achat d'une machine se justifie. Les figures 3 et 4 illustrent l'influence du taux d'utilisation sur les coûts de machines. L'exemple montre le calcul d'un tracteur de 70 kW (95 CV). Le tarif d'indemnisation (TI) est de Fr. 45.- de l'heure et correspond dans l'exemple au prix de location du tracteur pour une utilisation propre ou en régie (agro-entrepreneur). Le tarif d'indemnisation est calculé sur l'hypothèse d'une utilisation annuelle de 450 heures. Si l'on considère les coûts par unité de travail (heure de fonctionnement), on observe qu'ils baissent considérablement plus le taux d'utilisation augmente, car les coûts fixes sont répartis sur un plus grand nombre d'heures de fonctionnement. Le tarif horaire de location (ligne rouge) reste constant (fig. 3). Si l'on considère les coûts à l'année (fig. 4), on constate que ce sont notamment les coûts variables qui augmentent avec le taux d'utilisation. Les coûts fixes restent en grande partie constants ou n'augmentent que légèrement, suite à la réduction de la valeur résiduelle (jusqu'à 600 h/an). La ligne rouge indique finalement une hausse des coûts de location lorsque le taux d'utilisation augmente. Le point (ou la valeur du taux d'utilisation) où cette ligne coupe les coûts totaux (coûts fixes et coûts variables), correspond à un équilibre des coûts entre la location et l'achat, baptisé seuil d'achat. Le seuil d'achat n'est pas identique au taux d'utilisation de 450 heures pris comme hypothèse, car le tarif d'indemnisation qui sert de valeur indicative pour le barème de location comprend encore un supplément pour les risques et l'administration. De plus, le barème de location dépend également des conditions du marché (loi de l'offre et de la demande). Le seuil d'achat se calcule comme suit:

$$\text{Seuil d'achat} = \frac{\text{Coûts fixes annuels}}{\text{TI par UT} - \text{Coûts variables par UT}} \quad (10)$$

Sachant que:

TI = tarif d'indemnisation

Dans l'exemple, avec une valeur résiduelle de 10 %, on obtient des coûts fixes annuels de Fr. 9210.- et des coûts variables de Fr. 20.88. Le seuil d'achat est de 382 heures, calculé à partir de Fr. 9210.- / (45-20.88 Fr./h).

Le seuil d'achat dépend donc largement du barème de location. Si ce dernier est inférieur à Fr. 45.-/h, parce que le tracteur est davantage utilisé au total, le seuil d'achat est plus haut. Inversement, l'achat de la machine peut être rentable même si le taux d'utilisation personnel est plus bas (seuil d'achat plus bas), lorsqu'il est plus cher de louer le tracteur – par exemple parce qu'il est utilisé moins de 450 heures.

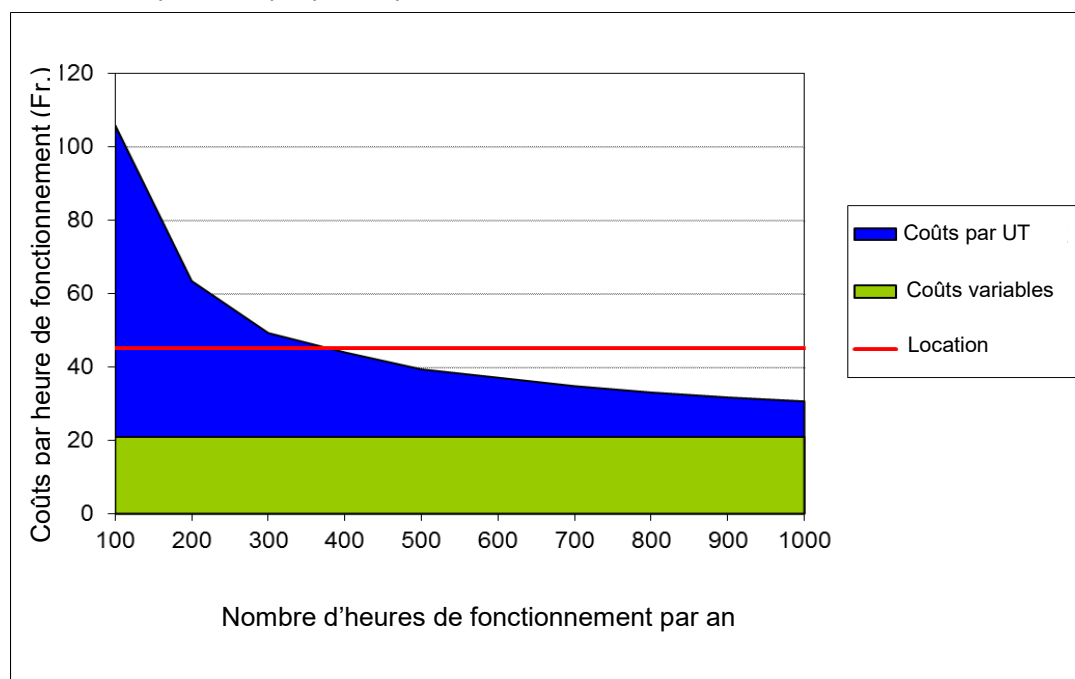


Figure 3: Coûts par heure de fonctionnement d'un tracteur (70 kW) en cas d'utilisation annuelle croissante.

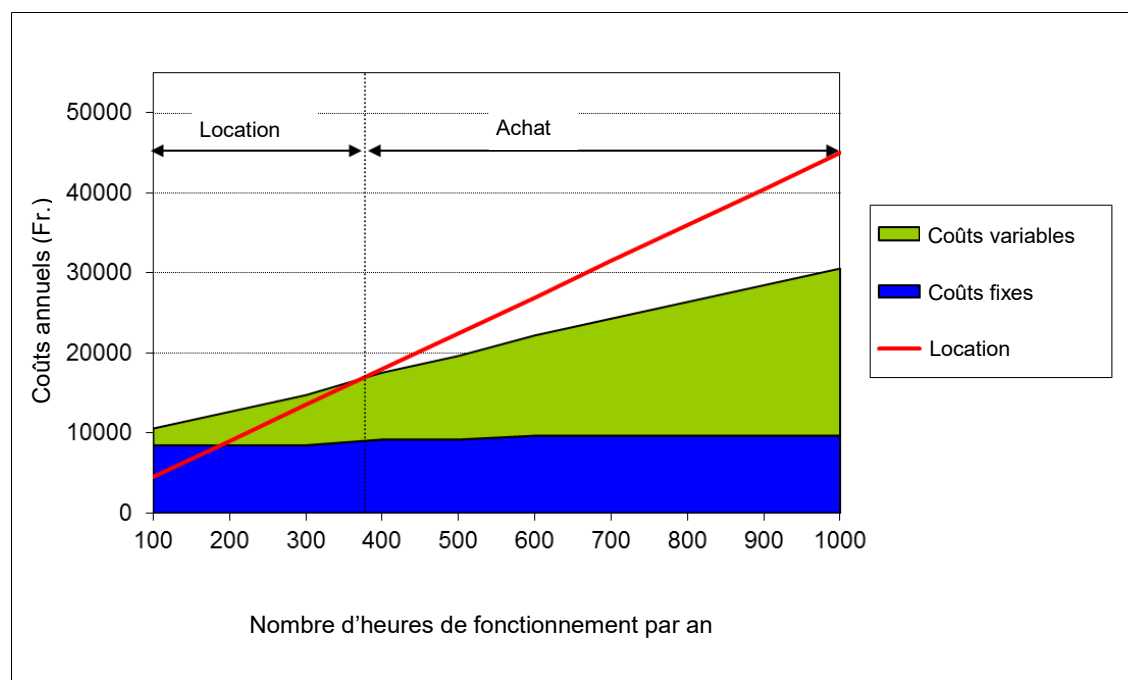


Figure 4: Coûts annuels d'un tracteur (115 CV) en cas d'utilisation annuelle croissante.

7 Bibliographie

- Albisser Vögeli, G., Gazzarin, C. & Gärtner, D., 2009. Coûts des machines dans la pratique. Degré d'utilisation, durée d'utilisation et coûts de réparation de machines agricoles sélectionnées dans les exploitations suisses. Rapport ART n° 711. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Ammann, H. & Stadler, E., 1998. Aspects techniques et organisationnels liés à l'emploi du tracteur. Rapport FAT n° 511, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Ammann, H., Herzog, D. & Hilty, R., 2002. Espace nécessaire pour les remises et les machines. Rapport FAT n° 590, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- BBZN Hohenrain & Agridea, 2010. Vollkostenerhebungen 2009. Lindau, Hohenrain.
- Bruhn, I., 2000. Erhebung zu Reparaturkosten von Maschinen auf Grossbetrieben, dargestellt für Traktoren und Mähdrescher. Forschungsbericht Agrartechnik n° 357. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Craig, K., 2016 *The Farm Management Handbook 2016/17*, The UK Reference for Farm Business Management, 37th ed.; SAC Consulting: Midlothian, 2016. <https://www.sruc.ac.uk/fmh>.
- Gazzarin, C. & Schick, M., 2004. Systèmes de production laitière en région de plaine – Comparaison de la rentabilité et de la charge de travail. Rapport FAT n° 608, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Gazzarin, C., 2011. Coûts-machines 2011. Rapport ART n° 747, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.
- Gazzarin, C. & Lips, M., 2012. Coûts-machines 2012. Rapport ART n° 753, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.
- Gazzarin, C. & Lips, M., 2013. Calcul et données de base des coûts-machines, Rapport en ligne, Agroscope-Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.
- Gazzarin, C., 2018. Coûts-machines 2018. Agroscope Transfer n° 243, Agroscope, Ettenhausen.
- Hilty, R., Van Caenegem, L., & Herzog, D., 2007. Système de prix par modules unitaires ART 2007. Compilation de frais de construction pour ruraux. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.
- Hoop, D. & Schmid, D., 2015. Rapport de base 2014. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.
- Hoop, D., Spörri, M., Zorn, A., Gazzarin, Ch. & Lips, M., 2017. Kapitel 4, Wirtschaftlichkeitsrechnungen auf Betriebszweigebene, in *Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig*, p.61-77. IN Lips, M., (Ed.). 2017. *Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig*, Agroscope Science Nr. 53, Ettenhausen.
- KTBL, 2018. *Betriebsplanung Landwirtschaft 2018/2019*. 26. Auflage, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- Lazarus, W.F. 2015. Machinery cost estimates, University of Minnesota Extension. www3.extension.umn.edu/sites/default/files/download/Machinery%20Cost%20Estimates%20June%202015.pdf
- Lips, M. & Burose, F., 2012. Repair and Maintenance Costs for Agricultural Machines, *International Journal of Agricultural Management*, 1(3): 40–46.
- Lips, M., 2013a. Repair and Maintenance Costs for Nine Agricultural Machine Types, *Transactions of the ASABE*, 56(4): 1299-1307.
- Lips, M., 2013b. Repair and maintenance costs of hill-farm tractors and transporters for upland mechanization, *Journal of Agricultural Engineering*, 44(3): 133-138.
- Lips, M., 2017. Length of Operational Life and Its Impact on Life-Cycle Costs of a Tractor in Switzerland. Special Issue: *Agriculture Machinery for a Sustainable and Efficient Mechanization*. *Agriculture* 7(8), 68.
- Lips, M., 2018. Skript Finanz- und Rechnungswesen, Sommersemester 2018, Departements für Umwelt-systemwissenschaften, ETH Zürich.

Lubbe, P.A. & Archer, C.G., 2014. Guide to machinery costs 2014/2015, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Pretoria, www.daff.gov.za/Daffweb3/Portals/0/Statistics%20and%20Economic%20Analysis/Economic%20Analysis/Guide%20to%20machinery%20costs%202014-15.pdf.

Oppitz, V., 1994. Gabler Lexikon Wirtschaftlichkeitsrechnung, Gabler, Wiesbaden.

Rinaldi, M., Erzinger, S. & Stark, R., 2005. Treibstoffverbrauch und Emissionen von Traktoren bei landwirtschaftlichen Arbeiten, FAT-Schriftenreihe n° 65, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.

Rotz, C.A., 1987. A Standard Model for Repair Costs of Agricultural Machinery. *Applied Engineering in Agriculture*, 3 (1), 3–9.

SLV/ ASMA, 2016. Barèmes des prix de reprise pour tracteurs, Association Suisse de la machine agricole, Berne.

Zihlmann F., 1970. Berechnung der Maschinenkosten und der Wirtschaftlichkeit des Maschineneinsatzes, 4^{ème} édition, Station fédérale de recherche en économie et technologie agricoles, Tänikon.

8 Annexe

Tableau 10: Degrés de charge des tracteurs pour différents travaux, compte tenu des temps de trajet, de préparation et de pannes (Rinaldi et. al., 2005).

Travaux	Puissance du tracteur kW	Puissance moyenne kW	Degré de charge
Fertiliser	50	9	18 %
Herser	62	17,2	28 %
Herser, semer, passer le rouleau (comb.)	78	45,6	58 %
Herser et passer le rouleau	62	33,8	55 %
Sarcler et butter	50	7,3	15 %
Planter des pommes de terre, 4 rangs	50	0,6	1 %
Récolter des pommes de terre, 4 rangs	50	2,6	5 %
Hacher le maïs, 2 rangs	62	33,7	54 %
Labourer, bisoc	62	27,4	44 %
Labourer, quadrisoc	78	46,5	60 %
Passer le cultivateur	78	48,9	63 %
Semer le maïs et passer le rouleau, 4 rangs	50	6,1	12 %
Semis monograine, 6 rangs	50	3,9	8 %
Pulvériser	50	4,1	8%
Faucher l'herbe, la charger, la rentrer	62	13,4	22 %
Faucher l'herbe	50	14,1	28 %
Faucher l'herbe et la conditionner	62	25,2	41 %
Faner l'herbe 5 m	50	5,8	12 %
Faner l'herbe 7,85 m, 50 kW	50	11,1	22 %
Faner l'herbe 7,85 m, 62 kW	62	12	19 %
Mettre l'herbe en andains 3 m	50	6,1	12 %
Mettre l'herbe en andains 6 m	50	6,4	13 %
Charger le foin et le rentrer 62 kW	62	16,3	26 %
Charger le foin et le rentrer 50 kW	50	10,8	22 %
Presser les balles d'ensilage	50	12,9	26 %
Presser les balles rondes 62 kW	62	17,9	29 %
Presser les balles rondes 78 kW	78	29,9	38 %
Passer le rouleau	50	8,6	17 %
Epandre le lisier 5m	50	8,9	18 %
Epandre le lisier 6,5 m, 50 kW	50	10,3	21 %
Epandre le lisier 6,5 m, 62 kW	62	10,1	16 %
Epandre le lisier 6,5 m, 78 kW	78	25,5	33 %
Charger le fumier avec la grue	50	2	4 %

Mener et épandre le fumier 50 kW	50	13,5	27 %
Mener et épandre le fumier 62 kW	62	18,1	29 %
Mener et épandre le fumier 78 kW	78	22	28 %
Rentrer l'ensilage dans le silo couloir	62	10	16 %
Rentrer l'ensilage de maïs (4,7 t de produit haché, 50 kW)	50	13,8	28 %
Rentrer l'ensilage de maïs (3,3 t de produit haché, 78 kW)	78	32,8	42 %
Transporter les balles d'ensilage avec la pince	50	8,6	17 %
Transporter les balles d'ensilage avec le chargeur arrière	62	14,8	24 %
Circulation sur route, convoi lourd, 15 km/h	50	16,3	33 %
Circulation sur route, convoi léger, 18 km/h	50	16,6	33 %
Circulation sur route, convoi lourd, 18 km/h	62	19,8	32 %
Circulation sur route, convoi lourd, 22 km/h	78	26,8	34 %
Presser les petites bottes de foin, fixe	50	6,5	13 %
Remorque mélangeuse 50 kW	50	7,4	15 %
Remorque mélangeuse 62 kW	62	5,7	9 %
Travaux à la ferme et autres travaux	50	4,5	9 %