

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 47 (1985)
Heft: 14

Artikel: Calibrage des pommes de terre : test comparatif de calibreurs à cibles plats
Autor: Spiess, Ernst
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1085044>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

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



Rapports FAT

Publié par la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural (FAT) CH-8356 Tänikon TG Tél. 052 - 47 20 25

Octobre 1985

271

Calibrage des pommes de terre – test comparatif de calibreurs à cribles plats

Ernst Spiess, Jakob Heusser

De nos jours, pratiquement seuls des calibreurs à cribles plats avec des tables de visite à rouleaux sont mis sur le marché pour le conditionnement des pommes de terre dans l'exploitation agricole. En comparaison avec des machines plus anciennes, les agrégats de calibrage travaillant selon le système à secousses par intervalle présentent quelques avantages importants. Le calibrage de tubercules difformes demeure cependant toujours problématique. Même avec des machines modernes, le travail manuel du tri est relativement important. Les fabricants se trouvent donc devant un éventail de possibilités de développement pour des nouveaux systèmes de tris mécaniques et électroniques. Mais la relation coûts/profits sera à l'avenir déterminante également pour l'introduction de ce genre de machines et de cet ordre de grandeur. En premier lieu, les efforts devraient se diriger principalement vers l'amélioration de détail de systèmes de tri qui devraient être simples et bon marché, ainsi que vers une sélection et un assortiment de variétés de pommes de terre « aptes à la mécanisation ».

La notion de «tri» pour les pommes de terre se réfère en général à la qualité et cela aussi bien pour le calibrage concernant la grandeur (tri) que pour d'éventuels défauts extérieurs du tubercule. Les exigences et les valeurs-limite de ces deux domaines sont décrites de manière détaillée et stricte dans les «Usages suisses du commerce de pommes de terre». Ainsi, la grandeur de la pomme de terre est déterminée par un passage

à travers un carré-jauge, dont les côtés respectivement la largeur de maille sont fixés en mètres. Des écarts de grandeur de moins de 6% du poids sont tolérés pour les pommes de terre de consommation. Pour les pommes de terre de semence, l'écart ne doit pas dépasser 2% du poids. Des écarts de grandeur de plus de 10% justifient dans un premier temps des déductions puis des refus de prise en charge. Selon les conditions

préalables, seul un petit pourcentage du poids peut être constitué de tubercules ayant des défauts extérieurs. Tous les calibreurs de pommes de terre destinés aux exploitations agricoles sont équipés en conséquence d'installations de calibrage et de triage.

Systèmes de tri

● Calibrage

De nos jours, des systèmes en partie très différents selon le degré de conditionnement et le besoin de performance sont utilisés pour le calibrage:

- Cribles plats oscillants (dans de grandes installations ceux-ci sont munis en partie d'appareils de nettoyage automatique et de changement de fréquence alternatif).
- Rouleaux profilés horizontaux disposés l'un derrière l'autre (fig. 1),

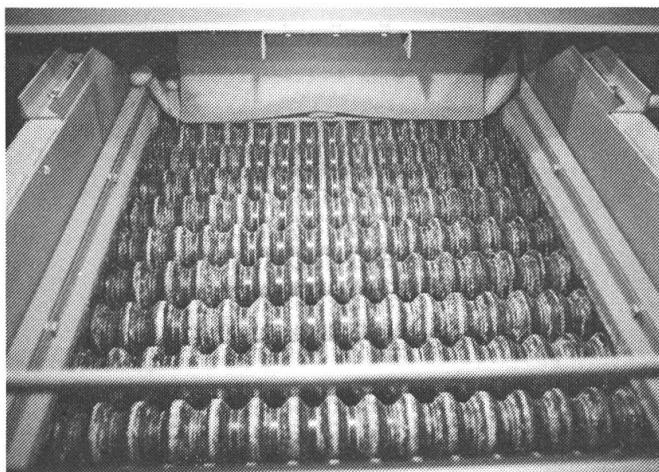


Fig. 1: Système de calibrage avec rouleaux profilés rotatifs. La forme spéciale des rouleaux permet un calibrage au carié. Avec un agrégat, plusieurs fractions de calibrage peuvent être établies en même temps (BLASER CH, machine à l'étude pour les exploitations agricoles).

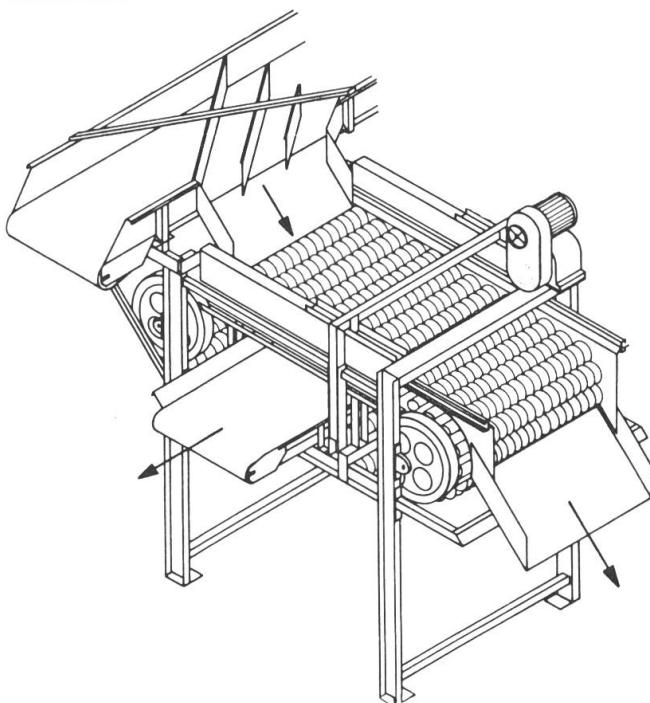
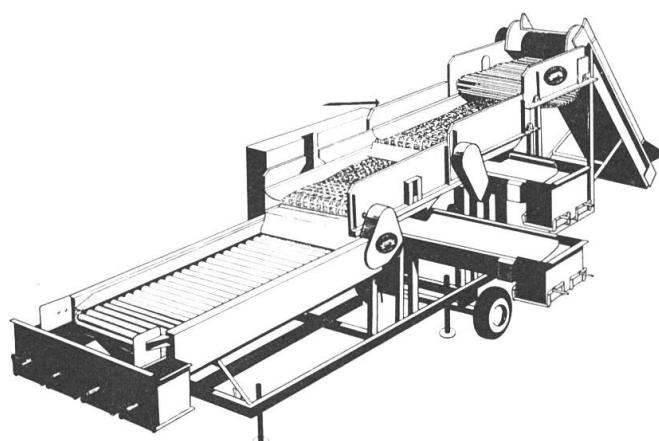


Fig. 2: Trieur-calibreur avec deux bandes rotatives de mailles de criblage pour la préparation de trois fractions de tubercules (TONG, GB).



c) Les signaux de la caméra sont transmis par un système électronique de grille. La détermination de la grandeur des tubercules s'effectue en fonction du nombre de champs recouverts de la grille dans les deux directions de l'axe:

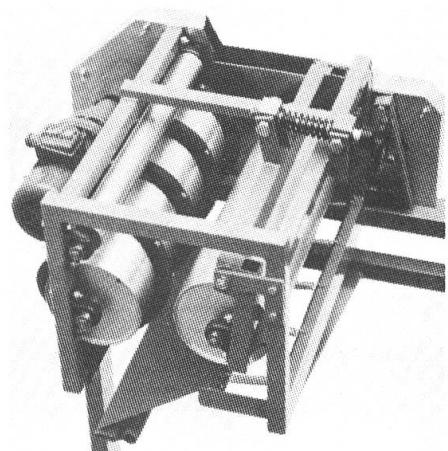
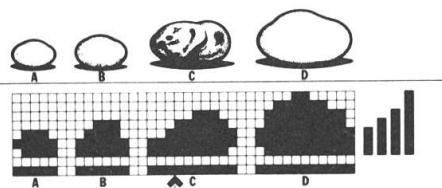


Fig. 3: Agrégat de calibrage avec rouleau en spirale (KUSTER + VOGEL, CH). La distance variable entre le rouleau en spirale et le rouleau lisse constitue la fente de tri. Une paire de rouleaux est nécessaire pour chaque fraction.

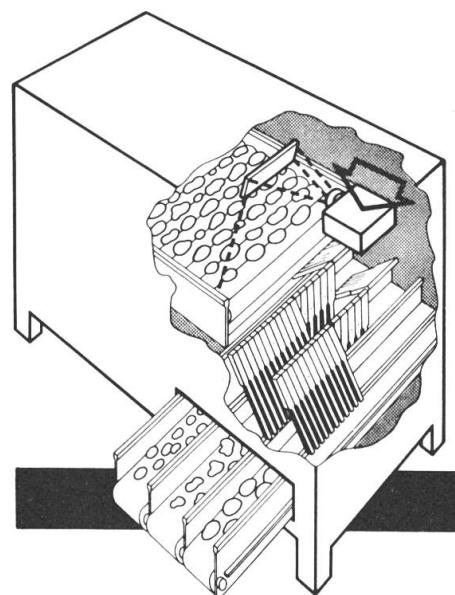
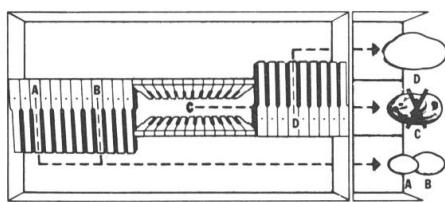


Fig. 4: Système de tri et de calibrage électronique (LOCTRONIC, GB).
a) Caméra électronique afin de contrôler sans les toucher les pommes de terre transportées. Également, clavier actionné pneumatiquement pour le guidage des tubercules sur différentes voies.

Tubercules A + B = première fraction de calibrage
C = pommes de terre de rebut (indiqué sur l'écran)
D = deuxième calibrage



b) Les tubercules à trier, peuvent être séparés et marqués électroniquement sur un ou plusieurs écrans en couleur (télésélecteur).



d) Un clavier à deux rangs dirige les tubercules choisis électroniquement vers les bandes d'évacuation correspondantes. SAMRO-BYSTRONIC, (CH) travaille comme d'autres sociétés aux USA également sur un système électronique de calibrage complètement automatique.

- Crible à mailles rotatifs avec installation à secousses (fig. 2) ou courroies oscillantes rotatives (triaje par fente),
- Combinaison d'un rouleau en spirale actionné axialement et d'un rouleau lisse (triaje par fente) (fig. 3),
- Tâteurs électroniques de la grandeur et séparation électropneumatique (encore en phase d'essai) (fig. 4).

En Suisse, jusqu'à aujourd'hui, seul le **calibrage avec cribles plats à mailles au carré** a réussi à se répandre à grande échelle dans les exploitations agricoles.

Ce développement provient surtout des prescriptions de tri existantes (mesure au carré!). Il est aussi à attribuer à une exactitude de calibrage relativement élevée et non en dernier lieu à des raisons économiques.

Dans des constructions plus compactes avec des **cribles disposés l'un sur l'autre**, ce sont les gros tubercules qui sont éliminés les premiers. Les cribles inférieurs n'ont plus qu'à conditionner les fractions plus petites. Les machines à **cribles disposés l'un derrière l'autre** sont surtout prévues pour l'obtention de nombreuses fractions de tubercules (par exemple, conditionnement combiné de pommes de terre de consommation et de semence). Comme les plus petits tubercules se séparent en premier (les cribles à petites mailles se trouvent au début), les surfaces de criblage sont plus fortement occupées dans le premier système. En ce qui concerne le déroulement des mouvements des cribles (cinématique du criblage), il faut relever deux différences fondamentales. Par la notion de «systèmes à oscillations», on entend des cribles en règle général horizontaux oscillant de façon uniforme. La mise en marche se fait par un mécanisme à manivelle. Par contre dans les nouveaux «système à secousses par intervalles», les cribles sont par

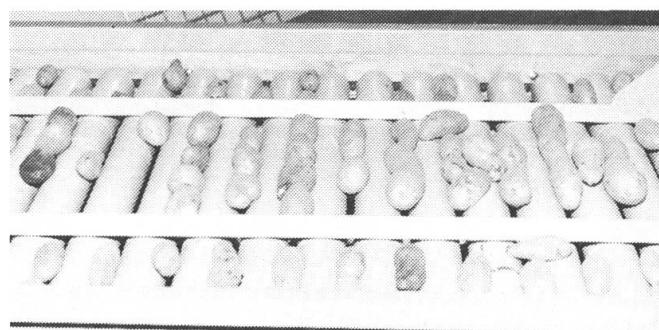
contre mis en mouvement, dans la direction horizontale et verticale, par une came rotative. Par des poussées et des secousses, les cribles sont actionnés horizontalement ou verticalement. Puis, les cribles demeurent quelques dixièmes de seconde en position de repos. De cette façon, les tubercules ont le temps de passer entre deux poussées à travers les mailles du crible.

● Tri

Aussi bien en Suisse qu'à l'étranger, le tri des pommes de terre s'effectue pratiquement exclusivement manuellement. Avec l'introduction dans le courant des années cinquante de la table de visite à rouleaux (elle fait partie aujourd'hui de l'équipement standard), les tubercules suivent un mouvement rotatif et sont ainsi visibles de tous les côtés. Le travail en est donc considérablement allégé et le résultat amélioré (fig. 5). Depuis lors cependant, aucun progrès important n'est à signaler. Le besoin en temps de travail est toujours encore important. Selon la part de déchet et l'étendue de la table de visite, on compte 0,5 à 1,2 unités de main d'œuvre par heure et par tonne de pommes de terre triées.

L'emplacement de la table de visite avant le calibrage a l'avantage, lors de la séparation en

Fig. 5: Pratiquement tous les calibreurs sont équipés de nos jours de bandes de tri à rouleaux. Les mécanismes de rotation utilisés, le diamètre des rouleaux et la répartition des voies sont différents les uns des autres.



plusieurs fractions, de trier toutes les pommes de terre sur une voie et en un passage. La table de visite placée avant le calibrage n'est cependant pas pratique, si, comme pour les pommes de terre de consommation, seules une ou deux fractions doivent être conditionnées, car une part considérable de tubercules potentiellement trop petits ou trop grands sont forcément soumis à un contrôle inutile. Dans ce cas, il serait préférable de placer la table de visite après le calibrage, mais seules deux fractions au maximum pourraient être triées en même temps sur deux voies.

Des efforts sont également en cours dans ce domaine du conditionnement afin d'automatiser d'abord en partie le tri grâce à l'utilisation de l'électronique. Il s'agit dans ce cas de grandes installations; la personne qui trie ne s'occupe plus que d'établir la caractéristique des tubercules défectueux; le tri a lieu automatiquement et la plupart du temps simultanément avec le calibrage électronique (fig. 4). En mettant à profit les expériences recueillies avec les installations de séparation électronique pour les pommes de terre et autres, ainsi que celles recueillies avec les machines de tri de fruits et de légumes à guidage photoélectrique, des études sont en cours concernant le développement des dispositifs automatiques de tri de pommes de terre. Un système qui semble avoir un grand avenir pour différencier les tubercules en bon état de ceux qui présentent des défauts consiste par des rayons intermittents électromagnétiques et infrarouges. Cependant ce n'est que d'ici une bonne dizaine d'années que la rentabilité de ces nouveaux systèmes sera garantie, en tous les cas pour les machines de tri agricoles.

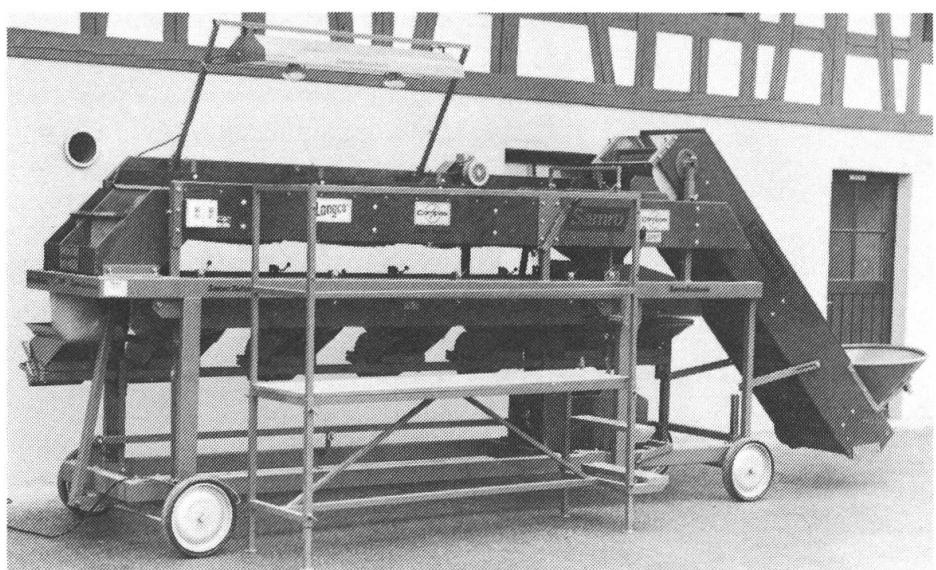


Fig. 6: COMPAS-LANCO AS 60. b: Un crible pour la séparation des petites pommes de terre de mauvaise qualité se trouve avant la table de contrôle et est relié à une voie pour le rebut (côté opposé au personnel de service) c: Un disque à came provoque les mouvements de secousses par intervalles.

Fig. 6b

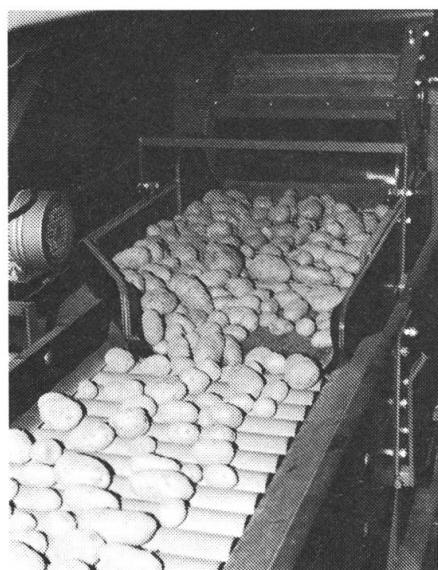
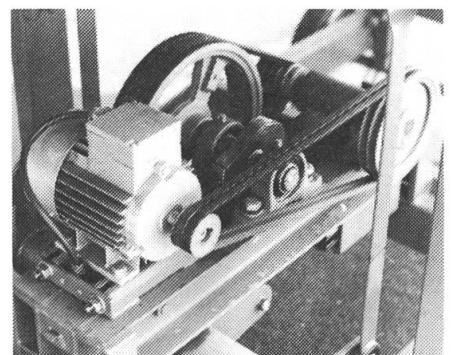


Fig. 6c



Test comparatif

● Machines utilisées

En automne 1984, les **calibreurs automoteurs à cribles plats** les plus vendus actuellement ont été soumis à un test comparatif (fig. 6 à 9, tableau 1). Dans deux types chacun, les cribles se meuvent selon le systèmes à secousses par intervalles (COMPAS-LANCO AS 60,

SAMRO KS 80) et celui à oscillations (Jabelmann JKS 143, SKALS SK 613) de façon synchronisée ou à contre sens. COMPAS se différencie en outre fortement dans la disposition des cribles. Un crible pour la séparation des petites pommes de terre de rebut est placé avant la table de contrôle. Quatre autres cribles les uns à côté des autres se trouvent en dessous de la table de contrôle. On peut donc travailler avec six fractions de calibrage. Dans les autres types avec deux (SAMRO et SKALS) et trois (Jabelmann) cribles disposés les uns sur les autres (pour trois et quatre fractions), le calibrage s'effectue avant la table de contrôle.

Tableau 1: Données techniques, prix

Produit Type Vente	COMPAS- LANCO (NL) AS 60	SAMRO (CH) KS 80 Samro-Bystronic 3400 Burgdorf	JABEL- MANN (D) JKS 143 Samro-B./Volg 8400 Winterthur	SKALS (DK) SK 613 Grunder 1522 Lucens
Dimensions principales				
Longueur/largeur/hauteur cm Poids kg	630/125/265 ¹⁾ 1090	510/126/183 ¹⁾ 532	558/125/194 ¹⁾ 575	576/138/183,5 ¹⁾ 520
Propulsion électrique V/kW	380/0,55	380/0,74 380/0,25	380/0,75	380/0,75
Elévateur				
Largeur de l'entonnoir cm - Hauteur de remplissage cm	88,5 63,5 - 87,5	88 43	65 71	71,5 49,5
Longueur de la bande cm - Largeur cm	240 49,5	152 39	160 40	175 40
- Distance entre lattes d'entraînement cm - Vitesse d'avancement cm/s	25,5 11 - 20	28 16, 20, 24	29 17 - 25	49 24 - 42
Panier cribleur	synchronisé	synchronisé	à contre-sens	à contre-sens
Cribles, nombre	5	2	3	2
Longueur/largeur cm - Pente %	75/60 0	100/60 ca. 52)	140/75 12	120/61 8
Nombre de secousses /min	87	92	200 - 292	165 - 310
Direction de la secousse	système à secousse par intervalle	système à secousse par intervalle	système à oscillations	système à oscillations
- horizontale mm - verticale mm	7 - 16 14 - 23	7 - 13 16 - 25	49 -	60 -
Condition de tri				
Bandes de tri	2	3	2	3
- Hauteur de travail cm	50 - 140	80,5 - 113,5	73 - 110	88 - 120
- Longueur/larg. utiles cm	200/60	145/80	140/74	150/92
- Diamètre du rouleau mm	53	65	50	60
- Vitesse d'avancement cm/s	9 - 18	10 - 14	12 - 19	9 - 17
Eclairage W	2 x 40	2 x 40	1 x 40	2 x 36
Intensité minimale d'éclairage Lux	600	1000	80	500
Chauffage W	2 x 250	2 x 250	-	2 x 150
Bruit (valeur moyenne et maximale) dB(A)	79 / 84	78 / 80	83 / 86	83 / 86
Ecoulement				
Disp. de fixation des sacs	7	4	4	5
- Haut. au-dessus du sol cm	71,5 - 97	73	74	76,5
- Aptitude p. sacs plastique	non	oui	oui	non
Prix				
Machine (sans cribles) Fr.	19'200.--	9'775.--	12'850.--	10'500.--
Cribles Fr./pce.	130.--	80.--	445.- - 630.-	170.--
Ensachage pour les petites pommes de terre	y compris	850.--	-	-
Tapis roulant pour paloxes		3'400.--	-	-

1) avec éclairage
2) réglage moyen

3) à la surface de la bande de tri

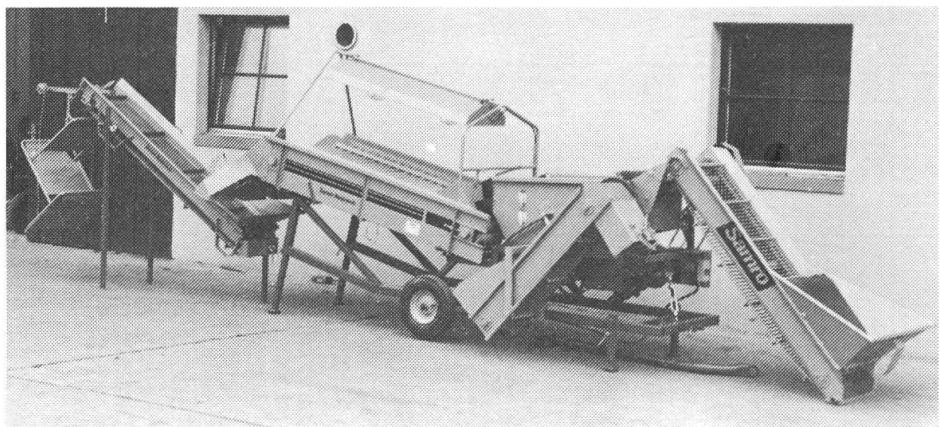


Fig. 7: SAMRO KS 80. Les tubercules sur le crible supérieur peuvent être dirigés soit sur la voie de tri du milieu soit sur celle du côté droit. Dans ce dernier cas, la voie de gauche non approvisionnée est destinée au dépôt des tubercules de rebut. Cette variante ne convient pas à des performances rapides, car il se forme un bouchon à la sortie du crible supérieur.

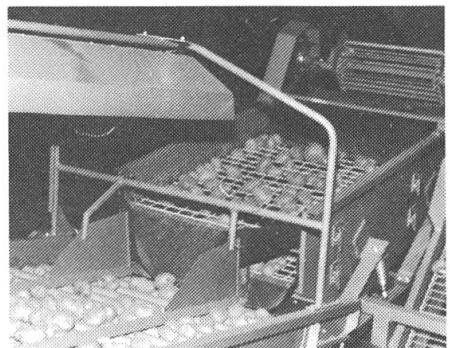


Abb. 7b

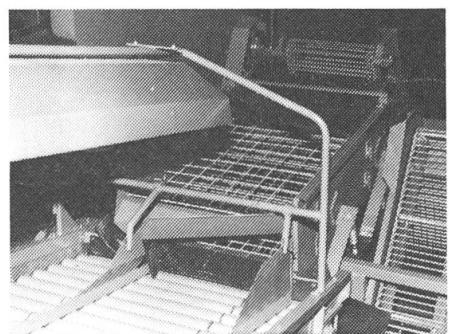


Abb. 7c

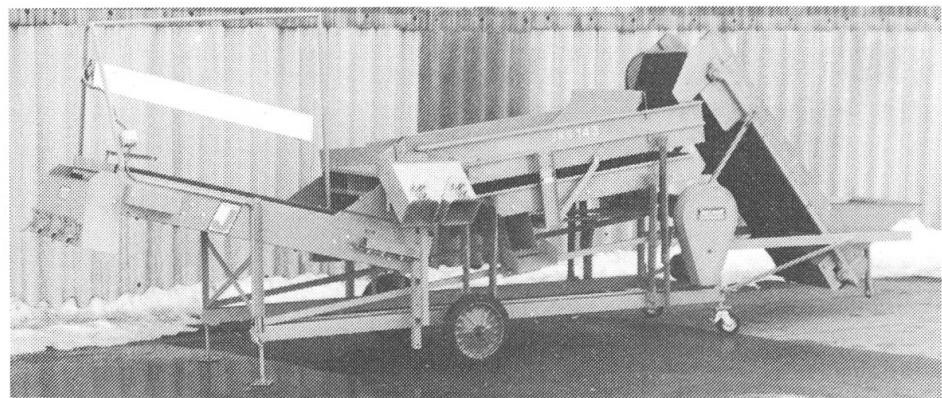


Fig. 8: JABELMANN JKS 143: Les tubercules des cibles inférieurs parviennent sur les deux voies de tri. Les surplus du crible supérieur est reçu par une bouche d'ensachage installée sur le côté gauche ou sur celui de droite.

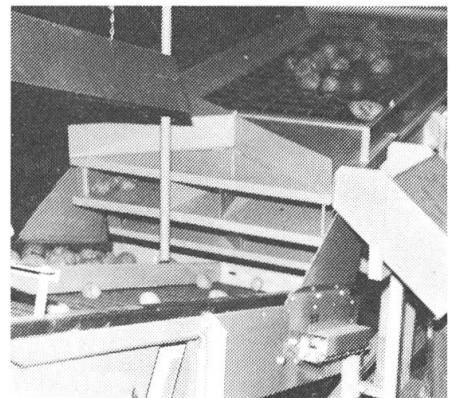


Fig. 8b

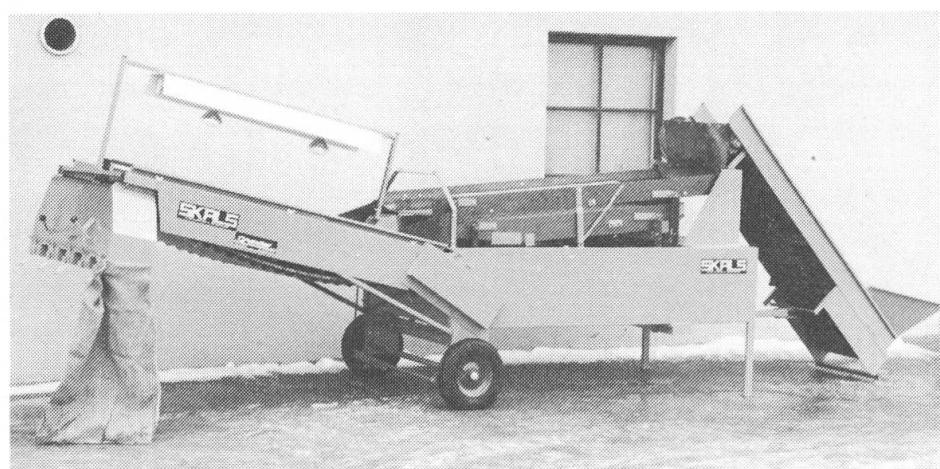


Fig. 9: SKALS SK 613: Une voie libre destinée aux déchets se trouve au milieu de la table de contrôle.

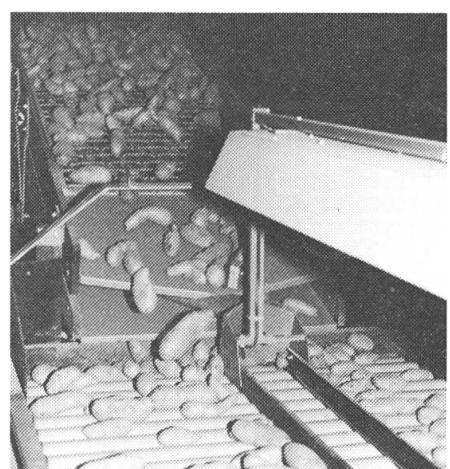


Fig. 9b

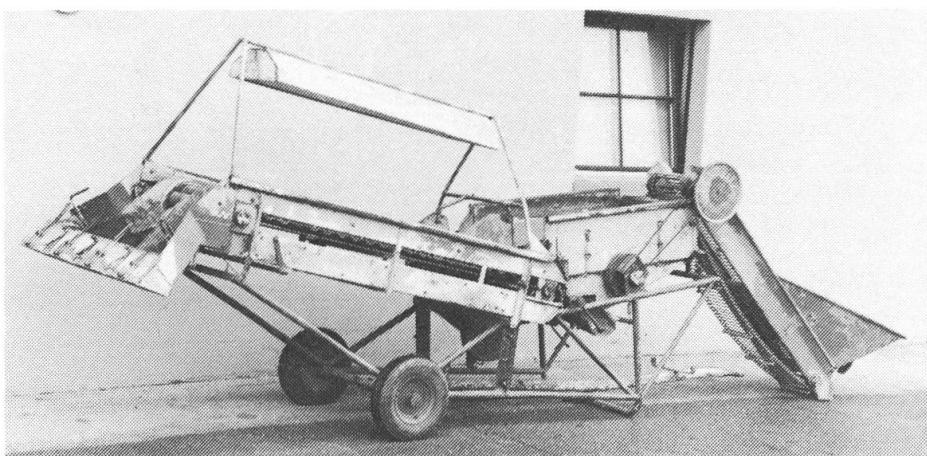


Fig. 10: Machine de comparaison KUNZ KS 5. Le panier cribleur est entraîné au milieu par un arbre d'excéntrique fonctionnant relativement rapidement dans la direction horizontale et verticale (mouvement en forme d'ellipse).

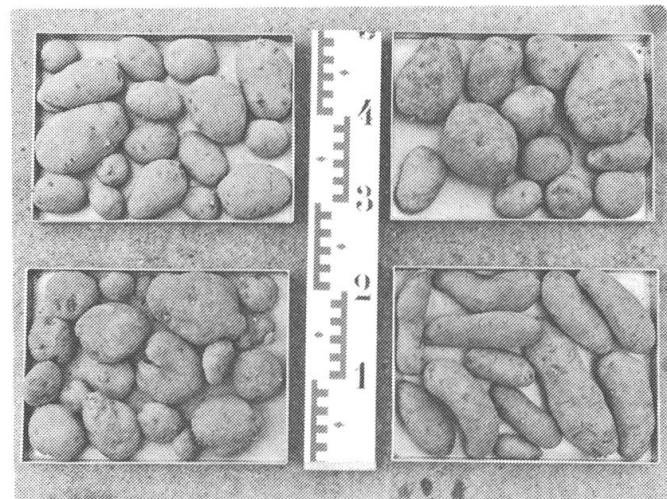
Un trieur-calibreur KUNZ KS 5 (ce modèle est dépassé et n'est plus construit) a été introduit dans un programme partiel à but de comparaison (fig. 10). Ce modèle est encore le plus répandu dans la pratique, mais il est remplacé petit à petit par de nouvelles machines. En règle générale, ce n'est pas tant l'état mécanique de cette machine, que plutôt sa tendance élevée au bourrage qui ne suffit plus aux exigences actuelles. Les résultats établis avec cette **machine de comparaison** sont censés faciliter l'estimation de la valeur utile d'une nouvelle machine.

● L'assortiment de pommes de terre et les calibrages

Lors du choix des variétés pour la mise en place de test, nous avons veillé à ce que nous ayons des formes de tubercules plus ou moins favorables pour le calibrage et pour le transport (Fig. 11).

- **Bintje:** petits tubercules ronds, les plus grands sont ovales courts et ovales longs, assez réguliers
- **Eba:** ovales courts, grands, réguliers
- **Maritta:** ronds, bosselés, irréguliers
- **Stella:** longs, ayant la forme d'un croissant ou d'une virgule. Stella peut être désignée com-

Fig. 11: Assortiment de pommes de terre utilisé pour les tests. En haut: Bintje et Eba; en bas: Maritta et Stella.



me étant la variété la plus problématique de l'assortiment suisse, en ce qui concerne le calibrage.

Les calibrages choisis conformément aux prescriptions des usages du commerce sont les suivants:

- 28 à 32 mm
- 32 à 35 mm
- = petits calibres pour les pommes de terre de semence
- 35 à 42,5 mm
- = calibre moyen pour pommes de terre à rôtir
- 42,5 à 70 mm
- = calibre universel pour pommes de terre de consommation
- moins de 28 et plus de 70 mm
- = rebut.

● Ajustement optimal

Avec les types COMPAS et SAMRO, la longueur et la direc-

tion des mouvements des cribles peuvent être réglés (pour Samro également la pente du panier cribleur). Pour JABELMANN et SKALS par contre, seul le nombre de mouvement peut être réglé. Afin d'obtenir des éclaircissements sur ces différentes relations, nous avons entrepris des essais de base avec le système à secousses et celui à oscillations en utilisant chaque fois le même type de tubercules (Bintje) et la même dimension de calibrage (mailles de 42,5 mm). 50% des pommes de terre triées étaient plus grandes ou plus petites que 42,5 mm. Les conclusions suivantes peuvent être tirées (Fig. 12 et 13):

- **Système à secousses par intervalles** (mouvement du crible horizontal/vertical).

Rapports FAT

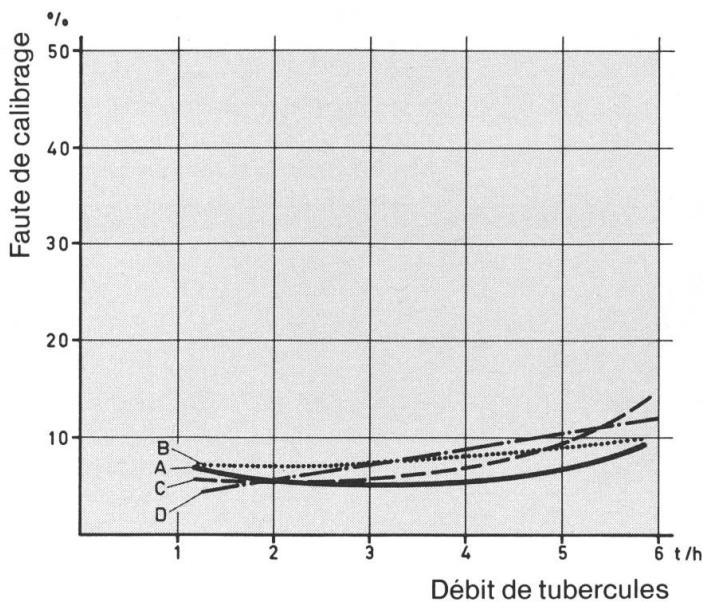


Fig. 12: Système à secousses par intervalles (SAMRO): Influence de la performance de débit et de différentes mises au point sur l'exactitude de calibrage.

Secousse verticale en mm	Pente du panier cribleur en %
A = 19	4,2
B = 19	8
C = 17	4,2
D = 20	4,2

(A: réglage de base pour les essais)

Les résultats les plus favorables ont été obtenus avec un débit moyen de 3,5 t/h et avec un mouvement horizontal/vertical des cibles de 19 et 9 mm (pente du panier cribleur 4 à 5%). Même avec des débits élevés, les erreurs de calibrage n'augmentaient que faiblement.

– **Système à oscillations** (mouvement horizontal du crible). Afin de garantir un avancement régulier même avec de faibles débits (2,5 t/h), les cibles doi-

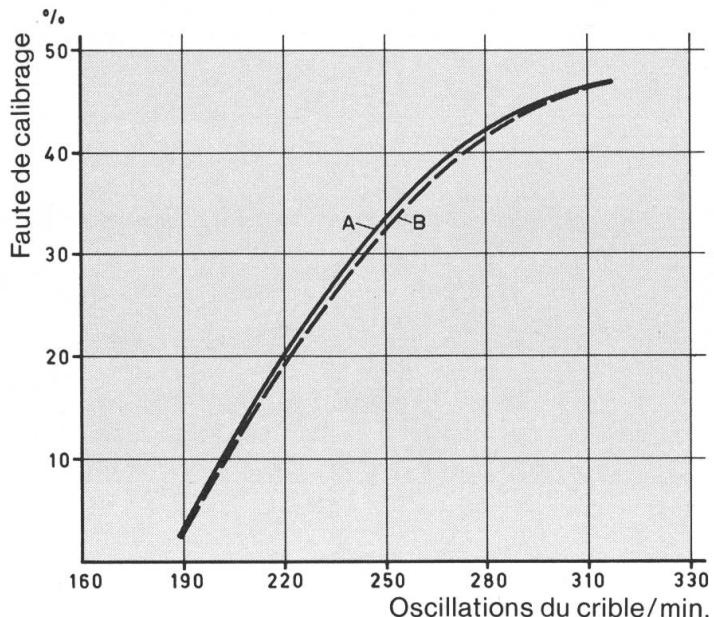


Fig. 13: Système à secousses par intervalles (SKALS): Influence de la fréquence des cibles (oscillations du crible/minute) et de la performance de débit sur l'exactitude de calibrage).

A = Débit de 2,5 t/h
B = Augmentation proportionnelle du débit avec la fréquence de criblage (de 2,5 t/h (190 Hz) jusqu'à 4,1 t/h (310 Hz)).

(B: principalement avec des fréquences et des débits élevés, on se trouve juste au-dessous de la limite).

● Exactitude de calibrage et performance de débit (Tableau 2, Fig. 14)

L'exactitude de calibrage et l'endommagement des tubercules de chaque machine ont été mesurés avec différents débits qui correspondent à ceux de la pratique et réglés sur le domaine de performance actuel. Le tableau 2, présente les valeurs moyennes correspondantes (illustration 14), et les relations entre le débit et l'exactitude de calibrage. Par «faute de calibrage global», on désigne l'importance des tubercules mal calibrés de toutes les fractions, en pourcentage du poids de l'ensemble des tubercules. Lorsque l'on compare ces chiffres, il ne faut pas oublier que seules trois fractions sont triées par SAMRO et SKALS, tandis que JABELMANN et COMPAS séparent 4 à 6 fractions. Avec un nombre de fractions croissant, il est en

Exactitude de mesures des mailles du crible

Machines	Ecart maximal en mm par rapport à la grandeur du crible		
	35 mm	42,5 mm	70 mm
COMPAS	- 0,1 / + 0,5	- 0,5 / + 0	1)
SAMRO	- 1,0 / + 0,4	- 1,1 / + 0,1	- 1,4 / + 0,9
JABELMANN	- 0,8 / + 0,3	- 0,2 / + 0,8	- 0,3 / + 0,8
SKALS	- 0,6 / + 0,5	- 0,8 / + 1,2 2)	- 1,4 / + 0,7

1) n'a pas été testé 2) crible de 42 mm

Tableau 2: Exactitude du calibrage

Valeurs moyennes de plusieurs mesurages à raison d'un débit correspondant à l'usage pratique des machines utilisées (comparer avec l'illustration 14).

Variétés - Machine	Débit des tuber- cules t/h	Faute de calibrage en % du poids lors du tri						Total
		28 - 32	32 - 35 et < 35	35 - 42,5 et < 42,5	42,5 - 70 et > 42,5	> 70		
Bintje		(5)	(10)	(24)	(59)	(0,2)		
- COMPAS	2,5	5	14	4	12	0	9,1	
- SAMRO	2,9	-	0	7	9	-	7,6	
- JABELMANN	3,3	-	0	15	21	0	16,5	
- SKALS	3,2	-	1	5	10	-	7,8	
- Machine de comparaison	2,5	-	0	3	14	-	10,2	
Eba		(1)	(2)	(4)	(83)	(10)		
- COMPAS	2,8	7	9	2	1	3	1,6	
- SAMRO	2,9	-	-	0	2	47	7,4	
- JABELMANN	3,7	-	0	10	3	22	5,4	
- SKALS	3,3	-	-	2	3	42	7,0	
Maritta		(1)	(3)	(11)	(82)	(3)		
- COMPAS	2,7	2	12	4	3	0	3,3	
- SAMRO	3,0	-	0,1	8	4	-	4,3	
- JABELMANN	3,8	-	0	6	5	2	4,8	
- SKALS	2,9	-	1	10	5	-	5,4	
Stella		(6)	(9)	(26)	(56)	(2)		
- COMPAS	2,2	21	24	18	34	100	27,2	
- SAMRO	2,8	-	0	24	35	-	25,1	
- JABELMANN	3,1	-	0	43	39	72	42,0	
- SKALS	2,8	-	0	41	42	-	35,5	
- Machine de comparaison	2,3	-	0	5	24	-	15,3	

() = répartition moyenne des grandeurs des tubercules en % du poids
(pommes de terre mal calibrées incluses)

* = 6% pour les pommes de terre de consommation et 2% pour les pommes de terre de semence

<= plus petit que ...

>= plus grand que ...

principe plus difficile de maintenir un faible «taux de faute de calibrage global».

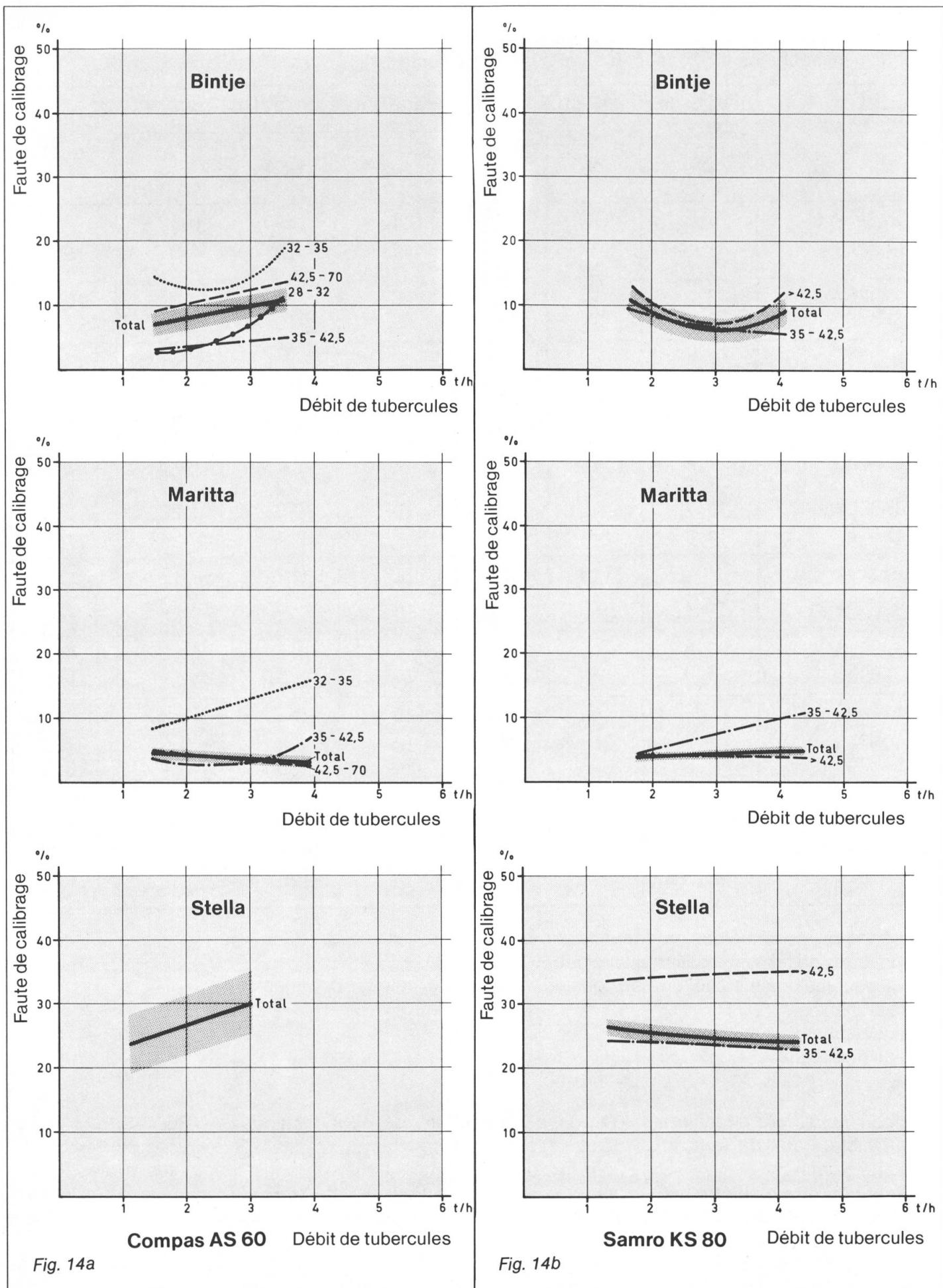
La variété **Maritta** a pu être calibrée pour ainsi dire sans problème par toutes les machines. Seule la COMPAS a légèrement dépassé le seuil admissible de

6%, dans les fractions de 32 à 35 mm et par faibles débits.

Pour **Eba**, les résultats ont été à peu près les mêmes. Pour cette variété, un nombre relativement important de tubercules trop petits se trouvait dans la fraction de plus de 70 mm avec les ma-

chines SAMRO, JABELMANN et SKALS. Avec les **Bintje** aussi, à longs tubercules ovales, il ressort clairement que les grands tubercules sont plus difficiles à calibrer que les petits. Dans la fraction 42,5 mm, toutes les machines se trouvaient au-dessus

Rapports FAT



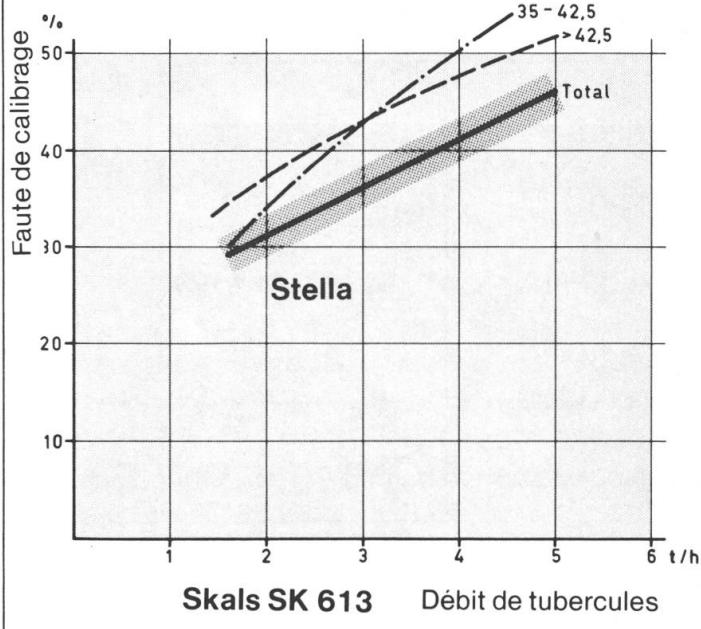
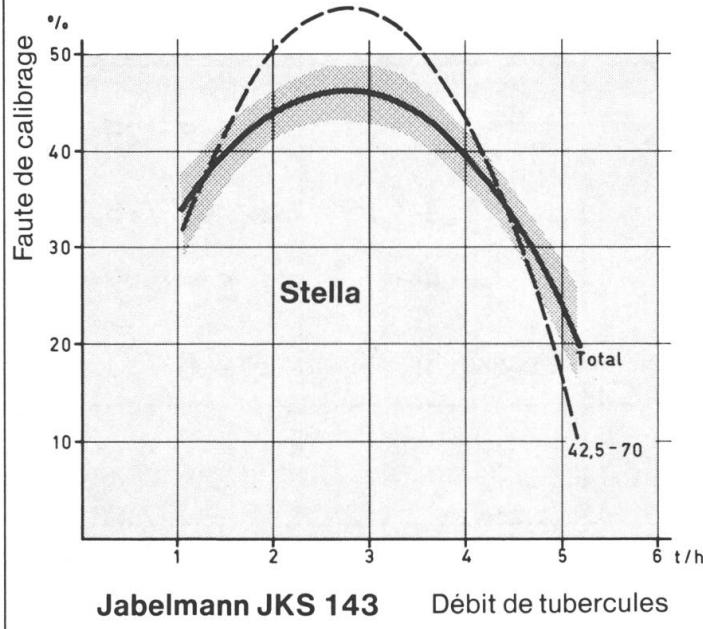
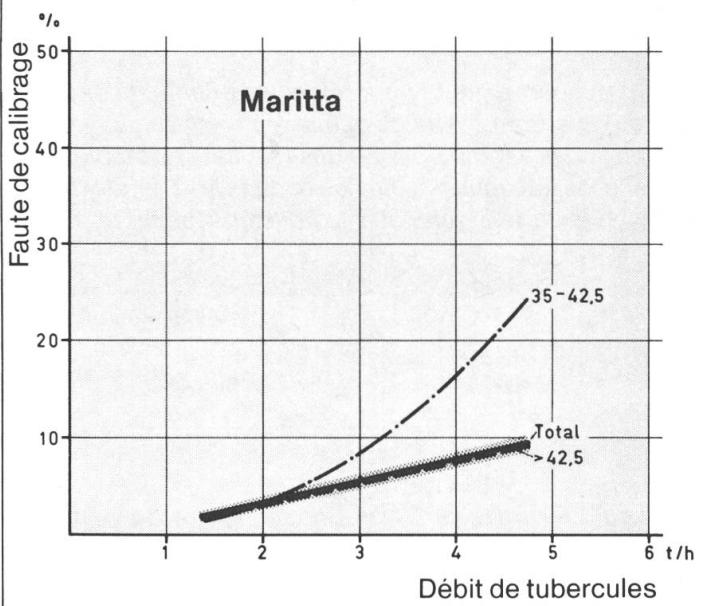
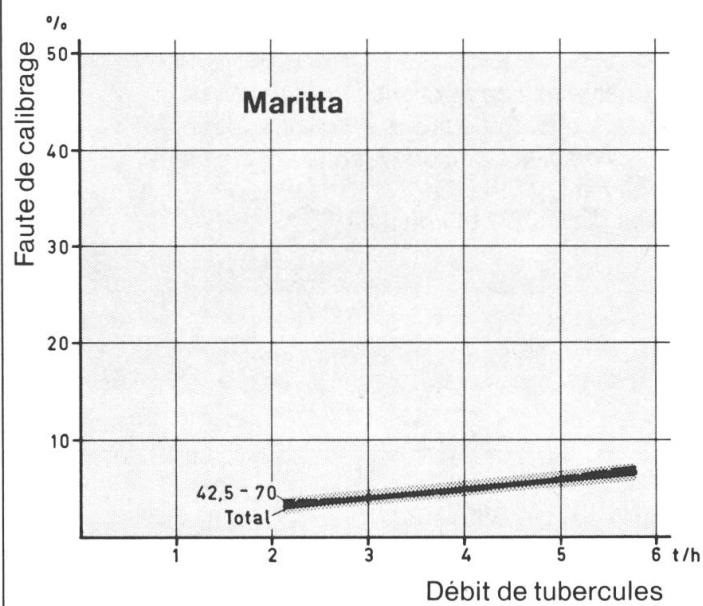
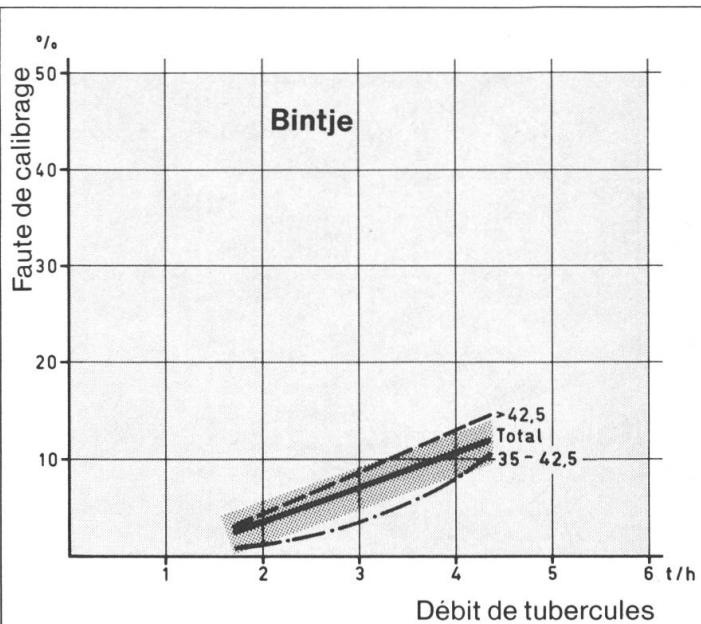
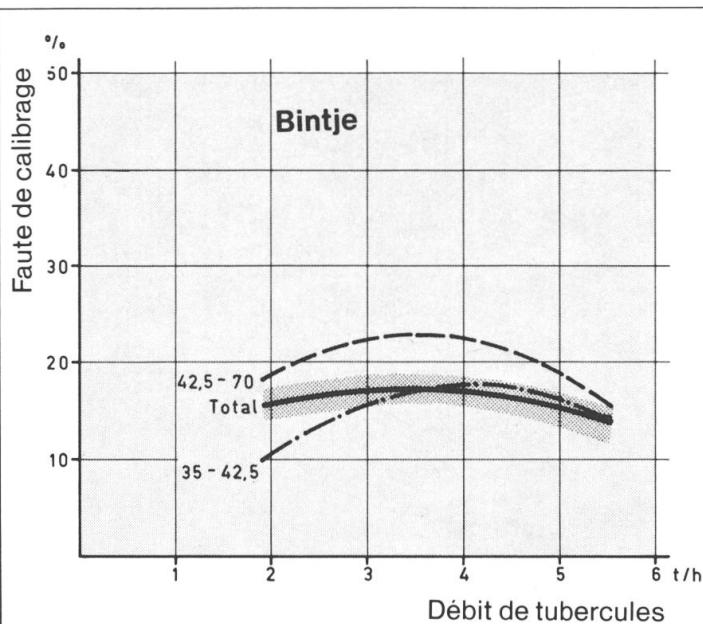


Fig. 14c

Fig. 14d

Rapports FAT

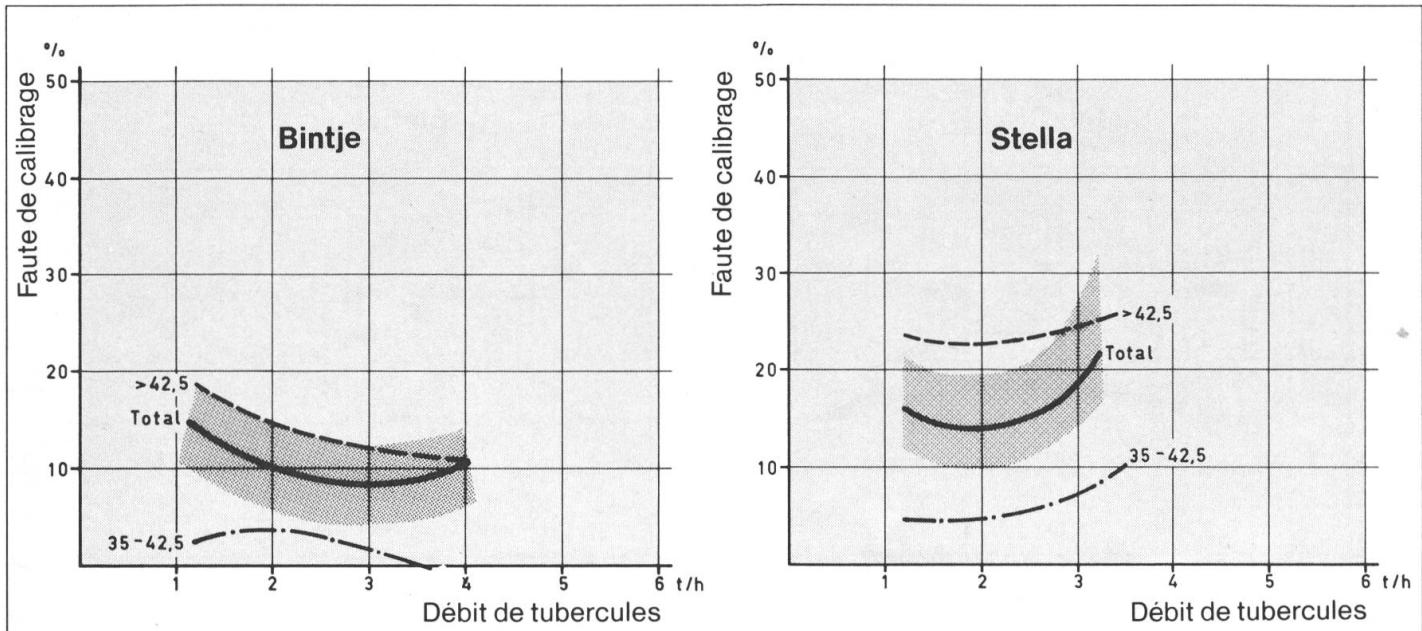


Fig. 14e

(Kunz KS 5)

Fig. 14: Rapport entre la performance de débit et l'exactitude de calibrage. Les fractions individuelles de tri n'ont été mises en évidence que là, où on distingue une dépendance nette. Nous avons renoncé à la représentation de la variété Eba, car des résultats favorables tout à fait semblables à ceux de Maritta ont été obtenus dans les fractions principales et dans les tris pour la consommation.

Total = faute de calibrage total; la grille grise représente la dispersion (limite d'erreur de 5%).

Tableau 3: Débits réalisés en t/h (faute de calibrage d'un max. de 6%)
(comparer avec l'illustration 14)

Machines	Bintje	Eba	Maritta	Stella
COMPAS	1,5	4 1)	4 1)	(1,3 /25 %)
SAMRO	3	4,2	4,3 2)	(4 /25 %)
JABELMANN	(5,3 /14 %) ³⁾	5,1	5,6	(5 /25 %) ³⁾
SKALS	2,8	3,2	3,3	(1,8 /33 %)
Machine de comparaison	(3 / 8 %)	-	-	(2 /14 %)

) = Débit (faute de calibrage la plus petite possible) (= 2ème chiffre)

1) = Elévateur et bande de tri à la limite de puissance; bouchons devant le crible de 70 mm

2) = Bande de tri à la limite de puissance

3) = Panier cribleur à la limite de bourrage

de la limite de tolérance (SKALS seulement avec des débits élevés). L'exactitude de calibrage a été absolument insuffisante pour **Stella**. Afin d'obtenir un calibrage suffisamment exact, ces tubercules généralement longs devraient être placés debout, sur le crible, pour pouvoir s'infiltrer entre les mailles de celui-ci. Aucune des nouvelles machines ne peut exécuter un tel tour de force. La vieille machine de comparaison a donné de meilleurs résultats pour cette variété. Une fréquence élevée du crible (450 oscillations/minute) et un mouvement horizontal/vertical du panier cribleur (9/11 mm, rotation en forme d'ellipse) influencent favorablement l'exactitude du calibrage. Avec une diminution du nombre de tours (420 oscillations/minute), l'exactitude de calibrage est certes améliorée pour *Bintje* et *Stella*, mais les cribles ont été complètement bouchés après quelques minutes.

Le tableau 3 indique les débits conseillés, en tenant compte d'un taux de max. 6% de faute de calibrage (ou les valeurs les meilleures immédiatement au-dessus de celui-ci). La limitation de performance dépend ici de l'exactitude de calibrage, de la surcharge de l'élévateur, de celle du panier cribleur ou de la bande de triage. Les performances les plus élevées ont été atteintes avec JABELMANN. Avec cette machine, qui a la plus grande surface de crible, la faute de calibrage a tout d'abord légèrement augmenté, parallèlement à l'augmentation du débit – particulièrement avec les *Bintje* et les *Stella* qui ont tendance à bourrer les éléments; puis, elle s'est stabilisée en atteignant la limite de bourrage (Fig. 14 c). Cette réaction s'explique de la façon suivante:

lorsque le panier cribleur est

très chargé, les oscillations sont en partie reportées sur la machine, (faute de stabilité la machine commence à glisser). Grâce à une vitesse d'avancement réduite des tubercules et donc à une durée de séjour plus longue sur le crible, une partie des tubercules se place verticalement, l'exactitude de calibrage s'améliore, mais la tendance au bourrage s'accentue. Les cribles de COMPAS et de SAMRO étaient complètement recouverts de tubercules; cela allait jusqu'à une couche et demie pour le COMPAS. La «faute de calibrage global» admissible n'a pas été dépassée pour les pommes de terre de consommation par la variété Maritta.

● Tendance au bourrage

C'est avec les agrégats de calibrage à secousses intermittentes (COMPAS et SAMRO) que la tendance au bourrage a été la plus faible. Ce n'est que de temps en temps que quelques tubercules difformes – se trouvant principalement dans les grosses mailles du crible (42,5 à 70 mm) – devaient être éliminés (fig. 15). En ce qui concerne les cribles oscillant horizontalement, recouverts de plastique ou de caoutchouc des types JABELMANN et SKALS, la tendance au bourrage a pu être plus ou moins contrecarrée par un réglage du nombre de tours selon le débit et la variété. Avec JABELMANN, un nettoyage plus fréquent des cribles inférieurs était nécessaire particulièrement pour les débits assez élevés et pour les variétés *Bintje* et *Stella*, car jusqu'à environ 25% de la surface des cribles était recouverte de pommes de terre coincées (fig. 16). Dans ces cas, la plupart des tubercules a pu être libérée, par une brève et violente augmentation du nombre de tours. Il faut ajouter à cela

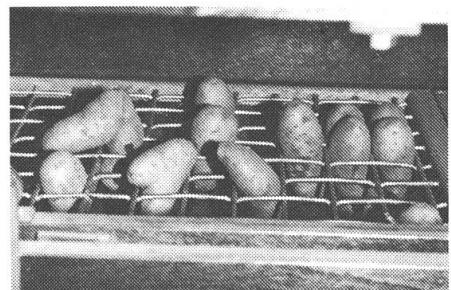


Fig. 15: Avec le système à secousses par intervalles, seuls les grands cribles avec des tubercules difformes sont sujets au bourrage (COMPAS).

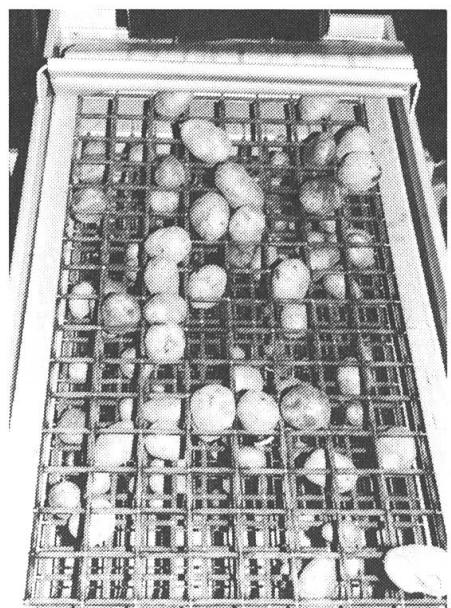


Fig. 16: Avec les deux machines à cribles oscillants, on peut la plupart du temps libérer les tubercules coincés sans les toucher, simplement en augmentant le nombre de tours (JABELMANN). Les cribles revêtus de caoutchouc ou de plastique ménagent les tubercules pendant le transport, mais provoquent cependant une tendance au bourrage plus forte.

que le fréquent changement de position du réglage est plutôt pénible; (de nombreuses rotations de manivelle en position courbée). La machine de comparaison a démontré une tendance beaucoup trop marquée au bourrage. Après une courte durée d'utilisation avec les variétés citées, le crible inférieur était bourré à environ 40% et le crible supérieur à environ 20% (fig. 17). Dans ce cas, le net-

Rapports FAT

Tableau 4: Endommagement des tubercules

Valeurs moyennes de plusieurs mesurages à raison d'un débit correspondant à l'usage pratique des machines utilisées pour la Bintje, grandeur des tubercules: 40 à 50 mm.

Machines	Débit des tubercules t/h	Tubercules endommagés en *) % du poids		
		légèrement	fortement	total
COMPAS	2,5	3,3	3,2	5,5
SAMRO	2,9	6,7	3,2	9,9
JABELMANN	2,9	5,1	0	5,1
SKALS	3,2	5,0	2,5	7,5
Machine de comparaison	2,5	4,7	3,9	8,6

*) Endommagement différentiel causé par le trieur-calibreur

Endommagement léger: 1,7–5,1 mm de profondeur

Endommagement important: plus de 5,1 mm de profondeur.



Fig. 17: Dans la machine de comparaison, le crible inférieur était la plupart du temps déjà fortement bouché après de courtes durées de travail. Même en modifiant le dispositif de tension à ressort pour la suspension du panier cribleur, les résultats n'ont pu être influencés que de façon négligeable.

toyage doit être effectué à la main, après avoir enlevé le crible supérieur.

● Endommagement des tubercules (tableau 4)

Une modification du débit ne permet à aucune machine d'influencer de façon importante l'endommagement des tubercu-

les. En général, les résultats les plus favorables ont été atteints avec un débit élevé (moins de mouvements individuels des tubercules). La moyenne des «valeurs d'endommagement» qui ont été enregistrées (pommes de terre entreposées depuis un certain temps) est acceptable (tableau 4). Il est possible que les effets de petites blessures

superficielles des tubercules ne soient visibles que plus tard; en effet, celles-ci ne sont pas nécessairement prises en considération par la méthode utilisée, dite du «test de l'épluchure». Ainsi, si une certaine pression d'infection est élevée, la propagation de maladies d'entreposage risque d'être favorisée. Les indications a), b), g), h), i), p) et

Exigences pour les bandes de tri à rouleaux

- La vitesse d'avancement optimale se situe entre 10 et 16 cm/sec. Les tubercules devraient se retourner au moins 2 fois sur eux-mêmes par mètre d'avancement.
- **Hauteur de travail optimale:**
pour les femmes 75 à 85 cm, pour les hommes 80 à 90 cm.
- **Besoin en place** par personne: 51 à 55 cm.
- Le tri est facilité si on peut travailler à contre-sens. Il devrait y avoir le long de la table de visite, du côté de la personne de service, d'étroites bandes pour recueillir les pommes de terre de rebut.
- **Intensité d'éclairage** minimale de 500 à 700 lux (selon DIN 5035). Des rouleaux de couleur claire contrastent favorablement avec les pommes de terre.

- Recommandations** Nous conseillons aux fabricants de bien vouloir prendre en considération les remarques suivantes pour des constructions futures:

COMPAS LANCO AS 60

- a) **Elévateur:** Hauteur de remplissage trop élevée (63,5 cm) pour l'alimentation à la main. L'entonnoir n'est pas capitonné.

SAMRO KS 80

- b) **Elévateur:** l'entonnoir n'est pas capitonné.
- c) **Danger d'accident:** Arêtes vives non arrondies dans la région de la suspension du panier cribleur. L'arbre de commande du dispositif ensacheur n'est pas protégée. L'installation électrique ne correspond qu'en partie aux prescriptions de sécurité (certaines parties sous tension peuvent être atteintes avec un objet pointu)* (fig. 8).

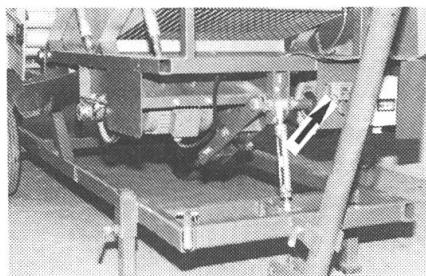


Fig. 18: Dessous du panier cribleur de SAMRO KS 80: Dangereuses installations électriques (voir flèche). Le cadre et le support sont très stables. La machine peut être mise sans peine en position de travail et de transport.

- d) **Panier cribleur:** Le crible de 70 mm comporte sur un des grands côtés des mailles rectangulaires non recouvertes. De ce fait des tubercules trop petits s'infiltrent dans le calibrage de plus de 70 mm.
- e) **Bandé d'ensachage pour petites pommes de terre:** Forte amplification de bruit, par intervalle – augmentation de 6–7 dB (A). Quelques tubercules tombent sur le sol à l'arrivée.
- f) **Table de visite:** Quelques petites pommes de terre parviennent sous les lattes médianes de délimitation des voies et sont écrasées par les rouleaux de devant ou amenées sur le sol (fig. 19).

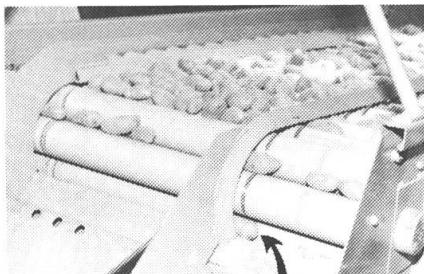


Fig. 19: A cause du diamètre relativement important des rouleaux du SAMRO (image) et SKALS, de petits tubercules sont écrasés dans le coude de devant du tapis roulant ou sont amenés sur le sol (voir flèche).

- g) **Bouche d'ensachage:** Formation partielle de bouchons pour la variété Stella.
- h) **Tapis roulant pour paloxe** (Fig. 20): La grande distance entre les lattes d'entraînement (50 cm) provoque une vitesse d'avancement relativement élevée. Le changement de paloxe s'accompagne forcément d'interruptions de travail ou d'un déplacement pénible du tapis roulant (il manque un mécanisme pivotant).

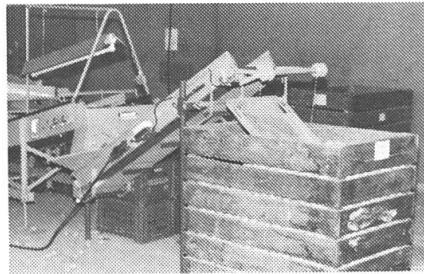


Fig. 20: Equipement remplissage de paloxes pour SAMRO KS 80.

JABELMANN JKS 143

- i) **Elévateur:** Hauteur de remplissage trop élevée (71 cm) pour l'alimentation manuelle.
- k) **Danger d'accident aux paniers cribleurs:** La distance entre les deux lattes de bois de derrière est trop petite. Le passage entre les paniers cribleurs et les bouches d'ensachage pour les grands tubercules n'est pas protégé. De nombreuses arêtes vives sur des parties non protégées et oscillantes.*

- j) **Passage du deuxième crible à la table de visite:** Hauteur de chute relativement élevée sur des pièces non capitonnées.

- m) **Table de visite:** Il manque une voie pour les tubercules à éliminer; cela ralentit nettement la performance du tri. Une transversale empêche le travail de tri (un peu trop en arrière). L'éclairage est insuffisant sur la partie arrière (moins de 500 lux). Les dimensions sont trop petites par rapport à la performance de calibrage.
- n) **Stabilité insuffisante.**
- o) **Le réglage des vitesses** est laborieux.

SKALS SK 613

- p) **Elévateur:** L'entonnoir n'est pas capitonné. La grande distance entre les lattes d'entraînement (49 cm) exige une vitesse d'avancement relativement élevée.
- q) **Danger d'accident:** La distance est trop petite entre le support et les lattes de bois pour le panier cribleur.*
- r) **Panier cribleur:** Les fermetures à vis des parties en bois se desserrent déjà rapidement. Certains tubercules sautent du crible supérieur sur les parties latérales.
- s) **Passage du deuxième crible à la table de visite:** Hauteur de chute relativement élevée sur une surface non capitonnée. Certains tubercules parviennent dans la voie d'élimination ou sont écrasés par les lattes médianes de délimitation.
- t) **Table de visite:** Les lampes chauffantes agissent trop peu sur les voies de tri latérales (voir indication 4).
- u) **Bouche d'ensachage:** Selon l'emplacement des tôles de guidage, la hauteur de chute est relativement élevée entre la table de visite et les sacs. Formation sporadique de bouchons avec la variété Stella. Certains tubercules tombent sur le sol à travers les ouvertures.
- v) **Timon d'accrochage:** L'attache pour les boulons est trop courte.

* Expertise faite en collaboration avec l'Office consultatif central suisse de la prévention des accidents dans l'agriculture (SPAA).

D'après un communiqué des constructeurs et des représentants, ces indications seront si possible prises en considération, lors de la fabrication et de l'équipement de ces machines.

Rapports FAT

u) qui figurent dans le paragraphe «recommandations» sont donc à observer.

● Dispositifs de tri

La vitesse d'avancement et la hauteur de travail des tables de visite à rouleaux est optimale pour tous les types. Avec les modèles COMPAS, SAMRO et SKALS, un tubercule rond de 50 mm est tourné environ 6 fois de 360° par mètre d'avancement, avec le JABELMANN, environ 2 fois 1/4. Sur cette dernière machine, la rotation plus lente et à intervalle est surtout avantageuse pour le triage des petites pommes de terre (fatigue moins importante). En comparaison avec la performance de calibrage, les dimensions de la table de visite sont un peu trop justes. En cas de surcharges de courte durée, le tapis roulant de SAMRO peut être stoppé par une légère pression de la hanche par la personne de service. Avec le modèle JABELMANN, les tubercules à éliminer doivent être posés à l'extérieur soit dans une caisse ou dans une corbeille, car la bande ne prévoit pas de voie d'élimination. Les besoins en temps de travail et en place par personne responsable du tri sont ainsi plus importants.

Résumé et conclusions

L'exactitude de calibrage possible des calibreurs à cribles plats qui ont été testés varie énormément selon le type de machine

	Longueur moyenne de mouvement ¹⁾ en cm/tubercule	Besoin en temps/UT en s/100 tub.	Besoin en place en cm/UT	Place pour UT ²⁾
COMPAS	33	135	51–55	4
SAMRO	25/100 ³⁾	120/210 ³⁾	51–55	4/6
JABELMANN	100	210	55–60	4
SKALS	30	130	51–55	4/6

¹⁾ Distance à accomplir avec le bras lors du tri.

²⁾ min./max.

³⁾ Selon l'emplacement et la division des bandes de tri.

et les variétés de pommes de terre. Ainsi, les exigences des tubercules ronds sont en général bien reçues. Même avec des débits moins élevés, les variétés à tubercules courts et ovales ou courts et longs sont plus difficiles à calibrer. Des contrôles périodiques avec un calibre-type sont indispensables pour toutes les machines. Afin de pouvoir respecter la tolérance de calibrage (plus particulièrement pour les pommes de terre de semence) une correction postérieure de toutes les fractions individuelles doit être effectuée lors du tri. Une autre possibilité consiste à utiliser pour les pommes de terre de consommation un crible à mailles un peu plus grandes à la place de celui de 42,5 mm. Ces systèmes de calibrage sont en général peu satisfaisants pour des variétés à formes de tubercules extrêmes (par exemple pour la qualité Stella). On est en droit d'attendre une certaine considération de la part du marché et des consommateurs. Mais cet aspect devrait trouver de plus en plus d'appui lors de la sélection et du choix des variétés.

Les cribles à secousses intermittentes sont moins sujets au bourrage que ceux à oscillations horizontales. Les deux systèmes de calibrage dénotent cependant de considérables améliorations par rapport au calibreur traditionnel fortement répandu avec des cribles à oscillations rapides et à mouvements verticaux et horizontaux.

Dans des conditions moyennes, peu de tubercules sont fortement endommagés par les calibreurs. En égard aux variétés particulièrement délicates, aux tubercules fraîchement récoltés ou à un risque d'infection élevé, des améliorations – dont l'importance varie selon les machines –, sont indiquées pour tous les modèles testés.

Pour une bonne performance de tri, il nécessaire que la table de visite soit réglée de façon optimale à l'agrégat de calibrage et soit pourvue d'au moins une voie pour les tubercules à éliminer. Le poste de travail pour le personnel devrait être aménagé selon les exigences ergonomiques. Là aussi, différentes améliorations pourraient encore être réalisées sur différentes machines.

- **Recommandations** Nous conseillons aux fabricants de bien vouloir prendre en considération les remarques suivantes pour des constructions futures:

COMPAS LANCO AS 60

- a) **Elévateur:** Hauteur de remplissage trop élevée (63,5 cm) pour l'alimentation à la main. L'entonnoir n'est pas capitonné.

SAMRO KS 80

- b) **Elévateur:** l'entonnoir n'est pas capitonné.
- c) **Danger d'accident:** Arêtes vives non arrondies dans la région de la suspension du panier cribleur. L'arbre de commande du dispositif ensacheur n'est pas protégée. L'installation électrique ne correspond qu'en partie aux prescriptions de sécurité (certaines parties sous tension peuvent être atteintes avec un objet pointu)* (fig. 8).

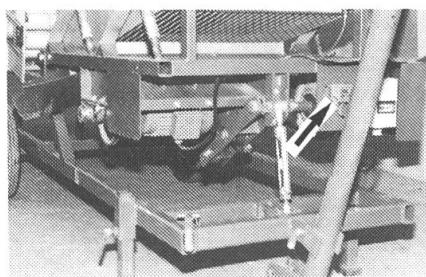


Fig. 18: Dessous du panier cribleur de SAMRO KS 80: Dangereuses installations électriques (voir flèche). Le cadre et le support sont très stables. La machine peut être mise sans peine en position de travail et de transport.

- d) **Panier cribleur:** Le crible de 70 mm comporte sur un des grands côtés des mailles rectangulaires non recouvertes. De ce fait des tubercules trop petits s'infiltrent dans le calibrage de plus de 70 mm.
- e) **Bandé d'ensachage pour petites pommes de terre:** Forte amplification de bruit, par intervalle – augmentation de 6–7 dB (A). Quelques tubercules tombent sur le sol à l'arrivée.
- f) **Table de visite:** Quelques petites pommes de terre parviennent sous les lattes médianes de délimitation des voies et sont écrasées par les rouleaux de devant ou amenées sur le sol (fig. 19).

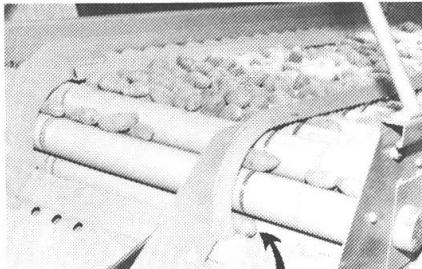


Fig. 19: A cause du diamètre relativement important des rouleaux du SAMRO (image) et SKALS, de petits tubercules sont écrasés dans le coude de devant du tapis roulant ou sont amenés sur le sol (voir flèche).

- g) **Bouche d'ensachage:** Formation partielle de bouchons pour la variété Stella.
- h) **Tapis roulant pour paloxe** (Fig. 20): La grande distance entre les lattes d'entraînement (50 cm) provoque une vitesse d'avancement relativement élevée. Le changement de paloxe s'accompagne forcément d'interruptions de travail ou d'un déplacement pénible du tapis roulant (il manque un mécanisme pivotant).

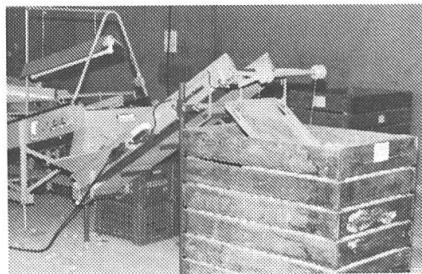


Fig. 20: Equipement remplissage de paloxes pour SAMRO KS 80.

JABELMANN JKS 143

- i) **Elévateur:** Hauteur de remplissage trop élevée (71 cm) pour l'alimentation manuelle.
- k) **Danger d'accident aux paniers cribleurs:** La distance entre les deux lattes de bois de derrière est trop petite. Le passage entre les paniers cribleurs et les bouches d'ensachage pour les grands tubercules n'est pas protégé. De nombreuses arêtes vives sur des parties non protégées et oscillantes.*

- l) **Passage du deuxième crible à la table de visite:** Hauteur de chute relativement élevée sur des pièces non capitonnées.
- m) **Table de visite:** Il manque une voie pour les tubercules à éliminer; cela ralentit nettement la performance du tri. Une transversale empêche le travail de tri (un peu trop en arrière). L'éclairage est insuffisant sur la partie arrière (moins de 500 lux). Les dimensions sont trop petites par rapport à la performance de calibrage.
- n) **Stabilité insuffisante.**
- o) **Le réglage des vitesses** est laborieux.

SKALS SK 613

- p) **Elévateur:** L'entonnoir n'est pas capitonné. La grande distance entre les lattes d'entraînement (49 cm) exige une vitesse d'avancement relativement élevée.
- q) **Danger d'accident:** La distance est trop petite entre le support et les lattes de bois pour le panier cribleur.*
- r) **Panier cribleur:** Les fermetures à vis des parties en bois se desserrent déjà rapidement. Certains tubercules sautent du crible supérieur sur les parties latérales.
- s) **Passage du deuxième crible à la table de visite:** Hauteur de chute relativement élevée sur une surface non capitonnée. Certains tubercules parviennent dans la voie d'élimination ou sont écrasés par les lattes médianes de délimitation.
- t) **Table de visite:** Les lampes chauffantes agissent trop peu sur les voies de tri latérales (voir indication 4).
- u) **Bouche d'ensachage:** Selon l'emplacement des tôles de guidage, la hauteur de chute est relativement élevée entre la table de visite et les sacs. Formation sporadique de bouchons avec la variété Stella. Certains tubercules tombent sur le sol à travers les ouvertures.
- v) **Timon d'accrochage:** L'attache pour les boulons est trop courte.

* Expertise faite en collaboration avec l'Office consultatif central suisse de la prévention des accidents dans l'agriculture (SPAA).

D'après un communiqué des constructeurs et des représentants, ces indications seront si possible prises en considération, lors de la fabrication et de l'équipement de ces machines.

Rapports FAT

u) qui figurent dans le paragraphe «recommandations» sont donc à observer.

● Dispositifs de tri

La vitesse d'avancement et la hauteur de travail des tables de visite à rouleaux est optimale pour tous les types. Avec les modèles COMPAS, SAMRO et SKALS, un tubercule rond de 50 mm est tourné environ 6 fois de 360° par mètre d'avancement, avec le JABELMANN, environ 2 fois 1/4. Sur cette dernière machine, la rotation plus lente et à intervalle est surtout avantageuse pour le triage des petites pommes de terre (fatigue moins importante). En comparaison avec la performance de calibrage, les dimensions de la table de visite sont un peu trop justes. En cas de surcharges de courte durée, le tapis roulant de SAMRO peut être stoppé par une légère pression de la hanche par la personne de service. Avec le modèle JABELMANN, les tubercules à éliminer doivent être posés à l'extérieur soit dans une caisse ou dans une corbeille, car la bande ne prévoit pas de voie d'élimination. Les besoins en temps de travail et en place par personne responsable du tri sont ainsi plus importants.

Résumé et conclusions

L'exactitude de calibrage possible des calibreurs à cribles plats qui ont été testés varie énormément selon le type de machine

	Longueur moyenne de mouvement ¹⁾ en cm/tubercule	Besoin en temps/UT en s/100 tub.	Besoin en place en cm/UT	Place pour UT ²⁾
COMPAS	33	135	51–55	4
SAMRO	25/100 ³⁾	120/210 ³⁾	51–55	4/6
JABELMANN	100	210	55–60	4
SKALS	30	130	51–55	4/6

¹⁾ Distance à accomplir avec le bras lors du tri.

²⁾ min./max.

³⁾ Selon l'emplacement et la division des bandes de tri.

et les variétés de pommes de terre. Ainsi, les exigences des tubercules ronds sont en général bien reçues. Même avec des débits moins élevés, les variétés à tubercules courts et ovales ou courts et longs sont plus difficiles à calibrer. Des contrôles périodiques avec un calibre-type sont indispensables pour toutes les machines. Afin de pouvoir respecter la tolérance de calibrage (plus particulièrement pour les pommes de terre de semence) une correction postérieure de toutes les fractions individuelles doit être effectuée lors du tri. Une autre possibilité consiste à utiliser pour les pommes de terre de consommation un crible à mailles un peu plus grandes à la place de celui de 42,5 mm. Ces systèmes de calibrage sont en général peu satisfaisants pour des variétés à formes de tubercules extrêmes (par exemple pour la qualité Stella). On est en droit d'attendre une certaine considération de la part du marché et des consommateurs. Mais cet aspect devrait trouver de plus en plus d'appui lors de la sélection et du choix des variétés.

Les cribles à secousses intermittentes sont moins sujets au bourrage que ceux à oscillations horizontales. Les deux systèmes de calibrage dénotent cependant de considérables améliorations par rapport au calibreur traditionnel fortement répandu avec des cribles à oscillations rapides et à mouvements verticaux et horizontaux.

Dans des conditions moyennes, peu de tubercules sont fortement endommagés par les calibreurs. En égard aux variétés particulièrement délicates, aux tubercules fraîchement récoltés ou à un risque d'infection élevé, des améliorations – dont l'importance varie selon les machines –, sont indiquées pour tous les modèles testés.

Pour une bonne performance de tri, il nécessaire que la table de visite soit réglée de façon optimale à l'agrégat de calibrage et soit pourvue d'au moins une voie pour les tubercules à éliminer. Le poste de travail pour le personnel devrait être aménagé selon les exigences ergonomiques. Là aussi, différentes améliorations pourraient encore être réalisées sur différentes machines.