

19
E. MICHAUT

PH - CHEVAL

J. COCHET

L'emploi rationnel

du

CHEVAL DE TRAIT

PDF créé par Hippotese (<http://hippotese.free.fr>), 2010

Bibliothèque Numérique de la Traction Animale

HIPPOTESE



Le cheval de travail

1959

PUBLIÉ PAR

LA **FÉDÉRATION NATIONALE CHEVALINE**

L'**INSTITUT D'ORGANISATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL EN AGRICULTURE**

avec le concours

DU **FONDS NATIONAL DE VULGARISATION DU PROGRÈS AGRICOLE**

L'emploi rationnel du

Classer en
Q. - 0 - 42

Hippotese
2010

CHEVAL DE TRAIT

L'I. O. S. T. A. tient à exprimer ses vifs remerciements à tous les organismes qui ont apporté leur concours à la poursuite de cette étude et notamment à :

La Fédération Nationale Chevaline,
Le C. N. E. E. M. A.,
La Direction des Haras,
La F. N. C. E. T. A.,
l'U. N. O. C. C. E. R.,
Le Studbook de la race bretonne,
La Fédération des Studbooks de la race ardennaise,
Le studboock de la race trait du Maine,
Le studbook de la race boulonnaise,
La Fédération Nationale des Etalonniers de France.

par **E. MICHAUT**

J. COCHET

L'effectif de chevaux de trait utilisés en France est évalué à 1 700 000 têtes en 1959. En faisant la part des chevaux destinés à la remonte, à la boucherie ou à l'élevage, on peut estimer que le nombre d'heures de personnel occupé à travailler avec les chevaux s'élève à 500 millions par an.

En comptant l'heure de travail à 150 francs, on peut évaluer le total des salaires (payés ou impayés) des conducteurs de chevaux à 75 milliards de francs par an.

Une meilleure utilisation du cheval de trait, qui permettrait d'économiser 30 % du temps de travail (et l'on verra que c'est techniquement possible) correspondrait pour l'agriculture française à une économie annuelle en argent, en temps ou en fatigue équivalent à 25 milliards de francs.

Tel est l'objet de cette étude. Il conviendra avant d'en exposer les modalités techniques de déterminer au préalable les conditions économiques d'emploi du cheval et de préciser quelle place peut rester la sienne dans une économie agricole moderne. Il s'agira alors de répondre aux deux questions suivantes :

— Le cheval de trait est-il compatible avec une saine gestion des exploitations et avec l'élévation des rendements et de la productivité du travail ?

— Lorsqu'il peut être conservé, quels sont les moyens techniques d'en améliorer le rendement ?

Le cheval de trait mérite-t-il d'être conservé ?

La réponse à cette question dépend essentiellement des éléments apportés par l'étude des aspects financier, économique et social du problème du cheval de trait.

LA NOURRITURE INFLUE CONSIDÉRABLEMENT LE COUT DU CHEVAL DE TRAIT

Cet aspect financier du problème a été exposé largement par l'I.O.S.T.A. dans la Revue de l'Ele-

vage (1). Il suffira d'en rappeler les éléments principaux.

Le tableau suivant donne une valeur du coût horaire d'emploi du cheval de trait selon le nombre d'heures d'utilisation dans l'année. Les quatre hypothèses envisagées sont :

Nourriture à l'écurie : 100 % (lignes I et II), 50 % (III et IV).

Perte à la revente : 1/6 (lignes I et III), 1/2 (II et IV). (Tableau I).

Tableau I

Somme frais fixes	Frais variables à 20 F l'heure				Coût annuel pour x heures de travail				Coût horaire pour x heures de travail			
	500	1 200	2 000	2 500	500	1 200	2 000	2 500	500	1200	2000	2500
I 119 000	10 000	24 000	40 000	50 000	129 000	143 000	159 000	169 000	258	120	80	68
II 124 000	10 000	24 000	40 000	50 000	134 000	148 000	164 000	174 000	268	123	82	70
III 90 000	10 000	24 000	40 000	50 000	100 000	114 000	—	—	200	95	—	—
IV 95 000	10 000	24 000	40 000	50 000	105 000	119 000	—	—	210	99	—	—

On constate en particulier :

- que la valeur du cheval à la boucherie influe peu sur le coût horaire d'utilisation. En effet, une différence de 2,5 à 3 % selon les cas peut être considérée comme faible.
- que par contre le coût horaire est sous l'indépendance de l'utilisation de la pâture pour fournir la nourriture d'entretien, une différence de 17,5 à 18,5 % selon les cas révèle le soin tout particulier qu'il faut apporter à la composition de la nourriture du cheval. C'est sur elle que peuvent être obtenues les économies les plus importantes à réaliser sur le prix de l'heure de travail.

Il convient de compléter ce calcul brutal par d'autres considérations :

- Les dépenses sont couvertes par les produits de la ferme dans un pourcentage important : 47 à 61,5 %.
- Une attelée de trois chevaux se renouvelle à raison d'une unité tous les 3 ou 4 ans, chaque

opération n'amène qu'une faible perturbation dans la marche financière de l'exploitation.

- Le cheval est un placement garanti contre la dépréciation car son coût semble devoir demeurer élevé en boucherie.
- L'usage de juments poulinières abaisserait les chiffres cités ci-dessus. En effet, on peut espérer deux poulains tous les trois ans, soit 40 000 francs de production par an.
- Il n'a pas été fait état dans le calcul précédent de la valeur de vente possible du fumier produit. Celle-ci est fonction de la proximité d'utilisateurs intéressés (maraîchers, champignonnières...).

Deux moyens principaux de réduction du coût d'utilisation du cheval devront donc plus particulièrement retenir notre attention :

- emploi maximum de l'herbage dans la nourriture,
- utilisation de juments poulinières.

(1) Revue de l'élevage. Numéro spécial « Traction animale, mécanique », mars 1959.

LE COUT DU TRAVAIL EFFECTUE DEPEND DU PRIX DE LA MAIN-D'ŒUVRE

De même que la recherche du coût horaire de cheval, celle du coût du travail effectué a été largement développée dans le numéro de mars de la « Revue de l'Élevage ». Rappelons ici les principaux résultats.

Une exploitation de 15 ha répartis en :

- Betteraves 2,5 ha
- Cultures céréalières 7,5 ha
- Cultures fourragères 5 ha

exige :

- avec 2 chevaux : 2 930 heures de main-d'œuvre
- 1 850 heures de traction

avec tracteur : 2 385 heures de main-d'œuvre
497 heures de traction.

En comptant à 200 F l'heure de main-d'œuvre, charges comprises, 800 F l'heure de tracteur 25 CV pour 500 heures/an, de 128 à 166 F l'heure de cheval pour 930 heures/an, et en amortissant sur 10 ans, le matériel tracté, on obtient le tableau II.

Le prix obtenu par la traction animale est alors inférieure à celui obtenu par le tracteur. Ceci vient confirmer l'avertissement des spécialistes, que la motorisation ne peut être envisagée que conjuguée avec une réorganisation de la ferme. Mais ce tableau représente la situation d'une ferme particulière, avec ses moyens et méthodes de travail, dans des conditions déterminées. C'est un cas particulier, et les résultats obtenus doivent être modifiés si les hypothèses le sont.

Tableau II
COUT DES TRAVAUX DE CULTURE

	2 chevaux			Tracteur de 25 CV		
	Nombre d'heures	Coût horaire	Coût annuel	Nombre d'heures	Coût horaire	Coût annuel
M. O.	2 930	200	586 000	2 385	200	477 000
Traction		128	238 000			
	1 858	à	à	497	800	397 500
Total M. O.		166	308 500			
+ traction			824 000			
	—	—	à	—	—	874 500
			894 500			
Amortissement du matériel tracté ..	—	—	112 500	—	—	160 000
			936 500			
Total	—	—	à	—	—	1 034 500
			1 007 000			

Prix et emploi de la main-d'œuvre

On a considéré uniquement la main-d'œuvre à prix actuel d'une journée d'ouvrier agricole. Les charges de main-d'œuvre étant plus élevées avec le cheval qu'avec le tracteur, une augmentation de 10 % amènera une surcharge de 58 600 F dans le cas de la traction animale, soit $58\,600/1\,007\,000 = 5,8\%$ et dans le cas du tracteur, 47 700 F, soit $47\,700/1\,054\,500 = 4,5\%$ seulement.

Une exploitation utilisant la traction animale souffre plus qu'une autre d'une élévation du prix

de sa main-d'œuvre.

Par contre, dans une exploitation familiale, où les heures de travail libérées par la motorisation ne pourraient être utilisées de façon rentable, il y a intérêt à conserver la traction animale, qui permet de maintenir occupé rentablement un travailleur, qui ne le serait pas avec le tracteur.

De la même manière, dans une ferme plus importante, utilisant de la main-d'œuvre salariée avec cheval et tracteur, les chevaux devront être préférés aux périodes où la main-d'œuvre n'a pas son plein emploi.

LA FAIBLE PRODUCTIVITE DE LA MAIN-D'ŒUVRE N'EST DUE QU'À LA ROUTINE

La productivité s'exprime par un rapport simple entre unités de même nature, donc par un chiffre absolu, indépendant des unités de base.

$$\text{Prod du travail} = \frac{\text{Produit Brut (en monnaie)}}{\text{Salaires (en monnaie)}}$$

Lorsqu'on dira que la productivité du travail est de 2, 3 ou 4, cela signifiera que chaque millier de francs de salaires aura produit 2, 3 ou 4 milliers de francs de biens vendus ou consommés.

Les éléments comptables d'un groupe d'une centaine d'exploitations pratiquant la polyculture et où l'élevage représente de 50 à 70 % des rentrées, permettent de déterminer les valeurs de la productivité moyenne du travail dans les différents groupes d'exploitations classées suivant leur moyen de tractation.

Exploitations	Productivité du travail
Marginales	1,3
A traction animale seule	2
A traction moitié animale et motorisée	3
Aux 3/4 motorisées	3,3
A tracteur seul	3,3
Pilotes	3,7

Il semble que la productivité du travail croît avec la motorisation. En fait, le facteur essentiel dans la productivité du travail (et donc dans sa rémunération) se trouve être la quantité d'énergie disponible par travailleur (1). Le charretier conduisant deux chevaux dispose en équivalence tracteur d'une puissance de 15 CV, inférieure d'un peu plus d'un tiers à celle offerte par un tracteur de 25 CV. On retrouve donc par un autre biais le rapport de 2 à 3,3 entre la productivité du travail comparée selon les deux modes de traction.

L'utilisateur du cheval adopte traditionnellement un rythme de travail très lent. Or, quand dans une exploitation les deux moyens de traction se trouvent juxtaposés, ce rythme de travail croît, car il est alors dicté par la machine. L'habitude, dans ce cas, impose au cheval un rythme voisin de celui qu'exigent les machines. Dans cette catégorie d'exploitation, les résultats sont probants.

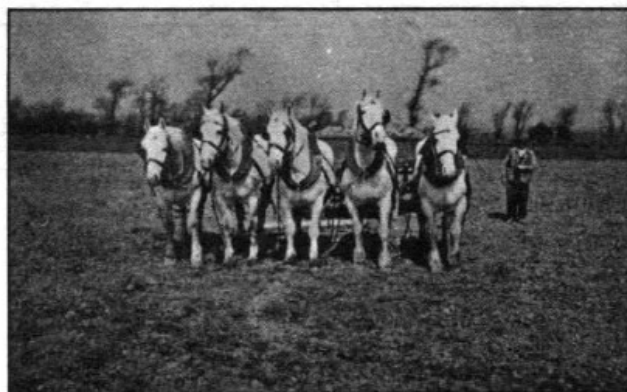
(1) Cf. *Les travaux de l'Office de Comptabilité de Soissons* à ce sujet.

Les moyens d'augmenter la productivité du travail sont nombreux. On peut jouer sur le facteur de la puissance disponible par conducteur, choisir un type de cheval plus rapide ou un mode d'attelage plus économique, mais, surtout on appliquera, et cela est possible le plus souvent, les principes d'organisation rationnelle à l'usage qu'il est fait des chevaux.

Les améliorations proposées dans la partie technique de l'étude mettent à la disposition de l'agriculteur un outil nouveau qu'il est possible de qualifier de « cheval amélioré ».

Si dans les conditions traditionnelles, la productivité du travail en traction animale est 2, il est raisonnable d'estimer à 2,7 la productivité obtenue par l'usage du cheval amélioré.

De plus, en régime extensif, ce mode de traction semble devoir présenter une résistance intéressante aux variations de salaires (Revue de l'Élevage, mars 1959).



La productivité du travailleur dépend de l'énergie mise à sa disposition. Ici le conducteur a la même productivité que s'il conduisait un tracteur de 35 CV.

LE CHEVAL EST ECONOMIQUE EN REGIME EXTENSIF OU SEMI-INTENSIF

Dans un groupe d'une centaine d'exploitations aussi voisines que possible de la majorité des exploitations françaises, c'est-à-dire pratiquant la polyculture, et où l'élevage représente de 50 à 70 % des rentrées, on a voulu mettre en relief la relation qui existe entre le moyen de traction et le produit brut dans une saine gestion de l'entreprise. Il est légitime d'espérer et de chercher une telle relation. Les longs déplacements ferme-champ et vice versa ne conviennent pas du tout au cheval, dont la vitesse de route est limitée au trot. Or, un produit brut multiplié par quatre exige quatre fois plus de transport tant pour les produits épandus, engrais, fumier... que pour les produits récoltés, rendement...

L'interprétation des résultats financiers de ces 100 exploitations met en relief des seuils de motorisation économiques.

Produit brut/ha.	52 000		98 000	
Moyen optimum.	Cheval seul	3/4 tracteur 1/4 cheval	Tracteur seul	
Produit brut/ha.	72 000			
Moyen unique de traction	Cheval seul		Tracteur seul	

Il convient pourtant de rappeler que ces limites n'ont pas un caractère absolu, et qu'elles ont été établies à partir d'éléments recueillis dans des exploitations pratiquant la polyculture axée sur l'élevage et qu'elles sont largement valables dans ce système, avec les légères modifications que peuvent provoquer les variations de fertilité ou de facilité du sol, et celles des salaires ou des prix des produits.

On pourrait procéder aux mêmes recherches dans d'autres systèmes de production en n'oubliant pas toutefois que l'un ou l'autre moyen de traction répond souvent à des nécessités techniques, (et parfois psychologiques) qui en imposent l'emploi, même s'il ne correspond pas aux meilleurs résultats financiers. Il ne semble pas que les limites puissent s'écarter sensiblement de celles qui viennent d'être établies.

On objectera peut-être que cette recherche n'a pas tenu compte des éléments relatifs à la superficie des exploitations. C'est qu'en effet un examen objectif des faits n'a pas permis de trouver de relation décisive entre la surface des exploitations, qui varie de 20 à 150 ha, et leurs résultats.

Pourtant, pour des raisons de plein emploi, certaines exploitations doivent se limiter à un seul moyen de traction. Un tracteur, qui travaille moins de 500 heures par an, ne peut en aucune façon être utilisé économiquement. C'est pourquoi, il est nécessaire de distinguer deux types d'exploitations : celles où le moyen de traction doit être unique, et les autres.

A l'intérieur des limites qui viennent d'être tracées, il convient encore de préciser quelles sont les conditions rationnelles d'emploi du cheval et les avantages qu'il procure à l'exploitation.

On a vu qu'en dehors des caractéristiques techniques spéciales (nature du sol, lignes à faible écartement, etc...) le cheval reste, associé ou non au tracteur, l'apanage du régime *extensif*. Celui-ci se définit par de faibles masses transportées sur de

longues distances et par un sol travaillé superficiellement.

La productivité de la traction (et de la main-d'œuvre) sera donc améliorée par tous les gains de vitesse obtenus sur les déplacements d'abord, sur le travail du sol ensuite. Ce qui suppose que le conducteur travaille toujours *assis*, non seulement pour ménager sa fatigue, propre, mais pour profiter à chaque instant de toute la vitesse du cheval.

Les perfectionnements techniques proposés dans la deuxième partie répondent tous à ce souci d'accélération associé à une amélioration considérable du poste de travail du cheval et de l'homme.

LE CHEVAL N'EST PAS NECESSAIREMENT UN FACTEUR DE RETARD TECHNIQUE

Dans l'état actuel des choses, le cheval est associé dans tous les esprits à l'idée de lenteur, d'inconfort, de faible rendement, pour tout dire d'anachronisme.

Ceux qui n'osent pas franchir le pas de la motorisation, dont ils constatent les bouleversements qu'elle implique, font figure d'attardés. Ils ont mauvaise conscience, malgré l'aisance de leur trésorerie et leur faible endettement. Ils regardent avec envie leur voisin se déplacer sur son tracteur, ne se doutant pas qu'ils peuvent aller aussi vite avec leurs chevaux.

Il y a à cet état de fait une cause essentielle. C'est précisément l'ancienneté du cheval. Il a ses traditions, ses routines, son écurie, que nul ne songerait à bouleverser. Il possède son outillage, qui date du grand-père et qu'on jette quand il lâche, car on le remplace à bon compte à l'occasion d'une vente. Les plus révolutionnaires achètent à la casse un vieil essieu de voiture pour leur tombereau ou même un plateau tout neuf, quand ils ont l'arrière pensée de se motoriser. Le cheval ne mérite pas qu'on investisse pour lui.

En fait, la réunion de trois conditions permettrait au cheval de participer au progrès technique :

La première condition est que le cheval puisse utiliser indifféremment tous les matériels de travail ou de transport prévus pour le tracteur.

L'étude de la rentabilité comparée selon le mode de traction montre en effet que le tracteur doit *suivre* l'intensification, et non la précéder. Lorsque toutes les machines auront été acquises petit à petit du temps du cheval, leur maniement bien connu et l'intensification réellement accomplie, la motorisation ne sera plus qu'un détail et non un saut dans l'inconnu.

La seconde condition est que le cheval puisse travailler vite.

Il faut pour cela qu'il ne soit pas ralenti par le pas de l'homme. On a suffisamment insisté sur ce point. Mais il faut aussi et surtout qu'il travaille toujours très en deçà de la limite de ses forces (ce qui n'exclut pas les coups de collier très brefs). Il faut donc toujours disposer d'une surpuissance qui améliore d'ailleurs le rendement du charretier et permet d'étaler les pointes de travail ou les indisponibilités.

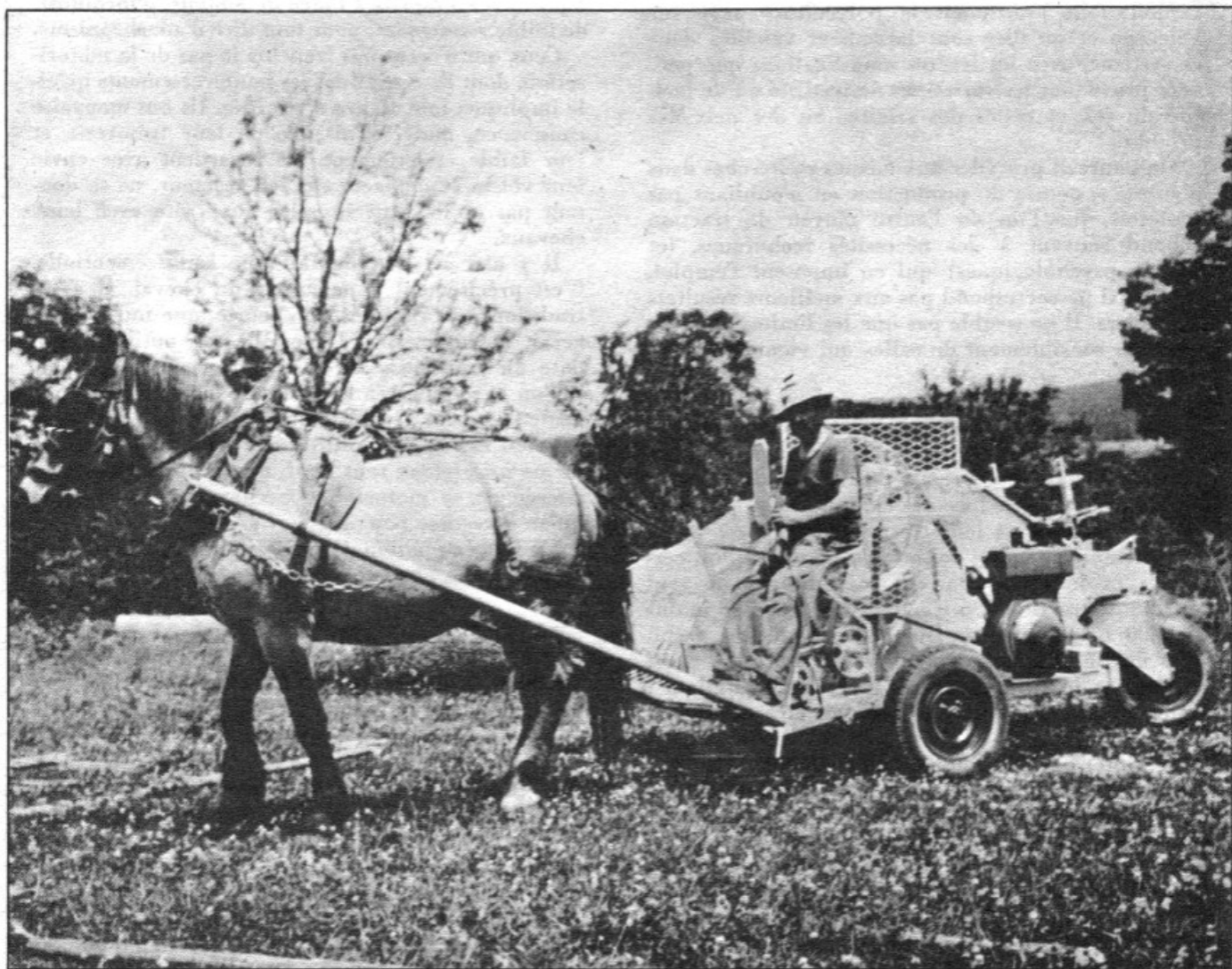
Enfin, il faut que le cheval soit employé d'une manière rationnelle.

On a montré précédemment que le cheval ne fournissait toute sa puissance qu'en *traction*. Et il est pour cela irremplaçable, car il est d'une adhérence totale et adapte de lui-même sa vitesse à l'effort qui lui est demandé.

Si ces trois conditions trouvent à se réaliser, on constatera que le cheval ne demande qu'à être à l'avant garde du progrès technique. Peut-être même le charretier, promu « conducteur de tracteur à cheval » trouvera-t-il une nouvelle raison d'être « glorieux de ses chevaux ».

La deuxième partie de l'étude est consacrée à la réunion de ces trois conditions. A cette fin, on appliquera les principes d'organisation scientifique du travail. Parmi les plus importants, il faut citer la suppression, la simplification, la combinaison et l'accélération des opérations.

L'application de ces principes permettra de découvrir et d'appliquer dans son travail la *méthode rationnelle*.



Quelle est la meilleure façon

Hippotese
2010

d'utiliser le cheval de trait ?

LE TRAVAIL FOURNI PAR LE CHEVAL N'EST PAS SUSCEPTIBLE D'ÊTRE UTILISÉ EN ENTIER

Définition de l'énergie fournie par le cheval.

Le cheval au travail dépense de l'énergie.

Le travail fourni par le cheval n'est pas susceptible d'être utilisé en entier.

Le travail onéreux tient :

- d'une part à l'animal,
 - a). travail automoteur
 - b). travail de surexitation fonctionnelle.
- d'autre part aux applicata,
 - a). harnais
 - b). véhicule.

Le travail utile se compose du travail de démarrage et du travail de tirage — ou de portage; en agriculture, le cheval sert presque uniquement de moyen de traction.

— Le travail automoteur conduit à une dépense d'énergie consommée dans le déplacement de l'organisme lui-même — cette dépense varie donc avec le poids — on pourrait imaginer un très gros cheval ne pouvant que se tirer lui-même.

Nous retrouverons cette propriété plus loin.

— Le travail de surexitation fonctionnelle est dû au fait que tous les organes travaillent plus intensément sous la dépendance du système nerveux.

— La mesure du coefficient respiratoire IR (intensité respiratoire) donne des indications précises sur l'énergie dépensée.

1 litre d'oxygène consommé correspond à une dépense de 4,8 C.

1 litre de gaz carbonique rejeté correspond à une dépense de 5,4 C.

De telles mesures ont permis de contrôler et de prévoir les capacités du cheval.

— Le travail dû aux harnais est un travail de portage et est fonction du poids des harnais. Nous verrons plus loin que le travail de portage est lié dans une certaine mesure à l'allure du cheval.

— Le travail dû au véhicule est un travail tracteur. Il est fonction de la masse à déplacer et de la résistance au roulement.

Cette résistance au roulement dépend du type de véhicule, du mode de roulement, du terrain de roulement.

On appelle coefficient de roulement l'effort en kg nécessaire pour déplacer une masse de une tonne sur pavé, un chariot muni de ressorts, de poids total 3,5 T., et équipé de quatre roues à bandage de fer, nécessite un effort de roulement de 18 kg/T. et un effort de démarrage de 66 kg/T.

Rapporté à la tonne, l'effort de roulement est inversement proportionnel au diamètre des roues et à la largeur du bandage. Plus le sol de roulement est solide, moins la largeur de bandage a d'influence. Le véhicule agricole se déplace le plus souvent sur sol élastique (chemin rural) voire sur sol mou (prairie portante, chaume, etc...). La surface portante possède donc une grande influence. Par contre, l'effort de traction croît avec la vitesse de déplacement.

En reprenant l'exemple ci-dessus, l'effort de roulement à la tonne est de :

- 18 kg au pas,
- 27 kg au trot,
- 32 kg au grand trot.

La masse à déplacer étant fixée, nous pouvons modifier les facteurs qui conditionnent la résistance au roulement pour ajuster le travail demandé aux capacités du moteur animal.

LE MOTEUR ANIMAL POSSEDE TROIS CARACTERISTIQUES

La vitesse de déplacement, l'effort à l'épaule aux différentes allures, et le débit kilogramétrique caractérisent l'efficacité de la traction animée.

**La vitesse de travail du cheval
s'échelonne de 2 à 12 km/h**

Il est classique de définir trois allures :

Le pas, le trot, le galop — mais on peut distinguer :

- Le pas de travail, le pas libre,
- Le petit trot, le grand trot,
- Le galop.

Les vitesses correspondantes sont déterminées par la morphologie du cheval et en particulier par la hauteur au garrot — H exprimée en mètres.

	Distances parcourues en mètres par seconde	En prenant H = 1,60 m les vitesses (km/h) aux différentes allures sont :
Pas de travail	3/4 H	4,3
Pas libre	H	5,8
Petit trot	3/2 H	8,6
Grand trot	2 H	12
Galop	9/2 H	26

Il faut pourtant noter que certains chevaux peuvent marcher à 2,5 km/h — ils sont recherchés pour l'exécution de travaux précis tels les binages.

De ces chiffres retenons :

- que le labour classique s'effectue à 4 km/h.
- que la vitesse normale des déplacements, le charretier étant porté par le véhicule, est de 6 km/h.
- qu'il est facile de faire trotter presque tous les chevaux à 9 km/h.

L'effort à l'épaule dépend de la morphologie du cheval

Cet effort est déterminé par la morphologie du cheval — et il est proportionnel au rapport $\frac{C2}{H}$

C est le tour droit de poitrine en mètres.

H est la taille au garrot en mètres.

Pour un cheval médioligne (inscriptible dans un carré)

$$\frac{C2}{H} = 2,1125$$

Pour un cheval bréviligne (inscriptible dans un rectangle vertical)

$$\frac{C2}{H} \text{ supérieur à } 2,1125$$

Ces chevaux possèdent la force.

Pour un cheval longiligne (inscriptible dans un rectangle horizontal)

$$\frac{C2}{H} \text{ inférieur à } 2,1125$$

Ces chevaux possèdent la vitesse.

Les chevaux médiolignes sont appelés pour cette raison : « demi-gros, demi-rapide ».

Le coefficient de proportionnalité est variable suivant la vitesse de déplacement.

Effort à l'épaule en kg.

Pas de travail	60	$\frac{C2}{H}$
Pas libre	30	$\frac{C2}{H}$
Petit trot	15	$\frac{C2}{H}$
Grand trot	11	$\frac{C2}{H}$
Galop	7	$\frac{C2}{H}$

Nous verrons sur un exemple précis la valeur en kg de l'effort qu'il est possible d'utiliser aux différentes vitesses.

L'effort de freinage, que le cheval doit développer dans certains cas, provoque une dépense d'énergie plus grande que celle de l'effort égal de traction.

En conséquence, en descente, pour diminuer la fatigue du cheval, il est donc nécessaire de disposer d'un frein efficace judicieusement dosable. L'action du frein doit être telle que le cheval n'ait qu'un léger effort de traction à produire.

La puissance du cheval dépend uniquement de sa capacité respiratoire

Ce débit est le produit de l'effort à l'épaule en kg par la vitesse de déplacement en m/s.

au pas libre ce débit :

$$30 \frac{C2}{H} \times \frac{3}{4} H = 22,5 C2$$

au petit trot ce débit :

$$15 \frac{C2}{H} \times \frac{3}{2} H = 22,5 C2$$

Remarquons :

- que ce débit ne dépend pas de la hauteur au garrot.
- qu'il est constant pour un cheval donné quelle que soit l'allure.
- qu'il est proportionnel au carré du périmètre droit thoracique.

La puissance est donc uniquement fonction de la capacité respiratoire de l'animal.

L'observation et la mesure conduisent à adopter empiriquement 22,11 comme coefficient de proportionnalité.

Examinons la valeur de ce débit :

— pour un cheval de 1 000 kg : $C = 2,32$ m
 $H = 2,03$ m

$$22,11 \times 2,32 \times 2,32 = 120 \text{ kg m/s}$$

— pour un cheval de 500 kg : $C = 1,85$ m
 $H = 1,60$ m

$$22,11 \times 1,85 \times 1,85 = 76 \text{ kg m/s}$$

En conclusion, 2 chevaux de 500 kg = 1 000 kg sont plus avantageux qu'un cheval de 1 000 kg puisqu'ils peuvent fournir à la seconde 32 kg/m de plus.

Le cheval qui développe une puissance de 75 kg m/s pèse 500 kilos

Chiffrons les capacités d'un cheval pesant 500 kg, mesurant 1,60 m de hauteur au garrot et 1,85 m de tour droit de poitrine.

$\frac{C^2}{H} = 2,1125$ c'est un cheval qui allie une rapidité moyenne et une force moyenne.

Sa puissance qui vaut 22,11 C2 égale 75,5 kg m/s.

	Vitesse km/h	Effort à l'épaule en kg
Pas de travail	4,3	127
Pas libre	5,8	63
Petit trot	8,6	31,50
Grand trot	12	23,3
Galop	26	15

Calculons la charge que peut tirer ce cheval avec un sol et un véhicule qui opposent au roulement par tonne 18 kg au pas libre et 27 kg au petit trot, soit un véhicule à pneus sur un chemin rural.

à 5,8 km/h ce cheval peut tirer $\frac{63}{18} = 3,5$ tonnes

à 8,6 km/h ce cheval peut tirer $\frac{31,50}{27} = 1,2$ tonne

Soulignons que l'effort constant à l'épaule dans un travail continu est très inférieur à l'effort que peut développer le même cheval momentanément.

Au démarrage, ou en conditions passagèrement difficiles, le cheval peut produire un effort supérieur à son poids.

Le cheval peut fournir quotidiennement une quantité de travail bien définie.

au pas, un cheval, correctement nourri, peut travailler journallement au pas de 4,3 km/h pendant 9 heures à condition que des périodes de repos



Le poids de ce harnais représente l'équivalent de deux tonnes de charge transportée. On remarquera la complication du harnachement, le temps et l'effort demandés au conducteur pour ce travail. Enfin, l'ignorance totale du constructeur du véhicule de la possibilité d'offrir un siège au conducteur oblige celui-ci à une position dangereuse lorsqu'il monte sur le plateau. L'équilibre est obtenu par traction sur la bouche du cheval.

judicieusement réparties viennent couper les périodes de travail.

3 heures de travail,

1/2 heure de repos (casse croûte pour tout le monde),

2 heures de travail,

1 1/2 heure de repos (repas de 12 h 30),

2 heures de travail,

1/2 heure de repos,

2 heures de travail.

Ainsi pour 9 heures de travail dans la journée, 2 h 30 de repos sont nécessaires.

Le cheval peut soutenir cette dépense d'énergie à condition de bénéficier en outre d'un jour de repos total chaque semaine.

au petit trot, un cheval peut trotter 4 h 30 par jour à 8,6 km/h. Par exemple, 2 h 30 le matin et 2 h l'après-midi.

Nous avons vu que si la vitesse croît, l'effort à l'épaule diminue et la résistance au roulement augmente; c'est pourquoi le même cheval qui tire 3 500 kg à 5,8 km/h ne tire que 1 500 kg à 8,6 km/h c'est-à-dire trois fois moins.

Un cheval porteur doit être utilisé à vive allure

Un cheval peut porter :

$95 \frac{C^2}{H}$ au pas de travail soit 200 kg dans l'exemple précédent.

Par contre, au trot la charge ne peut plus dépasser pour ce même cheval de 500 kg :

$$56 \frac{C2}{H} \text{ kg soit } 120 \text{ kg.}$$

Le débit kilogrammétrique est plus grand à vitesse élevée qu'à vitesse lente. En conséquence, un cheval de portage doit être utilisé à vive allure.

Mais les chiffres ci-dessus montrent que le cheval présente une meilleure utilisation en traction qu'en portage.

Le véhicule tiré par le cheval ne devra en aucune façon peser sur son dos — pas plus qu'il ne devra bien entendu tendre à soulever le cheval et diminuer son adhérence.

Deux solutions sont donc possibles.

— soit la charrette équilibrée à deux roues,

— soit la charrette plus importante à quatre roues.

La première solution ne peut être utilisée avec un bonheur égal en traction animée ou mécanique. En effet, un report du poids sur le tracteur est souhaitable pour travailler dans de bonnes conditions. Par contre, il n'en est rien, bien au contraire, avec le cheval — un kilogramme sur le dos du cheval équivaut à 20 kilogrammes remorqués. La charrette, dite équilibrée, qui par son inertie impose à chaque pas une secousse sur le dos du cheval, est donc à déconseiller.

LE POSTIER BRETON, LE COMTOIS ET LE PETIT ARDENNAIS SEMBLENT CONVENIR AUX BESOINS ACTUELS DES EXPLOITATIONS

Nous avons vu dans les préliminaires que :

— le cheval médioligne appelé demi-gros, demi-rapide alliait des qualités moyennes de vitesse et d'effort à l'épaule.

— le cheval léger possède un meilleur rendement kilogrammétrique, c'est-à-dire 1 000 kg de chevaux légers débitent plus que 1 000 kg de chevaux lourds.

En outre, un cheval docile, facile à conduire est recherché pour l'emploi d'une main-d'œuvre moins qualifiée.

Un cheval plus léger trotte plus facilement en particulier lors des déplacements.

Ces types de chevaux sont à rechercher dans les races qui les présentent encore actuellement. En effet, une évolution générale vers le gros cheval se dessine depuis une dizaine d'années — ceci est dû sans doute à l'utilisation en boucherie des chevaux de réforme. Anciennement, même le profane pouvait distinguer petit et gros ardennais, petit et gros boulonnais, postier et trait breton. Il n'en est plus de même et lors des concours cela donne lieu à certaines discussions.

A tout point de vue, la technique s'accommode parfaitement d'un cheval mesurant 1,62 à 1,64 m au garrot et pesant 650 à 700 kg.

Les races qui semblent présenter encore ce type de cheval sont les suivantes :

Postier breton,

Comtois,

Petit Ardençais.

En outre, à l'encontre des Percherons, les chevaux de ces races sont d'un caractère doux et facile à conduire.



Ce véhicule est souvent utilisé dans le Nord de la France. Ce mode d'attelage permet de recueillir la totalité des efforts dépensés par les chevaux. Attelé à 5 chevaux de front comme dans le Boulonnais, il supporte la comparaison avec tout autre mode de traction.

Il est remarquable de constater que les exportations portent presque uniquement sur ces races. En effet, le Japon, les Indes, l'Italie, l'Espagne et la Pologne demandent ce type de cheval. Cela semble prouver que ces races correspondent à une réalité technique. De plus, des chevaux légers sont plus rustiques et moins fragiles que les chevaux lourds.

Dans une ferme, il est plus intéressant d'avoir 3 chevaux légers que deux chevaux lourds. Les possibilités d'attelage sont plus nombreuses et ce système fait preuve d'une grande souplesse en période de pointe.

Pourtant localement les chevaux lourds peuvent rendre service momentanément. Citons particulièrement les régions du Nord de la France. Leur sol d'origine glaciaire, riche en argile et très lourd, est souvent gorgé d'eau à l'automne lors du débardage des betteraves.

De toute façon, il semble indiqué de sélectionner des chevaux à sabots foncés qui s'usent moins et demandent moins de ferrure dans les régions où le cheval se déplace peu sur route.

Par contre, dans les régions où la ferrure est indispensable par suite du sol ou du travail, il faut rechercher des chevaux dont la corne pousse lentement. Trop souvent, une ferrure non usée doit

être remplacée pour permettre l'élimination de la corne sous jacente trop abondante.

UN TRES LARGE EMPLOI DES MACHINES MODERNES PEUT ASSURER LA SURVIE DU CHEVAL

Pour la critique du matériel existant et pour la recherche constructive qui va être entreprise, plusieurs éléments vont intervenir :

— La productivité du travail est liée au débit de la machine et de l'exécutant. Pour augmenter cette productivité, on s'efforcera de gagner du temps à la fois pendant les déplacements, la préparation et l'exécution du travail.

— La fatigue qui est le facteur limitant dans le travail des êtres vivants devra entrer en ligne de compte tant à propos de l'homme que du cheval.

— La sécurité non plus ne perdra pas ses droits. Les accidents du travail sont plus nombreux en agriculture que dans les autres professions.

Avant d'entreprendre une étude détaillée des différentes machines, une remarque d'ordre général s'impose :

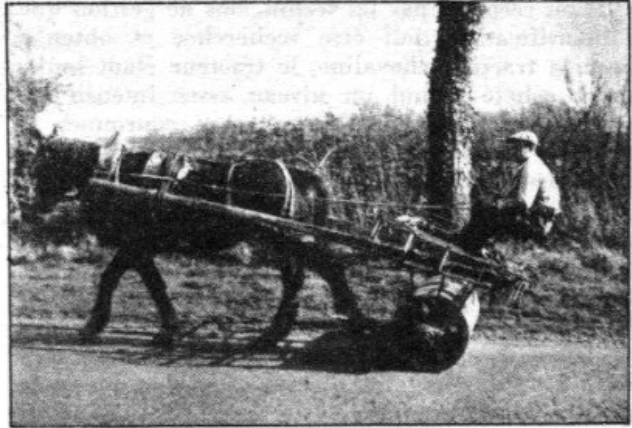
Depuis fort longtemps :

- l'agriculture a recours au cheval,
- le cheval actionne des machines,
- ces machines n'ont subi aucune amélioration.

En effet, les constructeurs de matériel hippomobile, par suite de la concurrence du tracteur, n'ont pu suivre le progrès. Ces matériels sont restés figés et aucun bureau d'études n'a même été envisagé pour pallier cette immobilité néfaste aux constructeurs et aux utilisateurs.



Ramasseuse-presse. Machine moderne offrant un bon poste de travail pour l'homme comme pour le cheval. Celui-ci fournit à bon compte l'énergie de déplacement, un moteur auxiliaire de faible puissance procurant l'énergie du travail. Cette solution pourrait être généralisée si l'on peut éviter la multiplication des moteurs.



Ce siège allège beaucoup la tâche du conducteur; il est cependant difficile de le prévoir sur tous les outils.

L'utilisateur ne trouve plus sur le marché une gamme de matériel hippomobile aussi importante que dans le passé. Le matériel encore construit ne bénéficie pas d'améliorations très répandues telles que :

— meilleure tenue des aciers, perfectionnements de dispositifs, poste de travail étudié, etc...

Le constructeur ne vendant guère ne peut pas investir d'argent dans des améliorations ou dans la réalisation de nouvelles machines.

Il semble qu'il y ait là un cercle vicieux et qu'il n'y ait plus de solution possible dans cette voie.

Les outils à tracteur primitivement mis en travail uniquement par la traction sont concurrencés par les outils rotatifs. La conception ancienne de la traction mécanique est une grave erreur.

Actuellement le « tracteur » tend à devenir une source d'énergie mobile et la recherche d'outils rotatifs a pour but d'augmenter son rendement. Un tracteur n'étant intéressant que par son moteur et non par des pneus ou son poids, il faut laisser au cheval le soin d'assurer la traction.

Pour bénéficier des progrès réalisés pendant ces dernières décennies, le cheval devrait utiliser le plus souvent possible du matériel employé avec les tracteurs.

Cette utilisation polyvalente des mêmes outils en traction animée ou mécanique semble utopique. Cela semble une gageure car dans les esprits il y a une véritable discontinuité entre les deux méthodes. Pourtant le tracteur comme son nom l'indique était conçu à l'origine pour remplacer le cheval, pour faire le même travail que lui, pour tirer.

Pourquoi dans ces conditions le cheval ne pourrait-il pas utiliser des outils perfectionnés mis au point pour le tracteur ?

Cette solution offre d'autres avantages.

Les constructeurs de matériel utilisable en traction, concurrencés par les outils rotatifs, seraient intéressés par la possibilité d'un tel marché.

Il est reconnu par les techniciens de gestion que l'intensification doit être recherchée et obtenue avec la traction chevaline, le tracteur étant seulement acheté quand un niveau assez intensif est atteint. Le tracteur doit seulement couronner le résultat obtenu et contribuer par sa présence à l'accroissement du niveau de vie de l'agriculteur.

Pendant l'intensification proprement dite qui est une période de transition, il faut jouer serré. L'utilisation avec la traction animée d'outils modernes est un atout en faveur de la réussite et quand on change de moyen de traction il n'est plus nécessaire de changer le parc de matériel. L'agriculteur sera déjà à ce moment familiarisé avec l'emploi et le réglage de ces machines.

Certaines précautions sont à prendre quant à la largeur de travail des outils.



Le hersage d'un hectare dans ces conditions représente 8 km de marche en terre labourée. Ce travail serait effectué plus commodément assis.

LE MATERIEL HIPPOMOBILE ACTUEL NE SATISFAIT PAS LES CRITERES D'ORGANISATION

Afin d'établir une image aussi fidèle et précise que possible du matériel existant, l'emploi d'une méthode de cotation est très pratique. Dans chacun des groupes de matériels actuels (aratoire, semis et entretien des cultures, récoltes et transport) on note les outils existant de 0 à 2 suivant leurs qualités vis-à-vis de certains critères. Ces critères ont été choisis en fonction des grands principes d'organisation. Ils intéressent en particulier :

- la rapidité d'exécution du travail et des déplacements,
- le temps passé à la mise en travail ou au chargement d'outils,
- l'utilisation de l'énergie dépensée par le cheval,
- la fatigue de l'homme et du cheval,
- leur sécurité,
- la polyvalence souhaitable à la pente, à un autre mode de traction.

Enfin on fait la somme des points attribués à chaque machine.

Les tableaux que l'on a pu remplir de cette manière permettent de juger rapidement les différents matériels utilisés avec le cheval, de dégager les qualités afférentes à chacun, mais surtout de mettre en évidence leurs principaux défauts auxquels on s'attachera à porter remède.

Dans la priorité des améliorations à apporter, il faut tenir compte de la proportion d'emploi des divers matériels. Une exploitation qui utiliserait chaque année les appareils de traitement des cultures pendant une heure utiliserait le matériel de de récolte pendant 30 heures le matériel d'entretien des cultures pendant 40 heures

MATERIEL ARATOIRE

	Brabant	Herse	Rouleau Brancard +	Extirpateur	Crosskill sans Brancard
Maniabilité aux champs	+	+	++	+	+
Maniabilité sur route	0	0	+	0	0
Frein	0	0	0	0	0
Roues	+	0	++	+	0
Vitesse de transport	0	0	+	0	0
Mise en travail	++	+	++	+	++
Poste travail de l'homme	0	0	+	0	0
Poste travail du cheval	++	++	+	+	++
Utilisation du cheval	++	++	+	+	+
Sécurité	++	0	+	0	0
Aptitudes à la pente	+	++	0	+	0
Adaptation au tracteur	+	++	+	0	++
Changement d'instrument	++	++	0	++	++
26 au total	14	12	13	8	10

le matériel de pseudo-labour pendant. 120 heures
le matériel de labour pendant 130 heures
C'est donc bien au matériel aratoire qu'il faut
porter la plus grande attention.

Parmi les instruments aratoires, sur un total possible de 26 points, le brabant vient en tête avec 14 points. Employé depuis longtemps, il est assez bien étudié mais il pêche encore par quelques défauts. Certains aménagements permettraient d'augmenter sa maniabilité tant au champ que sur route, donc sa vitesse de travail et de déplacement. Comme tous les instruments aratoires, il ne peut porter l'ouvrier. Ce grave inconvénient est largement développé à plusieurs reprises dans cette étude. Le rouleau à brancard présente actuellement la possibilité de porter l'ouvrier. Mais cela n'est que rarement réel. N'a-t-on pas vu l'exploitant interdire à l'ouvrier de s'asseoir sur le rouleau, de crainte de fatiguer le cheval, car l'instrument n'est pas prévu pour cela. Pour effectuer un travail de qualité, le rouleau doit avoir un poids déterminé. Or le constructeur ne prévoit jamais que 70 kg peuvent être fournis par l'ouvrier assis sur le bâti. Plus grave encore est le fait que certains agriculteurs chargent le rouleau avec un vicil essieu ou avec de grosses pierres et continuent à marcher à côté de leur cheval. La herse, l'extirpateur, le crosskill sans brancard, sont les plus mal placés dans le système de notation utilisé. Ceci est dû principalement à une très mauvaise maniabilité sur route et seulement moyenne aux champs. L'homme travaille dans des conditions déplorables de sécurité et de confort. Le cheval lui-même peut être blessé dans les transports en particulier en descente. Dans le deuxième groupe de matériel nécessaire à l'établissement, la fertilisation, l'entretien et la défense des cultures, les machines les plus modernes présentent le plus



Brabant. Cet outil permet d'utiliser correctement l'énergie des chevaux. Il est incommode pour les virages, les déplacements sur route et très fatigant pour le conducteur. On remarquera la longueur de l'attelage qui augmente l'importance des fourrières.

MATERIEL DE SEMIS, DE FERTILISATION,
D'ENTRETIEN, DE DEFENSE
ET TRAITEMENT DES CULTURES

	Semoir	Planteuse	Epandeur d'Engrais	Bineuse	Butteuse	Pulvérisa- teur
Maniabilité aux champs	+	+	+	+	+	++
Maniabilité sur route	0	0	0	++	0	++
Frein	0	0	0	++	0	+
Roues	+	++	+	++	0	++
Vitesse de transport	0	0	0	+	0	++
Mise en travail	+	++	+	+	++	+
Poste travail de l'homme	0	+	0	0	0	+
Poste travail du cheval	+	++	+	0	++	0
Utilisation de l'énergie	++	++	++	++	++	+
Sécurité	+	+	+	+	+	0
Aptitudes à la pente	0	+	0	+	++	++
Adaptation au tracteur	++	+	++	0	0	++
Changement d'instrument	++	++	++	0	++	0
26 au total	11	15	11	13	12	16

de qualités. Les pulvérisateurs et les planteuses avec 16 et 15 points sur un total possible de 26 sont relativement des machines plus récentes que les autres. C'est principalement l'utilisation du pneumatique et l'amélioration du poste de travail de l'homme qui leur vaut ce privilège. Par contre, semoir à grain, épandeur d'engrais, bineuse et butteuse n'atteignent pas la moyenne (13). On pourrait augmenter cette cotation en améliorant leur maniabilité, leur mode de roulement, leur poste de travail, leur sécurité.

A noter que le changement d'instrument avec un cheval est facile chaque fois qu'on ne change pas le mode d'attelage (limonier et cheval de trait proprement dit), mais on est quand même loin de la rapidité avec laquelle cela est réalisé avec un tracteur.

MATERIEL DE RECOLTE

	Faucheuse	Faneuse	Rateau	Lieuse	Ramasseuse Presse
Maniabilité aux champs	0	++	++	+	++
Maniabilité sur route	+	+	+	+	++
Frein	0	0	0	0	++
Roues	+	+	+	0	++
Vitesse de transport	++	++	+	+	+
Mise en travail	+	++	++	0	+
Poste travail de l'homme	+	+	+	++	++
Poste travail du cheval	+	+	+	++	++
Utilisation de l'énergie	++	++	++	++	+
Sécurité	0	+	+	0	+
Aptitudes à la pente	+	+	+	++	++
Adaptation au tracteur	0	0	0	+	++
Changement d'instrument	0	+	+	+	++
26 au total	10	15	14	13	22

Les machines de récolte modernes n'ont pas été étudiées pour être utilisées avec le cheval — c'est une lacune !

Le matériel de récolte est mieux noté en général que les précédentes machines. En effet, bien que son poste de travail pourrait être encore amélioré, l'ouvrier est presque toujours assis.

Ces machines de récolte exigent souvent de l'énergie de rotation qui peut être fournie soit par le cheval par l'intermédiaire des roues, soit par un petit moteur. La transformation de l'énergie de traction fournie par le cheval est faite avec un mauvais rendement et fatigue inutilement le cheval. Par contre, si l'on utilise un petit moteur cela permet d'aller plus vite, mais si chaque machine possède son moteur particulier la solution n'est pas économique. Dans le classement des machines de récolte, la faucheuse vient en dernier. Ceci est dû principalement à une mauvaise maniabilité au champ, conséquence d'un attelage déficient (voir harnachement) et à une difficile adaptation directe à la traction motorisée. La ramasseuse-presse qui est la machine la plus moderne actuellement utilisée

avec le cheval est de loin la mieux placée avec 22 points sur un total possible de 26. Elle possède toutes les qualités d'un appareil moderne. Un moteur assure la mise en mouvement des organes fonctionnels alors que le cheval déplace l'ensemble de la machine. Des matériaux légers, le frein, les pneus sont présents. La lieuse serait bien placée si sa maniabilité était plus grande, sa mise en travail plus rapide.

Malheureusement, excepté la ramasseuse-presse, les machines de récolte modernes n'ont pas été étudiées pour être utilisées avec le cheval. C'est une grave lacune. Deux chevaux par exemple peuvent déplacer allègrement une moissonneuse-batteuse à moteur auxiliaire de 1 m 80 à 2 m de coupe. Ceci est vrai pour le corn-picker, le hay chopper, les arracheuses de betteraves, etc...

MATERIEL DE TRANSPORT

	Traineau	Tombeau	Fourrière roues bois	Chariot	Plateau roues pneus	Véhicule tôle roues pneus
Maniabilité aux champs	+	++	++	+	+	++
Maniabilité sur route	0	++	++	++	++	++
Frein	+	0	0	0	+	+
Roues	0	0	0	0	++	++
Poids mort	0	0	0	+	+	0
Vitesse de transport	0	0	0	+	+	++
Déchargement chargement	+	++	0	0	++	0
Poste travail de l'homme	0	0	0	+	0	+
Poste travail du cheval	+	+	+	++	+	++
Utilisation de l'énergie	0	+	+	+	+	++
Sécurité	0	+	0	+	+	+
Aptitudes à la pente	++	++	++	0	+	+
Adaptation au tracteur	0	0	0	0	+	+
Changement d'instrument	++	0	0	++	0	++
28 au total	8	11	8	12	15	19

Il est certain qu'une crise économique comme celle que l'on traverse actuellement amène un regain de demandes concernant le matériel hippomobile et les machines modernes susceptibles d'être utilisées par des chevaux.

En ce qui concerne le matériel de transport, les notes obtenues par les véhicules utilisés actuellement avec les chevaux sont très révélatrices.

Le tombereau, la fourragère à roues bois, et le traineau à herse sont très mal cotés. Leur poids mort est excessif, leur mode de roulement archaïque, ils font travailler le cheval au portage. Le chariot de l'est grâce à une meilleure utilisation du cheval est un peu mieux placé. Le plateau avec ses pneus et sa facilité de déchargement dépasse la moyenne (14).

Actuellement, malgré un déchargement difficile le véhicule en tôle à quatre roues équipées de pneumatiques et de freins est le mieux placé avec 19 points sur un total possible de 28.

En résumé, le matériel hippomobile actuel présente de nombreux défauts intéressant soit la vitesse et le débit du travail, soit la fatigue des exécutants, soit la sécurité des personnes.

La nécessité pour le charretier de marcher à côté de ses chevaux en limite la vitesse

On peut invoquer plusieurs raisons :

- l'outil ne peut pas porter le charretier,
- la conduite de l'attelage ne peut pas se faire de l'arrière,
- l'outil doit être réglé en cours de travail et nécessite la présence constante de l'exécutant.

La vitesse du cheval peut être limitée pour d'autres raisons.

— aux allures vives, l'absence du frein à action rapide et efficace sur un véhicule en déplacement est nuisible à la sécurité.

— l'absence de palonnier empêche le cheval de tirer un véhicule autrement qu'au pas.

— l'attelage en ligne permet difficilement le trot, les chevaux de tête s'empêtrant dans les traits.

Le cheval se fatigue inutilement bien souvent.

— les harnais qu'il porte sont trop lourds.

— le véhicule qu'il tire oppose une grande résistance au roulement à cause du sol, des roues, de l'absence de roues (traineau à herse, ...) de son poids mort excessif.

— en descente la plupart des dispositifs actuels imposent au cheval un effort de freinage qui lui est plus coûteux que le même effort de traction.

— les reports de poids du véhicule tiré abaissent son rendement.

— les attelages sont mal conçus et de ce fait la moitié des efforts dépensés par le cheval peuvent l'être en pure perte.

De nombreux temps accessoires sont provoqués par la présence du cheval.

— les harnais ne sont pas toujours à proximité du cheval.

— le pansage, s'il est indispensable, peut être réduit.

— le matin, avant d'aller aux champs, l'ouvrier regarde son cheval manger pendant une heure.

Certains matériels occasionnent des pertes de temps par une mauvaise maniabilité.

c'est le cas :

- du brabant en bout de rayage,
- de la faucheuse aux tournées,
- de tous les outils encombrants ou lourds tels que rouleaux, crosskill, cultipacker, herse, etc...

La critique est aisée, mais on ne peut se borner à cette étude. Certaines améliorations peuvent être envisagées pour porter remède à ces défauts. Elles concernent les machines, les méthodes de travail, le mode d'attelage, les harnais, le type de cheval.

Seules les améliorations de machines et des méthodes de travail avec les machines vont être traitées dans ce paragraphe.

Pour accroître les vitesses de déplacement il faut diminuer les efforts demandés au cheval en agissant non sur le contenu mais sur le contenant. On peut simultanément :

- éviter les reports de poids du véhicule sur le cheval,
- diminuer le coefficient de roulement (sol, pneus),
- réduire le poids mort (tôle),
- augmenter la maniabilité,
- utiliser un frein efficace et judicieusement réglable,
- prévoir un siège à demeure pour le conducteur,
- coordonner les efforts des chevaux par la présence de palonnier.

De la même façon, pour réduire la fatigue du cheval, on proposera, outre les améliorations précédentes, d'alléger les harnais, d'atteler de front, ce qui permet un meilleur rendement dans les transmissions des efforts, de prévoir les périodes de repos dont la répartition dans la journée est imposée par des résultats physiologiques.

En ce qui concerne la fatigue de l'homme, à laquelle on s'intéresse beaucoup moins, il faut se rapprocher des conditions du travail avec tracteur, c'est-à-dire disposer sur tous les outils d'un poste de travail parfaitement étudié.

LE TRANSPORT DU MATERIEL NON POURVU DE ROUES EST SUSCEPTIBLE D'AMELIORATIONS

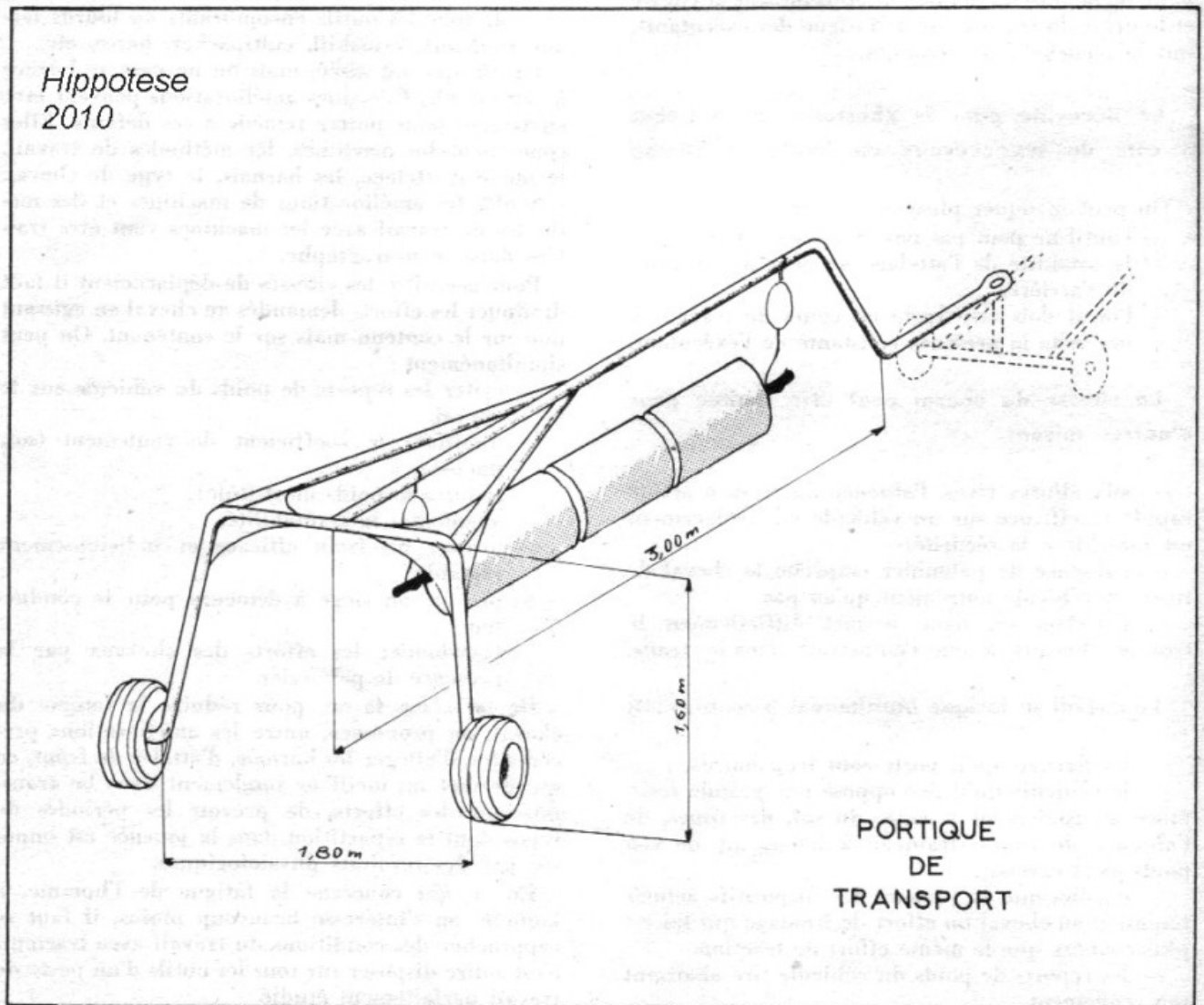
Certaines machines aratoires telles les herses, pulvérisateurs, déchaumeuses ne sont pas pourvues d'organes de roulement. Les transporter de la ferme au champ et réciproquement est un problème. On utilise couramment un tombereau dans lequel, étant donné le poids et l'encombrement des outils, il est difficile de les charger. Dans certains cas, on se contente de les déposer sur un traîneau bas, que le cheval va tirer tout le long du chemin.

Sans beaucoup réfléchir, on se rend compte que de tels procédés sont irrationnels. En effet, pour charger de tels matériels dans un véhicule dont le plateau est à 1 mètre du sol, il faut au moins deux hommes qui ne sont pas à l'abri de la fatigue et

des accidents. L'utilisation d'un traîneau sous quelque forme que ce soit (sauf sur la neige) provoque une dépense d'énergie superflue que le cheval pourrait utiliser à des travaux plus productifs.

Un autre procédé très répandu est aussi à condamner : certains agriculteurs, pour déplacer une charrue brabant, coincent dans les étauçons des versoirs un picu, qui, faisant patin sur le sol, empêche les pièces travaillantes d'arracher celui-ci. Un tel système est inutilisable aux champs. Il abîme les chemins dans lesquels il est difficilement maniable, ainsi d'ailleurs que sur le macadam. La charrue, les rouleaux lisses ou crosskills, bénéficient d'un système de freinage inexistant. L'encombrement et le peu de maniabilité de tels engins sont des facteurs limitants de la vitesse lors des déplacements dans les chemins et sur les routes.

Plusieurs systèmes sont employés dans les exploitations rationnellement conçues. Il s'agit le plus souvent de remorques basses à roues escamotables



sur lesquelles on charge les outils. Le transport proprement dit est amélioré, quoique des véhicules de ce genre posent des problèmes à la traction animale. Par contre, les temps consacrés au chargement et à la mise en travail des outils sont encore beaucoup trop importants. En effet, un crosskill de 3 mètres de large et pesant 1 500 kg est difficile à charger en long sur un tel plateau.

Un système, qui a fait ses preuves en Amérique, mais qui malheureusement est très peu répandu en France, est très pratique et réduit considérablement les temps de préparation tant à la ferme qu'aux champs. Il s'agit d'un système analogue au triqueballe, mais bien moins important. On pourrait le qualifier de « portique ».

Ce portique de transport, muni de roues à pneumatiques du type « rural », est constitué par un bâti en tube ou en fer cornière d'un emploi plus sûr par l'artisan local. Des étançons maintiennent sa rigidité. La flèche avant repose sur un avant-train très mobile qui confère à l'ensemble une grande souplesse lors des manœuvres. Les roues arrières sont espacées de 1,80 m et reliées au bâti de telle façon qu'elles laissent un dégagement en hauteur de 1,60 m sous celui-ci. De ce fait, la charge logée sous le bâti peut dépasser d'un tiers à l'arrière de l'aplomb des roues.

Comme on dispose sous le châssis d'une longueur de 3 m on peut facilement déplacer un outil de 4,50 m. La résistance de la carcasse est calculée en fonction des poids maxima susceptibles d'être déplacés.

Le portique très maniable est amené au-dessus de l'outil à transporter — un ou deux palans le soulève de 50 cm par l'intermédiaire de câbles. On peut amarrer la charge aux montants du bâti pour limiter le balan au cours du transport. L'ensemble étant amené sur le lieu de travail, il suffit de libérer les palans qui déposent la machine directement en position de travail — une simple manœuvre de brackage permet de dégager le portique.

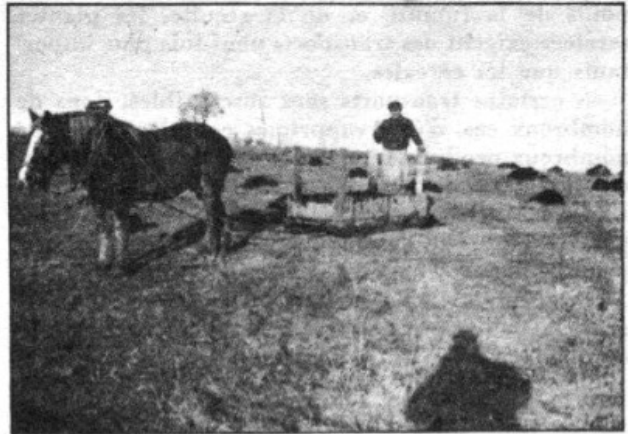
LE PROBLEME DES TRANSPORTS EST CRUCIAL EN TRACTION ANIMALE

Les transports n'ont pas été améliorés dans la même proportion que les autres travaux agricoles.

En effet, en 100 ans, le rendement d'un ouvrier qui laboure est passé de 1 à 100 alors que celui d'un transporteur est seulement passé de 1 à 30.

Or, en raison de l'intensification des productions, les transports prennent une place de plus en plus importante dans l'exploitation. On estime actuellement que l'agriculteur passe 60 % de son temps aux transports, charrois et manutentions.

L'exploitation d'une ferme bretonne de 26 hectares de polyculture nécessite annuellement le trans-



Le traîneau, d'un rendement très faible aux champs, est précieux pour le curage des étables. Le travail le plus pénible est alors confié au cheval.

port de 830 tonnes de matières, soit 32 tonnes à l'hectare, et le parcours de 1 100 kilomètres.

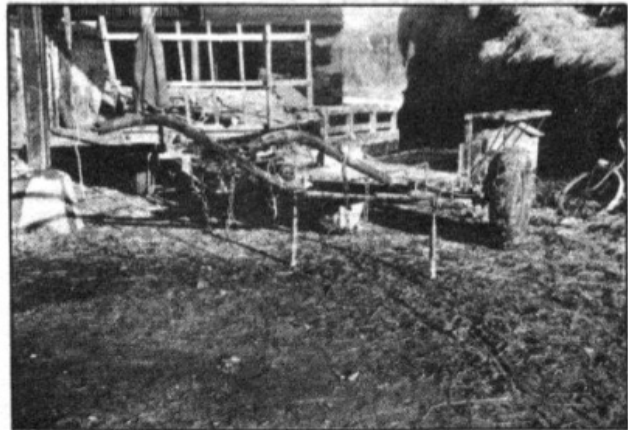
C'est avec juste raison que le mode et le matériel de transport doivent trouver des améliorations dans le cadre de cette étude consacrée à l'utilisation rationnelle du cheval.

L'agriculteur a donc intérêt à réduire les distances parcourues et les temps passés à des opérations improductives.

On citera pour mémoire les divers moyens qui permettent de réduire les distances à parcourir :

— le remembrement ou regroupement parcellaire, bien connu mais appliqué exceptionnellement, ne nécessite aucun commentaire.

— un plan d'assolement correctement pensé impose les cultures sarclées au voisinage des bâtiments, puis les céréales, les prés — en raison du



Ce véhicule léger, maniable, peut transporter 2 tonnes de foin. Le constructeur a prévu une caisse à outils mais a négligé le transport du conducteur. Il présente encore les inconvénients des véhicules dits « équilibrés ».

poids de la fumure et de la récolte, les plantes sarclées exigent des transports neuf fois plus importants que les céréales.

— certains transports sont susceptibles, dans de nombreux cas, d'être supprimés complètement. De nombreux produits font l'aller-retour champ-ferme-champ. C'est le cas de la paille en particulier. L'idée directrice est la suivante : faire consommer par les animaux des matières sur le lieu de leur production.

En augmentant les vitesses de transport, de chargement, de préparation, on réduit les temps improductifs.

LE PRINCIPE D'ACCELERATION DES OPERATIONS IMPOSE L'ALLEGEMENT DU MATERIEL

Il résulte des différentes parties de l'étude que les véhicules doivent être aussi légers que possible. En utilisant des matériaux plus résistants que le bois telle que la tôle donc plus légers au total, on a pu réduire le poids mort d'un tombereau de 66 à 33 % par rapport à la charge utile. Avec des véhicules à quatre roues équipées de pneumatiques, le poids mort descend encore plus bas soit à 25 % de la charge utile.

En effet, le pneumatique permet de diminuer le poids mort des véhicules — une roue bois pèse 150 kg alors qu'une roue à pneumatiques ne pèse que 40 à 50 kg. L'amortissement des chocs permet en outre d'alléger considérablement le châssis.

L'UTILISATION DES PNEUMATIQUES EST INDISPENSABLE EN AGRICULTURE

Le plus souvent on peut améliorer le roulage en agissant sur le sol et le mode de roulage proprement dit — ces deux choses sont d'ailleurs liées.

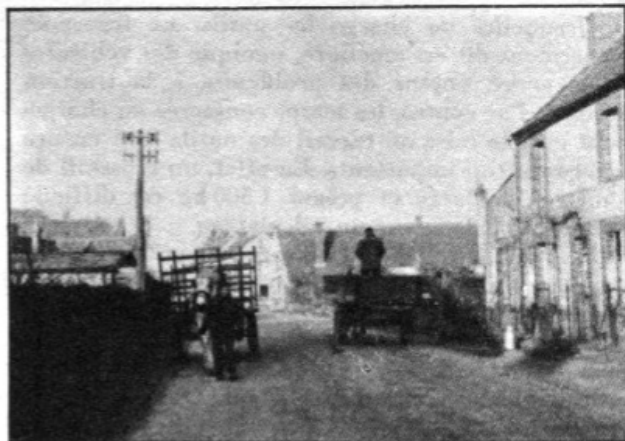
« A mauvaises roues, mauvais chemins ».

L'entretien des chemins est une chose primordiale. En particulier, les fossés curés et faucardés souvent permettent de conserver le chemin en excellent état. Les roues pneumatiques n'abiment pas les chemins même en plein creux de l'hiver quand ceux-ci sont détremés.

Le pneumatique présente de nombreux autres avantages.

Il se moule sur les obstacles en évitant les chocs qui imposent du matériel résistant dont la construction exige un coefficient de sécurité très élevé (en agriculture).

Le pneumatique réduit considérablement les efforts de traction dans une proportion variable suivant le sol de roulement : d'essais effectués par



Le conducteur marchant à pied limite la vitesse de son cheval à 4 km/h. L'autre conducteur se déplace à 12 km/h. Pourquoi se fatiguer et perdre son temps ? Le cheval lui-même apprécie le trot qui le délasse après un dur travail au pas.

Kleber Colombes, il résulte que cette réduction peut atteindre :

- 35 à 53 % sur route,
- 37 % sur chaume d'avoine,
- 47 % sur luzerne,
- 64 % sur terre de betterave.

Le pneumatique n'abime pas les cultures sur lesquelles il se déplace. C'est le cas en particulier de la luzerne.

Le pneumatique permet de diminuer le poids mort des véhicules. Une roue bois pèse 150 kg alors qu'une roue pneumatique ne pèse que 40 à 50 kg. L'amortissement des chocs permet en outre un allègement du châssis.

Le pneumatique permet soit d'augmenter la capacité des remorques, soit de diminuer leur encombrement. En effet, pour une même surface portante, on n'a pas besoin d'un aussi grand diamètre qu'avec les roues cerclées de fer. Ainsi, pour que le plateau d'une remorque soit à hauteur de quai, 0,90 m à 1,10 m on peut utiliser des pneumatiques de dimension 900 × 16 qui donnent un diamètre total de 85 cm. De ce fait, on peut les loger sous la caisse; le plateau peut être plus large, l'encombrement latéral est limité à la largeur du plateau.

Mais ce qui est peut-être le plus intéressant : les roues pneumatiques permettent d'utiliser des freins tambours dosables, efficaces et rapidement mis en action. La « mécanique » largement employée présente souvent des qualités opposées.

Il faut donc équiper de pneumatiques le plus grand nombre possible de matériels. Les vitesses pourront être plus importantes tant au transport qu'au travail. L'emploi du pneumatique permet d'appliquer aux transports le principe d'accélération énoncé par l'Organisation Scientifique du Travail.

LE FREIN EST EXIGE PAR LE CODE DE LA ROUTE ET LA SECURITE DES VEHICULES

Le principe d'accélération cher à l'Organisation du Travail exige l'amélioration du freinage. De la même façon qu'il est impensable actuellement de construire sans frein très étudié une automobile pouvant rouler à 140 km/h, il est urgent en agriculture de prévoir des systèmes de freinage proportionnellement aussi efficaces en regard de la vitesse maxima autorisée par le Code soit 27 km/h. Le frein est nécessaire sur les véhicules motorisés mais l'utilisateur de cheval y trouverait aussi de sérieux avantages.

LE FREIN EST NECESSAIRE MEME EN TRACTION ANIMALE

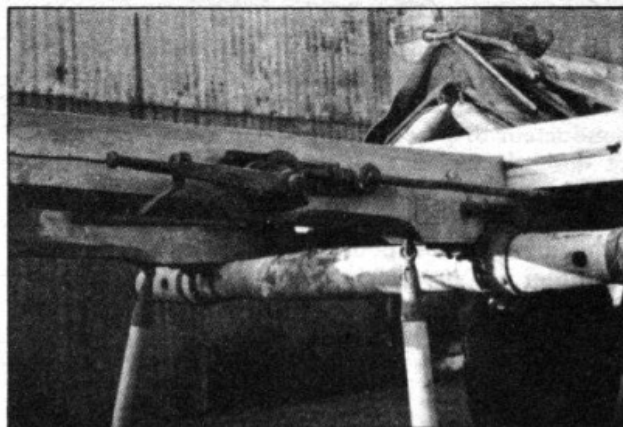
- Le code exige que tout véhicule se déplaçant à 15 km/h puisse être arrêté en 10 mètres sur une route sèche.
- Les véhicules actuels imposent au cheval un effort de freinage qui lui est plus pénible que le même effort de traction.
- Aux allures vives, l'absence de frein à action rapide et efficace sur un véhicule en déplacement, est nuisible à la sécurité.
- Si l'emploi du pneumatique réduit de 50 % les efforts de roulement, il accroît dans la même proportion l'effort de freinage nécessaire.
- La présence d'un frein sur chaque véhicule que le cheval utilise permettrait de simplifier son harnachement.
- Le cheval doit pouvoir bénéficier des descentes sans risque que l'ensemble ne s'emballé.
- Le matériel agricole se déplace toujours sur la même portion de route champ-ferme-champ. La pluie et la boue rendent souvent ces tronçons très glissants.

LES SYSTEMES DE FREINAGE ACTUELS SONT INEFFICACES

Le système le plus répandu est constitué par un ensemble de patins de fer ou de bois commandé par l'intermédiaire de câbles, par un dispositif à levier à crémaillère ou à manivelle.

Le freinage proprement dit est effectué par les patins qui agissent par frottement sur l'extérieur de la roue cerclée de fer. Ce procédé ne possède pas les qualités du freinage exigé actuellement.

- Sa mise en action est lente,
- Son action elle-même n'est ni dosable, ni efficace.



Le frein est conçu pour des piétons, son emplacement est dangereux, son efficacité illusoire, surtout sur bandage. Les efforts de freinage, si épuisants pour le cheval, lui sont plus fréquemment confiés qu'à une « mécanique » incommode et inefficace.

Dans un autre dispositif le patin est commandé par une sangle qui enroulée sur l'essieu est entraînée par frottement. L'action est plus rapide mais le freinage reste toujours inefficace et peu dosable.

L'apparition du pneumatique en agriculture a répandu l'usage des freins tambour puisque le freinage ne pouvait plus s'exercer sur l'extérieur des roues.

LE FREIN TAMBOUR SEMBLE CONVENIR EN AGRICULTURE

La nécessité d'une amélioration du freinage ne fait plus de doute — quel système peut-on utiliser ?

Le frein électromécanique s'il est très efficace est très fragile — le frein hydraulique très intéressant est pourtant trop cher — les freins à principe mécanique de par leur robustesse et leur prix de revient relativement peu élevé conviennent sans aucun doute à une utilisation agricole. Parmi ceux-ci, le système dit à tambour bien étudié présente de nombreuses qualités :

- il est à l'abri des poussières, de l'eau, de l'huile (la plus néfaste),
- il est en outre efficace, progressif, résistant.

LA COMMANDE DU FREIN DOIT SE FAIRE AU PIED

Le Code de la Route prévoit au moins deux commandes de frein. L'une qui peut être manœuvrée du sol et dite de parking pourra être utilisée

pour faire du tas à tas lors du chargement ou déchargement du véhicule. L'autre d'emploi courant en déplacement doit être manœuvré du poste de travail. La position assise étant préconisée, le conducteur disposera d'une pédale pour commander et doser le freinage. Il conservera ainsi les mains libres. Ne pas oublier qu'en cas de nécessité, les jambes peuvent exercer un effort bien supérieur à celui des bras. On pourrait concevoir en condition d'emploi non précipitées, un système de commande à inertie. Le Code n'autorise pas cette commande sur les véhicules motorisés mais il n'en est pas fait mention pour les véhicules hippomobiles.

UN FREIN CALCULÉ REMPLECE AVANTAGEUSEMENT UNE « MECANIQUE » ILLUSOIRE

Le couple de freinage à appliquer est fonction :

- de la distance de freinage imposée par le Code
- de la charge à immobiliser
- de la vitesse à laquelle elle se déplace
- de l'état du sol de roulement
- de l'état et de la dimension des pneus.

Pour freiner, dans les conditions édictées par le Code, une charge de 3 tonnes équipée de 2 pneumatiques 900×16 , se déplaçant à 15 km/h, il faut des freins tambour 305×45 . Le premier chiffre exprime la dimension intérieure des tambours, le deuxième la largeur des garnitures.

Un frein tambour judicieusement calculé doit exister sur chaque matériel agricole. La commande toujours mécanique doit être double, au pied pour le poste de conduite et rappel utilisable à la main quand le charretier est à côté de son véhicule.

Chaque fois que cela sera possible, il y aura avantage à utiliser une commande automatique du type à inertie.

On ne doit plus voir de charretier lâcher les guides, descendre de son véhicule et aller serrer précipitamment une « mécanique » illusoire.

LE VEHICULE DE TRANSPORT RATIONNEL POSSEDE QUATRE ROUES EQUIPEES DE PNEUMATIQUES ET DE FREIN

L'agriculteur a besoin de déplacer d'autres matières que le matériel proprement dit. Il utilise alors des véhicules de transport.

Le cheval ayant un meilleur rendement à la traction qu'au portage, le véhicule ne devra pas peser sur son dos. Il faut donc utiliser un véhicule à quatre roues et non un véhicule dit équilibré.

L'emploi de la tôle dans la construction de ce matériel en réduira le poids mort.

Le pneumatique qui contribue à l'allègement du véhicule est bien entendu de rigueur.

La capacité de la caisse peut être choisie au voisinage de 2 500 kg. Au-dessus, les chevaux auraient du mal à démarrer dans des conditions difficiles (betteraves) — au-dessous, la charge serait trop faible et imposerait de nombreux voyages comme dans la méthode ancienne.

Cette capacité de 2 500 kg impose un poids mort de 500 kg pour le type de véhicule préconisé. Deux chevaux attelés de front sur route ordinaire pourraient emmener l'ensemble au trot, soit à 8 ou 9 km/h. Cette vitesse bien entendu exige que le conducteur soit porté par le véhicule. Il est préférable de prévoir un siège étudié plutôt que de voir le conducteur juché sur l'un des deux chevaux ou sur un brancard au détriment de la sécurité.

Un frein à tambour logé dans les roues et commandé au pied augmenterait cette sécurité et économiserait considérablement les efforts des chevaux. Ce dispositif permet d'alléger les harnais comme il en est traité dans le paragraphe « harnachement ».

La vidange par bennage peut être obtenue par un vérin hydraulique commandé par une pompe à main. L'opération durerait 1 mn 40 contre 5 à 15 mn selon la matière pour vidanger à la pelle.

A noter que ce type de véhicule peut être utilisé avec un excellent rendement par le tracteur, si l'on a prévu l'avant-train amovible. Dans ces conditions, le véhicule devient rapidement une remorque semi-portée. Cette polyvalence, chère aux organisateurs, permet à l'agriculteur une utilisation beaucoup plus souple. Il peut emprunter les chevaux ou le tracteur du voisin, qui lui-même peut faire appel à ses services.

Le véhicule préconisé répond bien aux grands principes d'organisation puisque, outre les gains de temps réalisés lors de son utilisation, il permet au cheval et à l'homme d'augmenter largement leur rendement en bénéficiant d'une sécurité accrue et d'une fatigue moindre.

LE MODE D'ATTELAGE CONDITIONNE LA PROPORTION D'ENERGIE RECUEILLIE

Le mode d'attelage est variable suivant les régions, le travail et la manière de l'exécuter.

Pour le transport, on utilise des véhicules à deux roues du type tombereau, carriole ou charrette et des véhicules à quatre roues du type chariot de l'est. Avec des véhicules à deux roues un limonier est nécessaire pour assurer le portage en plus de la

traction. Si l'on désire un supplément de traction, on attelle les chevaux suivants soit en ligne devant le limonier, soit plus rarement de front à ses côtés.

Un véhicule à deux roues possède le plus souvent une paire de brancards galbés ou non mais rarement un palonnier (seules quelques voitures légères qui servent encore pour le marché hebdomadaire présentent ce dispositif).

L'absence de palonnier sur ce type de véhicule empêche totalement le cheval de trotter à vide, et à fortiori à faible charge.

Localement (Landes) on rencontre des charrettes légères à deux roues avec un seul timon qui sert à atteler deux mules de front. Ce système est véritablement peu pratique et ne convient que pour de faibles charges.

Nous avons vu en définissant les capacités du cheval que le portage demandé abaisse considérablement l'effort de traction susceptible d'être recueilli. C'est pourquoi, ce type de véhicule appelé voiture équilibrée (rarement en réalité) est absolument à déconseiller sauf dans le cas de voitures ultra-légères.

Avec des véhicules à quatre roues, on utilise avec plus ou moins de bonheur soit l'attelage en ligne (Nord) soit l'attelage de front (Alsace Lorraine).

Les véhicules à deux limons pour attelage en ligne ne comportent pas de palonnier. Par contre, sur les véhicules à attelage de front le palonnier est général. En effet, sa présence est indispensable pour équilibrer les efforts des chevaux qui nécessairement ne produisent pas leur coup de collier au même instant.

Nous étudierons à propos des harnais proprement dits la simplicité ou la complexité impliquée par le mode d'attelage.

Les transports, malgré leur place importante dans l'exploitation agricole, ne sont pas les seuls travaux qu'il est possible d'améliorer.

Le labour est classiquement le plus représentatif des travaux aratoires. Le labour se fait maintenant partout avec un brabant qui est attelé soit en ligne avec deux ou trois chevaux dans les régions de l'ouest : Vendée, Bretagne et Normandie; soit de front avec un maximum de trois chevaux : Aisne, Seine-et-Marne et Ardennes.

Par l'utilisation de palonniers multiples, on peut coordonner les efforts des chevaux attelés de front. Il n'en est plus de même avec des chevaux attelés en ligne. En effet, la ligne droite figurée par les traits et qui produirait un rendement optimum est bien souvent illusoire. Les chevaux n'ont pas exactement la même taille et ne produisent pas leurs efforts au même instant. Il s'ensuit des pertes dans les forces qui s'annulent mutuellement. En outre, aux tournées en bout de rayage, le cheval le plus près de l'outil fournit l'essentiel du travail et les chevaux de tête s'empêchent dans les traits qui



L'attelage en flèche est une très mauvaise solution : longueur des fourrières, conduite difficile, virages incommodes, composante verticale sur le dernier cheval.

traînent alors par terre. D'où des pertes de temps qui pourraient être évitées.

Parmi les instruments de récolte, la faucheuse présente une particularité intéressante.

Quand l'entraînement de la lame se fait par l'intermédiaire des roues, partout deux chevaux sont attelés de front sur un seul timon. Trop souvent, lors de la marche arrière aux virages, les chevaux portent la tête en arrière pour reculer. Le seul effort possible de recul est exercé par une chaîne qui joint le collier à la pointe du timon. Le cheval relève la tête pour empêcher le collier de glisser et communique l'effort au moyen de sa nuque. Ce mode d'attelage est véritablement défec-tueux car deux chevaux éprouvent des difficultés à reculer sur quelques mètres un outil aussi léger qu'une faucheuse débrayée. Il devrait y avoir possibilité d'utiliser un autre système de recule-ment.

Par contre, quand l'entraînement de la lame s'effectue au moyen d'un petit moteur auxiliaire, un cheval suffit alors pour assurer la traction. Le système du brancard à deux limons permet l'emploi de l'avaloire classique.

L'ATTELAGE DE FRONT OFFRE UNE CONDUITE MEILLEURE

Le conducteur de chevaux assure qu'il mène son attelage à la voix d'où un gros avantage sur le tracteur. Cela est sans doute vrai souvent, mais chaque fois que le travail requiert une certaine précision ou un minimum de sécurité, le charretier fait appel au mors. Le mors, commandé par les guides, est le moyen de suggestion permettant de



Bon mode d'attelage, facile à commander. Le palonnier coordonne les efforts. Les fourrières sont courtes. Il ne manque qu'un siège. L'attelage de front est la solution la plus rationnelle.

conduire un cheval. Les charretiers n'ont pas le don de savoir apprécier les effets qu'on peut produire avec le mors.

Pour conduire un attelage en ligne, le charretier est obligé de marcher à côté de ses chevaux, ce qui est fatigant et ne lui permet pas de surveiller la marche de l'outil (labour, hersage).

Par contre, l'attelage de front permet la conduite de l'arrière. Le charretier surveille facilement la marche des l'outils et de plus il peut être porté par ceux-ci. Le charretier conduit seulement le cheval de gauche au cordeau, les chevaux étant reliés entre eux au niveau de leur muserolle.

Pour des raisons de sécurité sur route, la conduite à pied à gauche de l'attelée tend à disparaître au profit de la conduite à droite. En outre, il n'est guère prudent lors des déplacements sur route, et plus spécialement dans les chemins à cause des ornières de s'asseoir sur le limon juste devant la roue.

Seulement en faisant claquer leur fouet, de bons charretiers stimulent les chevaux au moment propice. Un charretier qui aime ses chevaux ne les fouette jamais.

UN HARNAIS ENCOMBRANT ET LOURD DIMINUE LE RENDEMENT DU CHEVAL

Le harnais est l'ensemble des appareils qui permettent d'utiliser avec le meilleur rendement la force du cheval. Le harnais est donc adapté à chaque cheval mais surtout ne doit pas le blesser.

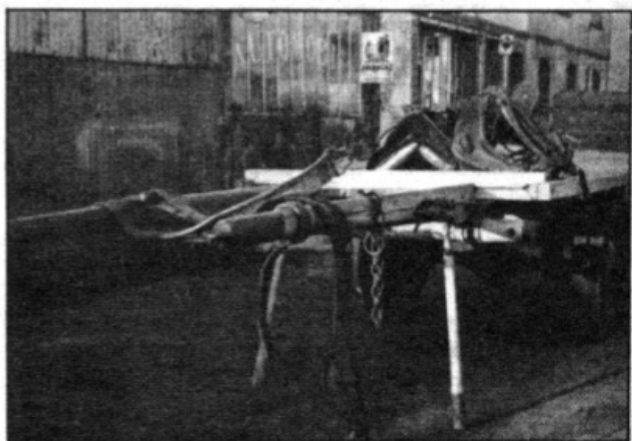
Un limonier a besoin d'un harnais lourd et compliqué car il doit assurer en plus de la traction, le portage éventuel. De plus, il effectue seul le recul de la charge. C'est pourquoi, en plus des harnais de traction proprement dits, la sellette, la dossière et la sous ventrière sont nécessaires pour assurer l'équilibre charge-cheval.

Avec un véhicule à quatre roues il n'y a plus d'équilibre à maintenir. La sellette n'est donc plus utile. La dossière est remplacée par un surdos, ou bande de cuir assez large, pour maintenir les traits à bonne hauteur. La sous ventrière devient aussi inutile. Depuis longtemps, l'utilisateur s'est rendu compte que la croupière joue un rôle très surfait. C'est ainsi que bien souvent elle n'est même pas passée sous la queue.

Le véhicule préconisé est freiné judicieusement et efficacement quand cela est nécessaire. L'avaloire ou reculement peut de ce fait être fixé au brancard ou au palonnier. On l'appelle alors plate-longe.

Ainsi, pour harnacher un cheval il suffit de placer la bride, le collier, les traits et les éléments de conduite.

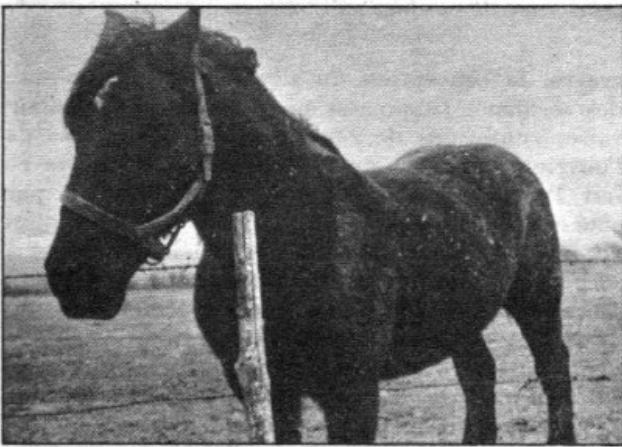
Par le mode d'attelage on a réussi à diminuer le nombre de harnais, essayons d'améliorer ceux qui restent.



Ces harnais lourds et encombrants peuvent être presque totalement supprimés ou rendus solidaires d'un véhicule à quatre roues.

LE CHEVAL PEUT CONSERVER LA MEME BRIDE AU PRE ET AU TRAVAIL

Actuellement, la bride fait partie du harnais proprement dit, on la pose ou on la retire suivant les besoins. En procédant comme en Allemagne, on peut améliorer le système. En effet, le mors est amovible et c'est lui seul que l'on pose ou retire. Ainsi le cheval porte partout et tout le temps la même bride. Mais au repos il n'a plus le mors. On peut l'attraper plus facilement au champ, le harnacher sans le détacher ce qui fait gagner un temps précieux. Il faut signaler que la présence des œillères n'est pas indispensable car elles n'atteignent pas le but visé et que la bride se détériore toujours par le point d'attache des œillères sur les montants.



Même aux champs les chevaux portent la bride, un mors directement adaptable à la bride fait gagner du temps et assure la sécurité pendant le délicat passage du bridon. Ce cheval, pendant ses périodes d'inaction, reste à l'herbage sous la neige, sans nourriture d'appoint. On peut économiser beaucoup sur son entretien.

UN COLLIER LEGER ECONOMISE LA FATIGUE DU CHEVAL

Le collier est véritablement l'élément qui capte la force du cheval, c'est pourquoi il doit retenir notre attention plus particulièrement. Son poids varie de 10 à 30 kg pour effectuer du gros trait. Ceci est dû au fait que la surface portante sur la poitrine du cheval doit être assez importante et que les efforts qu'il subit sont très élevés. On peut conserver ces qualités en le construisant toutefois avec des matériaux plus légers. Les attelles en bois, le cuir, la bourre de crin, sans oublier les fioritures font que le cheval porte un poids mort excessif. Adoptons des colliers en métaux légers, articulés, sans bourre de crin, mais déterminons la position des crochets d'attelage des traits avec une grande

attention. En effet, suivant la hauteur des roues de l'avant-train polyvalent, les traits sont plus ou moins inclinés sur l'horizontale et déterminent la position du collier sensiblement dans un plan perpendiculaire. Le collier sort alors de sa position idéale : il blesse le cheval qui ne peut tirer à plein collier.

De tels colliers métalliques articulés ne pèsent pas plus de 5 kg et sont aussi résistants que les colliers de cuir et de bois. Il est facile de les passer par dessus l'encolure des chevaux même si ceux-ci sont attachés. Le palonnier est nécessaire pour que le collier porte à pleine poitrine quand le cheval s'écarte légèrement de la ligne de traction idéale.

Une petite chaîne joint le bas du collier à la pointe du timon pour limiter les déplacements latéraux du cheval, car les efforts doivent s'exercer dans la direction de la charge pour être utilisés entièrement.

A noter que chaque collier doit être bien adapté à chaque cheval. Ce n'est pas le cheval qui doit former le collier à son épaule.

En agriculture, la bricole n'est guère utilisable car si elle favorise la vitesse, elle diminue considérablement la traction.

LES TRAITES ET LES GUIDES PEUVENT ETRE FIXES A DEMEURE SUR LE COLLIER

Puisque ce sont les mêmes traits qui sont utilisés avec les charrettes, les outils aratoires ou les machines de récolte, on peut les fixer à demeure sur le collier léger, ainsi en une seule opération, on peut harnacher le cheval.

Une autre solution est aussi possible, laisser comme la plate longe, les traits fixés sur les limons de l'avant-train polyvalent si on adopte ce système.

Les traits et surdos doivent comporter un minimum de boucles et d'ardillons : c'est par ces parties plus faibles que les harnais commencent à se détériorer. En outre, lors du harnachement, ce sont ces boucles qui prennent le plus de temps.

Le cheval est toujours conduit de derrière puisqu'au travail le charretier est toujours assis. Les guides transmettent les impulsions au mors.

En général, la pose des éléments de conduite est assez longue, à cause des multiples œillets par lesquels ils doivent passer, en particulier pour l'attelage en ligne.

La disposition de front favorise la fixation rapide par mousqueton à émerillon des extrémités des guides aux branches du mors. De plus les guides sont courtes et on peut commander même trois chevaux avec seulement deux brins en main.

Mais dans un attelage de front, on peut commander au cordeau seulement un cheval, celui de gauche que l'attelée soit de deux ou de trois. Il emmène alors les autres car les musserolles des chevaux sont reliées entre elles.

LE GAIN DE TEMPS REALISE PEUT ETRE CONSIDERABLE

D'après les mesures de temps réalisées, il faut :
15 minutes pour atteler et harnacher deux chevaux (dont un limonier),
7 minutes pour dételer.

Cette opération se fait deux fois par jour et l'année comporte 200 jours de travail avec les chevaux. Par an, on passe à harnacher, atteler ou dételer deux chevaux :

$$22 \times 2 \times 200 = 8\,800 \text{ minutes.}$$

On peut évaluer à 50 % le gain de temps réalisé par les améliorations proposées : soit dans ce cas 4 400 minutes par an ou 73 heures ou 7 jours de travail !

LE POSTE DE CONDUITE DOIT ETRE AUSSI BIEN CONÇU POUR LE CHARRETIER QUE POUR LE CONDUCTEUR DE TRACTEUR

La plupart des matériels hippomobiles ne possèdent pas de siège (excepté la faucheuse). Plusieurs raisons peuvent être invoquées. Des raisons techniques faisant appel à la légèreté du matériel, à la difficulté de conception sur charrette en particulier, au surcroît de travail imposé au cheval. Les matériaux actuels permettent dans la plupart des cas d'alléger le matériel de telle façon qu'il puisse porter l'homme sans préjudice pour le cheval. L'utilisateur prétend qu'il est nécessaire que le charretier marche à côté de ses bêtes pour leur accorder le repos indispensable quand lui-même juge qu'il en a besoin. S'il était porté, il manquerait d'élément pour apprécier ce besoin. Un remède est possible, il suffit d'initier le conducteur de chevaux aux périodes de repos nécessaires préconisées par les mesures physiologiques. La fatigue de l'homme doit à juste titre passer avant celle du cheval et à tout prendre il est préférable de prévoir un poste de conduite étudié plutôt que de voir le charretier juché sur un brancard faisant fi de la sécurité ou sur un cheval au détriment de la fatigue du cheval que l'on veut préserver.

Il ne fait pas de doute que la position assise permet à l'homme de travailler plus longtemps et surtout avec moins de fatigue. En déplacement sur route, trop souvent, le charretier qui marche à côté de son attelée en limite la vitesse. S'il est porté par le véhicule il doit l'être dans des conditions optima de sécurité et de confort. En travail, la commande et la surveillance des outils imposent, même à un ouvrier assis, une dépense d'énergie appréciable et une tension nerveuse variable suivant la précision requise par le travail en cours. L'étude du poste de travail se propose de réduire au maximum cette fatigue, qui, si elle ne limite pas toujours la durée du travail, peut provoquer des accidents



Les transporteurs urbains ont su ménager la peine des hommes et des chevaux, et offrir un minimum de confort au conducteur.

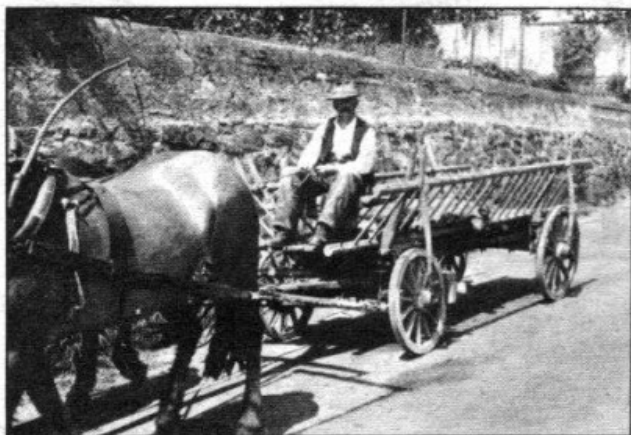
graves, la conception du siège doit tenir compte des secousses fréquentes provoquées par les mauvaises conditions de roulement, et des efforts de l'ouvrier pour manœuvrer les commandes. De ce fait l'exécutant doit pouvoir être maintenu par côté et en arrière alors que ses pieds trouvent appui en avant. Le siège monté sur parallélogramme et à suspension hydraulique semble entraîner la dépense de calories la plus réduite. Un bon rembourrage du dossier et des accoudoirs est à prévoir principalement aux endroits exposés aux plus fortes pressions. Les endroits sont le centre du plateau et le dossier à une hauteur de 200 mm, c'est-à-dire aux points d'appui des efforts exercés par les pieds.

La position des commandes par rapport à celle du siège a une grosse importance. Pour un homme de 1,70 m le siège doit être à 40 cm de la sole de repos normale des pieds. La commande du frein qui nécessite un effort prononcé des jambes doit être à 26 cm de hauteur par rapport à la sole de repos des pieds et à 94 cm du dossier du siège. Pour obtenir la force maxima que le pied peut exercer, la pédale doit être située au droit de l'axe du siège et la direction de l'effort doit faire un angle de 70° avec la verticale. La course de la pédale de frein doit être de 8 cm. Le maintien d'un membre dans une position déterminée provoque une fatigue plus importante, car continue, que l'exécution d'un effort plus violent, mais momentané. C'est pourquoi les guides doivent pouvoir être tenues coudes au corps et à une distance déterminée par la longueur de l'avant-bras. Pour le même exécutant de 1,70 m, le « point de conduite » se situe en avant à 50 cm. Le travail de l'ouvrier exige qu'il monte sur son siège et en descende fréquemment. L'accès par derrière qui présente le maximum de sécurité est gêné par la présence des outils ou de la charge. L'accès latéral est plus utilisable; le côté gauche est préconisé car le droit est condamné par la lame ou le pick-up.

Une bonne visibilité est indispensable pour accomplir un travail de qualité et pour éviter une fatigue trop rapide de l'ouvrier. En déplacement, il devra voir par dessus ses chevaux (et non latéralement) pour prévoir sur la route un danger possible. S'il ne peut voir en arrière à cause de la charge, un dispositif de rétroviseur est nécessaire pour qu'il surveille les mouvements de véhicule derrière le sien.

Au travail, il doit pouvoir apprécier le chemin des roues du véhicule en utilisant un repère au besoin, mais surtout il est indispensable qu'il puisse contrôler le travail des pièces actives du matériel qu'il utilise. De son siège, l'exécutant doit pouvoir régler des instruments et si besoin est débarrasser socs, dents, rasettes, etc... Dans ce qui précède, les suggestions exprimées ont tenu compte de la sécurité de l'exécutant, mais la présence de l'arrière train des chevaux à quelques décimètres de son poste de travail peut provoquer des projections néfastes. En effet, un cheval au trot projette à l'aide de ses sabots boue, gravillons, etc... un dispositif de protection doit être avantageusement envisagé pour obvier à cet inconvénient.

Sur les routes, le conducteur doit avoir la possibilité d'avertir tout changement de direction de l'attelage. La conduite à pied doit se faire à droite pour des raisons de sécurité.



Ce véhicule archaïque offre un bon poste de travail aux chevaux. Le conducteur lui-même sait ménager sa peine, et conduire par guides. (Type chariot de l'est). L'emploi du pneu permettrait d'en doubler le rendement.

En résumé, sur chaque matériel, l'ouvrier devra bénéficier d'un siège étudié, tant dans sa conception que dans sa position par rapport aux commandes. L'accessibilité par le côté gauche semble présenter le maximum de sécurité — une bonne visibilité en déplacement comme au travail est à rechercher.

(1) Revue « Le Tracteur », n° 12, 1958, pages 51, 52 et 53.

De son siège, l'exécutant doit pouvoir régler, débarrasser l'outil en travail — les éléments de conduite doivent être simples (une seule commande quel que soit le nombre de chevaux) ce qui permet au conducteur d'avoir au moins une main libre. Prévoir si possible, à part la conduite, des commandes au pied.

UN PROJET SUISSE A FAIT L'OBJET DE PREMIERS ESSAIS (1)

Le projet suisse n'est qu'une adaptation d'un matériel préexistant. Entre autres inconvénients, il est nécessaire d'équilibrer le bâti avec une grosse pierre — mais l'idée est dans l'air — l'utilisation du cheval en polyculture exige une machine qui puisse être utilisée aussi bien pour la préparation du sol que pour les travaux de plantation et d'entretien. Le résultat obtenu ne peut être que fragmentaire puisqu'il s'agit d'essais et d'adaptations. Au lieu d'enlever le moteur, ce qui impose de rééquilibrer le bâti, on pourrait par contre s'en servir pour mouvoir des machines à prises de force dont le cheval assurerait à bon compte le déplacement.

Cette machine qui est seulement au stade expérimental doit intéresser les constructeurs qui de la sorte créeraient en la construisant un débouché pour le matériel utilisé actuellement par le tracteur mais qui pourrait l'être aussi par les chevaux.



L'Institut de machinisme de Brugg oriente ses recherches vers un avant-train polyvalent.

Hippotese
2010

UN AVANT-TRAIN POLYVALENT SATISFAIT AUX CONDITIONS D'UTILISATION RATIONNELLE DU CHEVAL

S'il est important de disposer d'outils modernes, il est plus important encore pour le rendement du travail de les utiliser selon les principes de l'Organisation Scientifique du Travail.

Le cheval peut devenir un tracteur moderne, si un certain nombre de conditions sont réunies lors de son utilisation. Au cours de cette étude plusieurs conditions se sont révélées indispensables à un emploi rationnel du cheval. On a vu que :

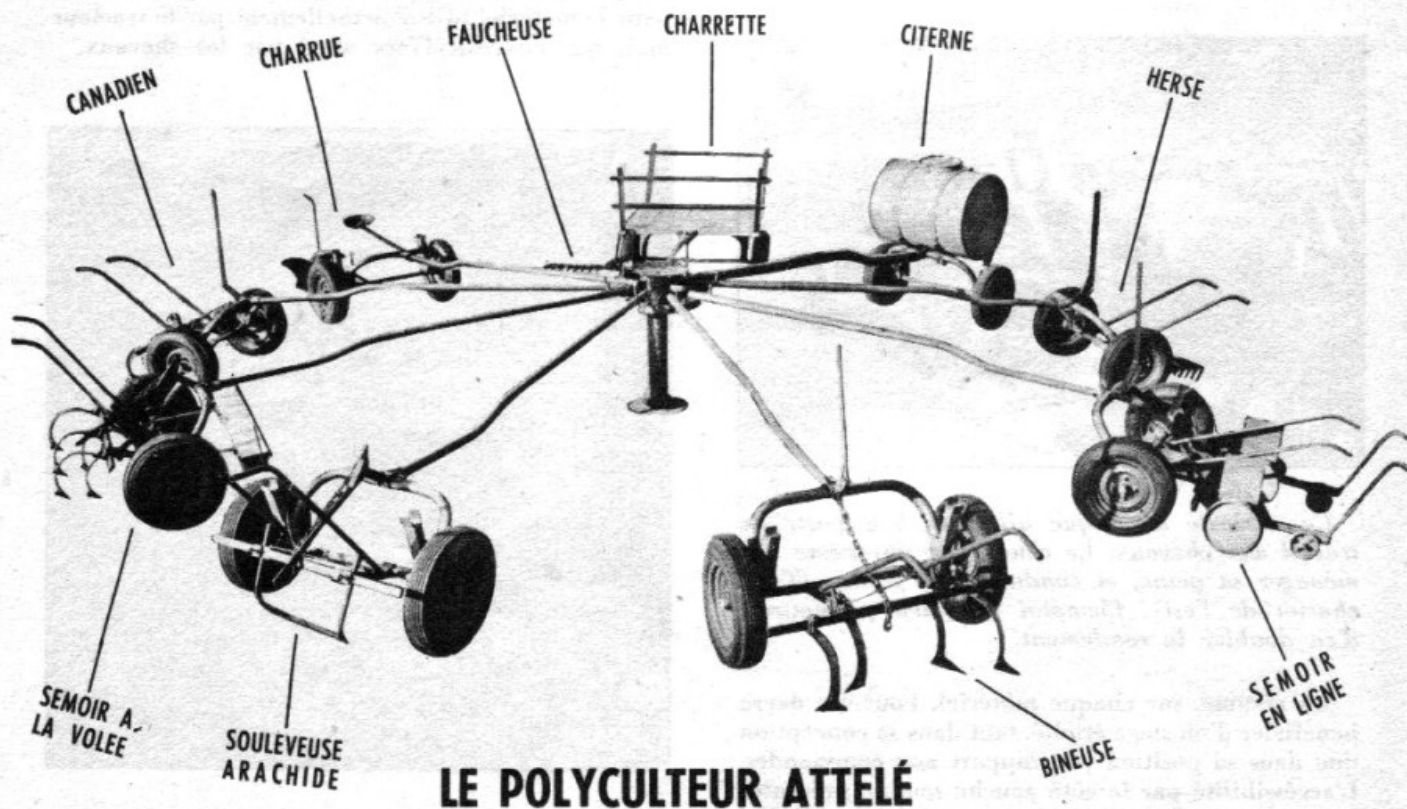
- les chevaux ne doivent rien porter,
- être attelés de front,
- le conducteur doit être assis,
- disposer de guides et de frein,
- le reculement doit être fixé sur le véhicule,
- les outils doivent être portés pour les déplacements,
- ils doivent être interchangeables, ainsi que les véhicules, sans déharnachement.
- ils doivent, sauf exception, être identiques à ceux du tracteur,
- on doit pouvoir ne disposer que d'un moteur auxiliaire pour tous.

Si l'on voulait respecter toutes les conditions (ainsi que d'autres moins importantes) qui concernent l'utilisation de l'énergie, la vitesse de travail, la sécurité, le poste de travail du cheval ou de l'homme, l'emploi des outils modernes, en les appliquant à chaque outil, on en augmenterait le coût dans des proportions inacceptables.

Il est par contre possible d'apporter tous ses soins et de consentir un investissement raisonnable à un bâti unique muni d'un crochet d'attelage étudié et où viendraient s'accrocher, comme pour le tracteur, tous les outils sans exception, du brabant à la remorque semi-portée. Si l'on juge bon de lui adjoindre un moteur auxiliaire, il pourra également recevoir sans modification la barre de coupe, la ramasseuse-presse ou la moissonneuse-batteuse tractée.

Cet avant-train polyvalent comporterait à demeure, siège, pneus, freins à tambour, limons, traits, guides, crochet d'attelage (et éventuellement moteur auxiliaire) et serait employé pour tous les travaux de l'exploitation.

Il est important de souligner que, même sans moteur auxiliaire, l'adoption de cet avant-train est indispensable à une modernisation sensible de l'usage du cheval de trait.



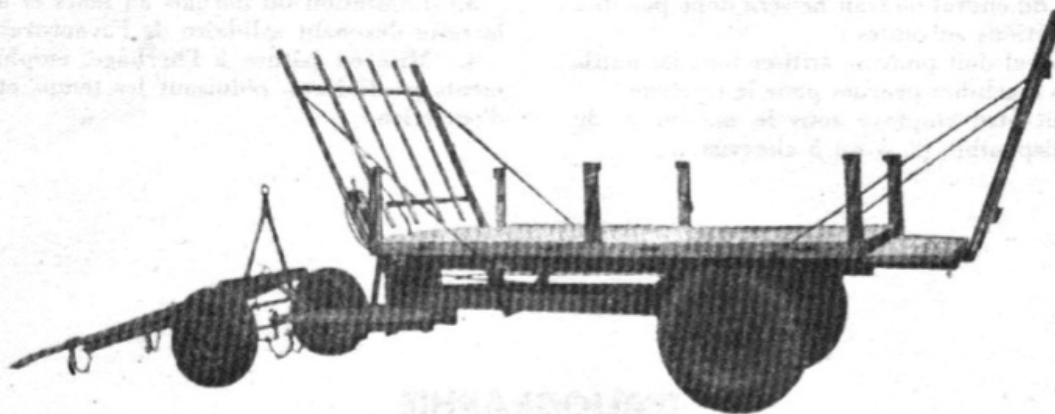
On trouve sur le marché un avant-train polyvalent, qui serait judicieusement complété par un siège de travail étudié et éventuellement un moteur auxiliaire. (MOUZON à Luzarches, S.-et-O.).

Ces suggestions peuvent paraître un peu utopiques car aucun bâti à moteur auxiliaire n'existe sur le marché. On rappellera cependant que des recherches ont été poursuivies dans ce sens par l'Institut de Recherche du Machinisme Agricole de Brugg en Suisse, et qu'un prototype a été essayé. Il s'agit en l'occurrence d'un avant-train modifié de charrue de montagne du type « araignée ».

On peut noter à ce propos qu'un moteur de 15 CV coûte 200 000 fr chez Bernard-Moteurs et que, uni-

quement utilisé avec prise de force, il est capable d'actionner indifféremment toutes les machines conçues pour le tracteur y compris une moissonneuse-batteuse de 1,80 m à 2 m de largeur de coupe.

Il serait nécessaire de mettre ce projet, avec ou sans moteur, dans les mains d'un bureau d'étude qui serait capable d'en déterminer les cotes et la position relative des différents sous-ensembles, afin d'en chiffrer un coût approximatif.



Seul l'avant-train polyvalent permet au cheval d'utiliser rationnellement tous les outils conçus pour le tracteur, de la charrue à la remorque semi-portée (JOBET à Ambutrix, Ain). Le cheval de trait ne survivra qu'à cette condition.

Hippotese
2010

CONCLUSION

Le domaine d'emploi rationnel et économique du cheval de trait se trouve limité avec quelque précision. On peut estimer qu'en polyculture, il représente le moyen de traction le plus économique en dessous de 15 ha.

De 15 à 40 ha, il faut adopter un moyen de traction unique qui sera le cheval jusqu'à un Produit Brut de 72 000 Fr/ha et le tracteur au delà.

Enfin, au-dessus de 40 ha, on pourra choisir : cheval seul jusqu'à un Produit Brut de 52 000 Fr/ha, tracteur et cheval entre 52 000 et 98 000 Fr/ha. Traction exclusivement motorisée au delà de 98 000 Fr/ha.

Ces indications n'ont rien d'absolu, le moyen de traction devant lui seul répondre à des exigences techniques particulières (tassement du sol, adhérence, écartement des vignes, dispersion des terres, main-d'œuvre disponible, etc...).

Si l'on estime le rendement moyen du blé à 23 quintaux/ha, la moitié environ des exploitations françaises sont en mesure, dans les conditions actuelles d'employer économiquement le cheval. Il représente en outre un élément important de modernisation des pays sous-développés.

Cette situation ne pourrait cependant être considérée que comme très provisoire, si le cheval de trait ne permettait pas d'améliorer la productivité

du travail humain et restait un élément de retard technique. L'usage traditionnel est en effet très médiocre et contraire à tous les principes d'organisation du travail.

Une optique nouvelle et un équipement approprié peuvent par contre permettre d'utiliser toutes les ressources du cheval de trait. Il ménage les finances de l'exploitant, représente une traction intelligente, divisible à volonté, ignorante des pannes et qui ne se déprécie pas.

La survie du cheval de trait ne sera donc possible qu'aux conditions suivantes :

1.) Le cheval doit pouvoir utiliser tous les outils et toutes les machines prévues pour le tracteur,

2.) Il doit être employé sous le maximum de puissance disponible (2, 3 ou 5 chevaux),

3.) Le charretier, au lieu d'être un piéton, doit devenir un conducteur de tracteur hippomobile.

Ces objectifs, d'une grande portée technique, économique et sociale supposent la mise au point des moyens suivants :

1.) Avant-train polyvalent comportant éventuellement un moteur auxiliaire. Attelage de front, conduite par guides.

2.) Siège permanent et poste de conduite adapté pour le conducteur.

3.) Limitation du harnais au mors et au collier, le reste devenant solidaire de l'avant-train.

4.) Mise en pâture à l'herbage, emploi des juments poulinières, réduisant les temps et les frais d'entretien.

BIBLIOGRAPHIE

- *Effets de la mécanisation des exploitations agricoles sur l'effectif chevalin dans les pays d'Europe*. Publication des Nations-Unies.
- *Rapport de la Fédération Européenne de Zootechnie au sujet de la situation actuelle et perspectives d'avenir de l'élevage chevalin en Europe*.
- *Recensement général de l'agriculture de 1955*. INSEE.
- *Etudes et publications du Centre National d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole*.
- *Cours de Zootechnie de Monsieur Ladrat, Professeur ENA de GRIGNON*.
- *Bulletin de l'Union Nationale des Offices de Comptabilité et l'Economie Rurale*.
- *Revue de l'Elevage*. Numéro spécial, mars 1959. « Traction animale, mécanique ».
- *Travaux de l'Office de Comptabilité de Soissons*.
- *Le Cheval*, Tome I et II de E. LAVALARD. 1888, Librairie Firmin-Didot.
- *Bulletin des C.E.T.A.*
- *Revue le Tracteur*, n° 12, 1958.

PDF créé par Hippotese (<http://hippotese.free.fr>), 2010