

LES DOSSIERS «LE POINT SUR» (N° 5)

le point sur  
**LES HARNAIS**  
POUR LA TRACTION ANIMALE

Octobre 1984

*Ce dossier a été rédigé par Thierry DUCHENNE, du GRDR, à la demande et avec la collaboration du Service Echanges et Communication du GRET.  
Il a pu être réalisé grâce au concours financier de la Mission Interministérielle de l'Information Scientifique et Technique (MIDIST) et du Ministère des Relations Extérieures (Services de la Coopération et du Développement).*

**GRET**  
GROUPE DE RECHERCHE  
ET D'ECHANGES  
TECHNOLOGIQUES  
30, rue de Charonne, 750011 PARIS (FRANCE)  
Tél. (1) 338.60.60

**GRDR**  
GROUPE DE RECHERCHE ET DE REALI-  
SATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT  
RURAL DANS LE TIERS MONDE  
60, rue du Faubourg-Poissonnière, 75010 PARIS  
Tél. (1) 824.40.09

## SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	1
1. <u>DEFINITIONS</u>	3
1.1. Attelage et harnais	3
1.2. Rôle des harnais dans la composition de l'effort de traction	3
1.3. Lexique	4
2. <u>HISTORIQUE EN FRANCE</u>	7
2.1. L'Antiquité	7
2.2. Du Moyen Age au XVIIème siècle	9
2.3. Du XVII au XIXème siècle	9
2.4. Le XXème siècle	10
3. <u>TYPLOGIE</u>	13
3.1. La fonction de l'attelage	13
3.2. Le mode de transmission des forces	14
3.3. Exemples	14
4. <u>ETUDE THEORIQUE DU TRAIT ET DES HARNAIS</u>	15
4.1. Les bovidés	15
4.2. Les équidés	27
4.3. Les attelages multiples	29
4.4. Traction animale pour l'élévation de l'eau	30
5. <u>CONCEPTION</u>	37
5.1. Utilisation du harnais	37
5.2. Règles générales	38
5.3. Conception et fabrication des harnais en France	38
5.4. Conclusion	47
6. <u>MODELES ET PLANS DE FABRICATION</u>	49
6.1. Harnais pour bovidés	50
6.2. Harnais pour équidés	68
6.3. Harnais pour camélidés	79
6.4. Attelage multiple	83
6.5. Choix des matériaux	85
7. <u>POSE DU HARNAIS ET GUIDAGE</u>	91
7.1. Pose du harnais	91
7.2. Le guidage	92
8. <u>LES BLESSURES : PREVENTIONS ET SOINS</u>	97
8.1. Prévention	97
8.2. Soins	98
9. <u>DES EXPERIENCES ET DES COMPETENCES</u>	101
9.1. Information sur les harnais en France	102
9.2. Information sur les harnais pour les pays en développement	103
EN CONCLUSION	105
BIBLIOGRAPHIE	107
ANNEXES	111

© GROUPE DE RECHERCHE  
ET D'ECHANGES TECHNOLOGIQUES (GRET) 1984

ISBN : 2-86844-003-7

Dessin de couverture : F. TAVERNIER

## INTRODUCTION

L'énergie animale constitue avec l'énergie humaine l'essentiel de l'énergie employée en agriculture dans les pays en voie de développement. On estime actuellement à 400 millions le nombre d'animaux de trait dans le monde et la FAO ne prévoit pas à l'horizon 2000 de réduction de ce chiffre.

Comment utiliser au mieux cette énergie ?

Parmi les nombreuses difficultés techniques qu'il faut résoudre pour y parvenir la moindre n'est pas celle du harnais, qu'il soit de bât ou de trait.

Pendant des siècles un corps de métier spécialisé, celui des bourreliers, a élaboré des solutions techniques qu'il n'est pas question de restituer dans leur complexité dans ce dossier. Il s'agissait plus modestement de combler une lacune dans la littérature disponible en français, par un dossier qui donne des pistes pratiques de travail pour les agents de terrain dans les pays en voie de développement et les éléments pour une recherche plus approfondie : bibliographie, liste de compétences.

Mais avant de nous consacrer aux modèles de harnais susceptibles d'être testés ou réalisés dans les pays en développement, il nous a semblé important de synthétiser les informations disponibles sur l'évolution historique de l'attelage et sur la conception des harnais en Occident et particulièrement en France.

Nous verrons par ailleurs les limites aux possibilités de transfert de la technologie française de fabrication des harnais pour les pays en développement.

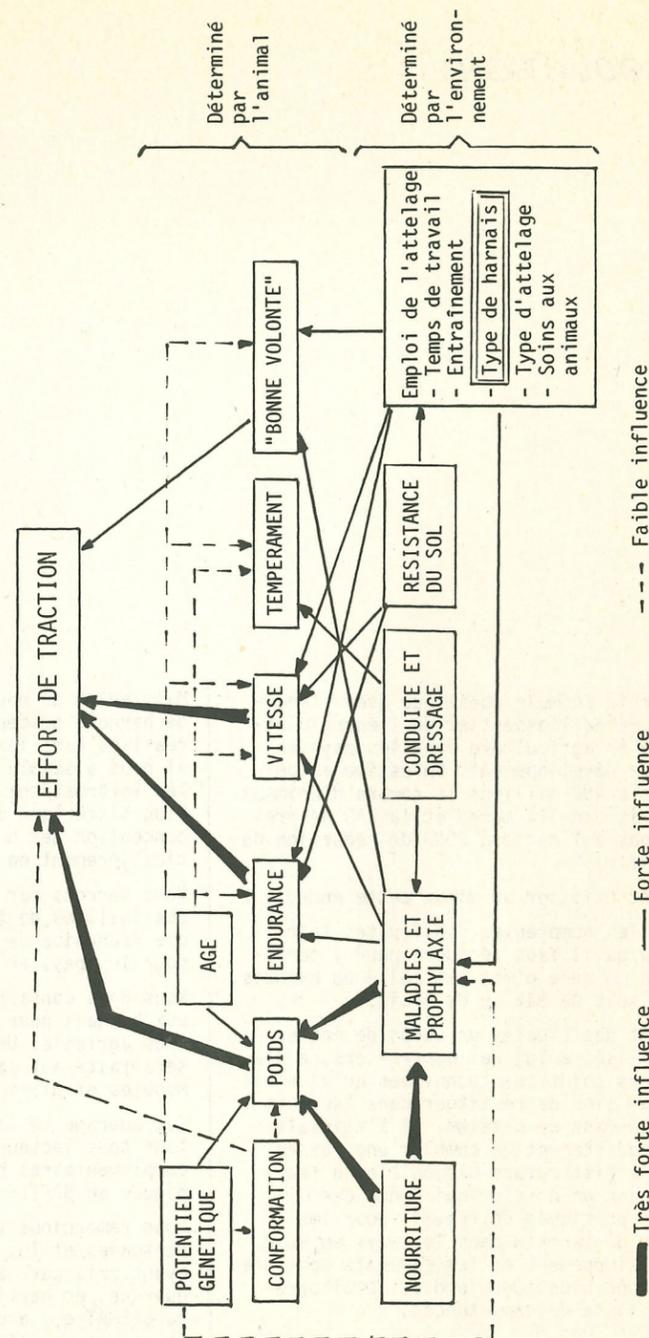
Nous nous consacrerons essentiellement aux harnais pour bovidés et équidés à usage agricole. Une référence particulière sera faite aux camélidés au chapitre Modèles et plans de fabrication.

Cet ouvrage se veut évolutif et nous invitons tout lecteur ayant des informations complémentaires à bien vouloir les communiquer au GRET.

Nous remercions vivement les nombreuses personnes et les nombreux organismes ayant pris part à l'élaboration de cet ouvrage, en particulier Monsieur HUET du CEEMAT qui a bien voulu nous guider et nous conseiller pour sa réalisation.

FACTEURS INFLUENCANT L'EFFORT DE TRACTION

(D'après Animal Traction in Africa GTZ (5))



# 1. Définitions

## 1.1. ATTELAGE ET HARNAIS

Plusieurs définitions sont données aux termes attelage et harnais. "Un attelage se compose d'un animal ou d'un groupe d'animaux dont la force motrice est captée, appliquée à la traction et dirigée au moyen d'un engin spécial le harnachement, composé lui-même de plusieurs organes associés entre eux" (1).

L'attelage est "un ensemble d'animaux solidarisés par un système de liaisons qui permet de capter et de transmettre la force animale" (2).

"Le harnachement se compose de plusieurs organes associés entre eux pour former les appareils de traction, de gouverne, de reculement et de protection des pieds" (3).

"On donne le nom de harnais à ces différents appareils qui permettent d'utiliser les forces des animaux avec le moins de perte possible pour vaincre les résistances que provoque la mise en mouvement des masses à déplacer... cependant on donne bien aussi le nom de harnais aux parties accessoires du harnachement qui servent à attacher ou à gouverner les animaux, à les préserver des effets de la température ou de la piqûre des insectes" (4).

En accord avec ces définitions nous prendrons le terme harnais dans un sens large en incluant les appareils assurant les fonctions de traction, portage, guidage, recul et freinage. En particulier nous incluons sous le terme de harnais les jougs, colliers et bricoles, contrairement à l'usage courant qui réserve ce terme pour l'équipement des chevaux.



## 1.2. ROLE DES HARNAIS DANS LA COMPOSITION DE L'EFFORT DE TRACTION

Le schéma suivant montre l'importance des différents facteurs entrant dans la composition de l'effort de traction (5). On peut constater que les techniques d'harnachement ont une importance assez limitée sur l'effort de traction, les principales composantes étant le poids, l'alimentation et l'état sanitaire des animaux.

## 1.3. LEXIQUE

## 1.3.1. Equidés

Les noms des principales pièces d'un harnais pour cheval figurent sur le schéma suivant (Fig. 1). Nous figurons ici le harnais complet d'un cheval limonier ou

cheval tirant une charrette et pris entre deux limons ou brancards. Le collier peut être remplacé par une bricole, simple sangle passant devant le poitrail et maintenue en place par une courroie passant sur le garrot.

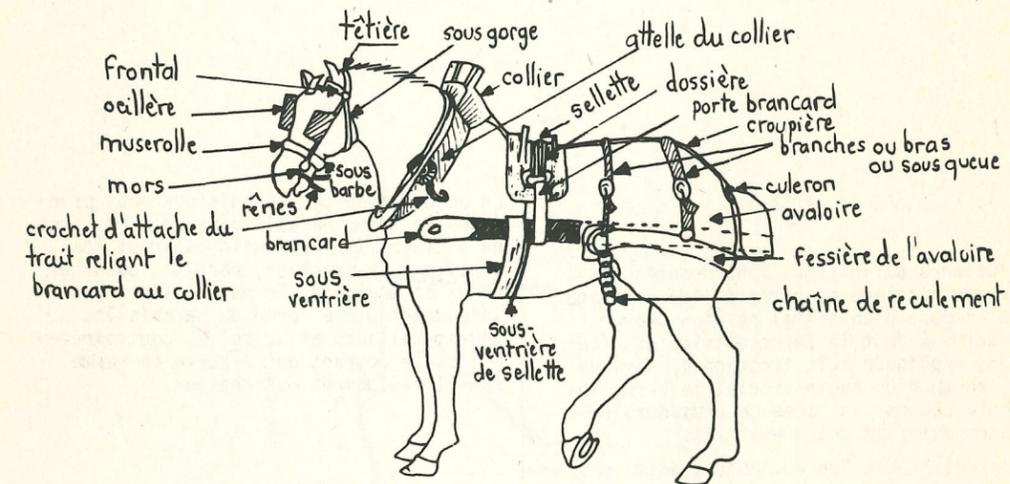


Fig. 1 : HARNAIS DU CHEVAL

## 1.3.2. Bovidés

Nous figurons ici une paire de boeufs attelés à un joug de garrot (Fig. 2). Le

joug peut être posé sur la nuque (joug de nuque) ou sur le front (joug de front). Le joug de nuque ou le joug de front peuvent être appelés joug de tête.

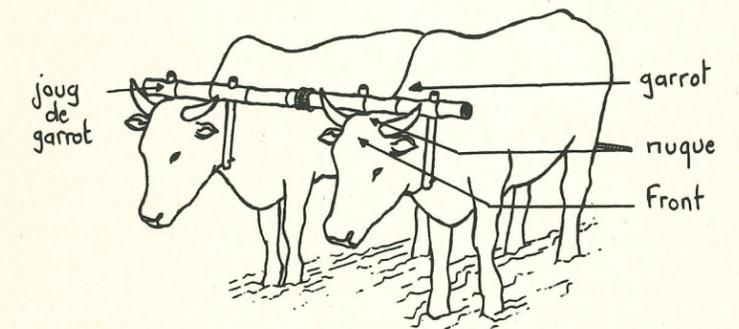


Fig. 2 : JOUG DE GARROT

## 2. Historique en France

L'histoire des harnais est indissociable de celle de l'attelage et de l'utilisation de la traction animale. Celle-ci fut introduite et non inventée en France, ce qui nous conduit à un détour vers une antiquité plus méditerranéenne, voire asiatique.

### 2.1. L'ANTIQUITE

Chez les nomades de la région comprise entre l'Oural à l'Altaï, les débuts de la traction animale prirent successivement les formes suivantes : portage et bât, trainage, travois, char (8). Chez les sédentaires elle aurait commencé par le labourage associé au portage ou le labourage au roulage.

La genèse du couple joug-timon est inconnue, la plus ancienne trace se retrouvant au IV<sup>ème</sup> millénaire avant J.C. en Chaldée.

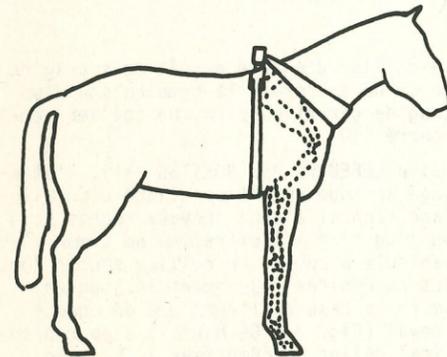
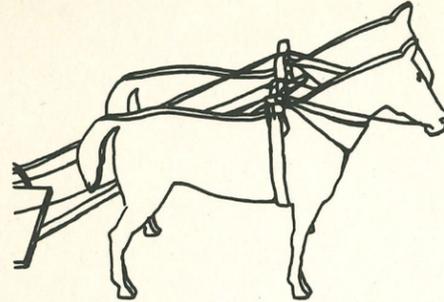
La Mésopotamie serait le lieu d'origine du joug de garrot et l'Egypte Antique celui du joug de corne. En France le joug de corne semble le plus ancien (9).

Le collier d'épaule aurait pour origine la Chine et serait la combinaison d'un joug de garrot posé sur un collier rembourré (10).

Selon LEFEBVRE DES NOETTES (11), l'attelage antique serait constitué d'un attelage frontal à deux chevaux réunis sous un joug fixé à l'extrémité du timon d'un véhicule à roues. Un collier souple dont les extrémités rejoignent le joug enserme la base de l'encolure de chaque cheval (Fig. 3). Ce harnais a pour principal défaut de comprimer la trachée artère pendant la traction ce qui limite l'efficacité de l'attelage. L'auteur pense que ce phénomène est confirmé d'une part par le Code Théodosien (V<sup>ème</sup> siècle) qui limite à 492 kg le chargement maximum admissible de l'attelage, d'autre part par les résultats expérimentaux obtenus par ses propres expérimentations. Il oppose en conclusion un attelage antique à l'attelage moderne, caractérisé par l'invention du collier d'épaule au X<sup>ème</sup> siècle, et en déduit que la faiblesse de rendement des attelages antiques a été la raison principale de l'esclavage et que le collier d'épaule a provoqué une révolution sociale et économique.

Maquette du bige Fig. 3

Modèle de harnais antique de LEFEBVRE DES NOETTES (1931)

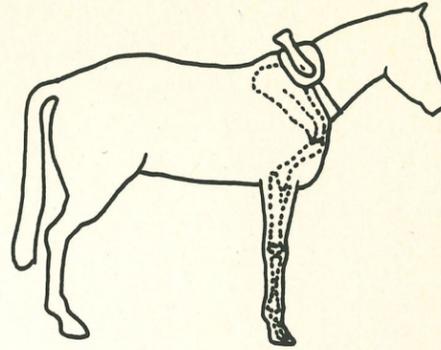


Attelage antique du commandant LEFEBVRE DES NOETTES

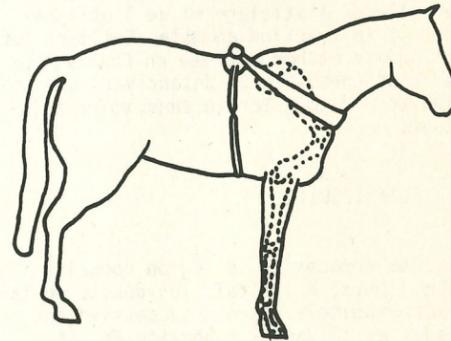
Fig. 5

La confusion des deux attelages précédents donne naissance à un harnais défectueux constitué d'une bande souple passant devant les épaules et rejoignant le joug au-dessus du garrot. L'effort de traction s'effectue par la base de l'encolure dans les plus mauvaises conditions.

Les harnais de l'Antiquité



Attelage à joug d'encolure  
Le fourchon d'encolure prend appui sur le devant des omoplates. L'effort de traction s'effectue par les épaules.



Attelage à joug dorsal.  
La bricole écourtée prend appui en travers du poitrail. L'effort de traction s'effectue par la masse du poitrail.

Modèle de harnais antique de Spruytte (1977) Fig. 4

Cette thèse est désormais considérée comme erronée et ceci pour les raisons suivantes (12) :

- Le réseau routier est inexistant car les voies romaines sont dégradées.
- L'effectif des chevaux est réduit.
- les charrettes sont inarticulées et les routes sont droites ce qui limite leur pente les roues s'usent très vite et les charrettes ne possèdent pas de frein ce qui limite les charges dans les descentes. En particulier il faudra attendre le XIV<sup>ème</sup> siècle pour l'invention de l'avant train tournant et le XVI<sup>ème</sup> siècle pour sa diffusion, tandis que le XII<sup>ème</sup> siècle voit l'apparition du pallonnier avec la possibilité d'attelage multiple.

- La majorité des échanges se font par mer ou par fleuve.

La théorie de LEFEBVRE DES NOETTES est également infirmée par de récents travaux portant sur l'expérimentation des chars antiques égyptien, grec, romain et saharien (13). Il semble que la capacité des attelages antiques ait été limitée par le gabarit des chevaux de l'époque (poids-force) et par la solidité des roues et des chars ; le modèle antique de LEFEBVRE DES NOETTES résulterait de deux modèles : l'attelage à joug d'encolure et l'attelage à joug dorsal (Fig. 4 et 5).



## 2.2. DU MOYEN AGE AU XVIIEME SIECLE

Le scénario expliquant la diffusion de la traction équine serait le suivant : peu avant le début de notre ère, les peuples riverains de la mer du Nord adoptèrent par économie la culture de l'avoine car celle-ci peut se semer sur labour unique et peu profond. L'araire est alors adaptée en charrue avec utilisation de la herse pour enfouir les semis. Le système diffuse dans la zone Rhin-Danube. Après

les grandes invasions on assiste au IX<sup>ème</sup> siècle, à la naissance de l'assolement triennal entre le Rhin et la Seine, avec l'utilisation du hersage pour enfouir les semis. La herse travaille "au choc" et a donc besoin de vitesse. Le hersage et le développement du transport dû à une certaine prospérité conduisent ainsi à une utilisation accrue du cheval. C'est donc principalement le hersage et non l'invention du collier d'épaule qui explique l'extension de la traction équine (14).

Le statut de bourrelier-bâtier-hongrieur est créé en 1403 par Charles VI (15). Ce statut donne le droit de fabriquer des bâts de toutes sortes en utilisant du cuir de Hongrie. Parallèlement le corps de maîtrise des selliers, lormiers-carrossiers est créé sous le règne d'Henri III et donne le droit de confectionner toute espèce de selle pour chevaux, des petites pièces en fer (étymologie de lormier) et des coches ou carrosses.



## 2.3. DU XVII AU XIXEME SIECLE

La situation au début du XVII<sup>ème</sup> siècle est la suivante (16) : dans le nord-est de la France on cultive avec le cheval et le collier, dans le reste du pays on cultive avec deux boeufs jougués. Le cheval va rapidement remplacer le boeuf pour le transport et gagner ensuite l'agriculture. Cette évolution est résumée sur la Fig. 6.

### 2.3.1. Harnais pour boeufs

Contrairement à l'Europe, en France le joug de corne prédomine. On le rencontre dans les Vosges, la Lorraine, le Morvan, le Massif Central, la Bretagne, l'Aquitaine... Le joug de garrot, dont l'extension est liée à l'attelage pour équidés, est utilisé dans le Sud-Ouest. Dans la France méridionale on ne jougait pas que des boeufs mais également des mulets,

des ânes, des mules ce qui nécessitait un harnais polyvalent : le joug de garrot.

Le choix entre le joug de tête et le joug de garrot s'est également fait selon la fonction (mise en mouvement, gouverne, recul, soutien), selon les travaux à effectuer, la configuration du pays et les usages locaux.

Il faut noter l'extrême richesse des modèles utilisés : association joug de corne et joug de garrot, joug de garrot et collier, jouguet, attelage mixte chevaux et boeufs.

Globalement sur cette période et depuis l'antiquité les jougs évoluent peu, ce qui ne traduit pas un manque d'imagination mais plutôt le fait que le joug est bien adapté à sa fonction. Les changements interviennent :

- sur le poids et le volume des jougs à cause de la transformation de la conformation des animaux (diminution ou augmentation)
- sur le système d'attache rigide ou souple entre timon et joug qui devient généralement métallique
- sur les modalités de la confection qui d'un stade artisanal avec des décorations et une personnalisation, devient semi-industrielle.

Cette période voit le développement du métier du jougtier (jouguier).

### 2.3.2. Harnais pour chevaux

Le corps de métier des bourreliers-bâtiers-hongrieurs évolue vers ceux de bourrelier-bâtière et bourrelier-carrossier et au XIX<sup>ème</sup> siècle on a dans les grandes villes deux métiers ; bourrelier-harnacheur et sellier-carrossier.

Dans les petites villes les deux métiers sont rassemblés dans le métier de bourrelier-sellier-harnacheur (17).

Le corps de métier des bourreliers connaît son développement maximum pour répondre aux nombreuses demandes spécifiques de la classe dominante ou des corps de métier : transports, paysans, mines, armées, marinières, haute société entretenant des écuries.

La conception des harnais conduit à la fabrication de colliers très sobres ou au contraire très lourds, utilisant toutes sortes de matériaux (bois, cuir, fer, pneumatique...) (18).

C'est une période d'expérimentations importantes parmi lesquelles nous citerons celles réalisées par :

- le Général Morin en 1837-38 qui réalise les premières mesures sur l'attelage grâce à un dynamomètre.
- la Compagnie des Omnibus de Paris qui démontre la supériorité du collier sur la bricole (19) : l'abandon de la bricole pour les chevaux de poste et de diligence est quasi-général.
- le professeur RINGELMANN qui étudie précisément le mécanisme de traction animale.



### 2.4. LE XX<sup>ème</sup> SIECLE

Le XX<sup>ème</sup> siècle marque la fin de l'apogée de la traction animale en Occident et en France, et son déclin rapide à partir du milieu du siècle.

Avec l'industrialisation et les besoins considérables en traction pour les transports, les mines et les armées, les innovations sont nombreuses. Certains harnais sont fabriqués industriellement : collier métallique en tôle, joug fabriqué à partir de gabarit.

Pour les paysans l'environnement semi-industriel et surtout artisanal reste dominant et on aboutit aux procédés techniques de fabrication décrits au chapitre V : collier type "camion" fabriqué par les bourreliers et joug par les jougtiers.

Dans certains contextes les paysans utiliseront des harnais plus simples. Ainsi la bricole est utilisée pour le trait lourd dans l'est de la France afin de conserver la polyvalence des harnais face aux réqui-

sitions des animaux par l'armée. Dans les régions pauvres on utilise des colliers tressés, fabriqués à base de carex, qui ne durent qu'une année mais qui ne coûtent pas cher et sont réalisés par le paysan (20).

Il n'existe pratiquement plus de bourrelier ou jougtier à l'heure actuelle, les bourreliers en activité étant maintenant spécialisés dans les harnais de chevaux de selle.

L'examen, au travers de l'exemple français, de l'évolution historique des techniques de fabrication des harnais, montre à quel point le choix du harnais doit se faire en fonction du contexte technico-économique de la traction animale et, par conséquent que toutes les techniques de bourrelier, en particulier les plus sophistiquées, ne sont pas bonnes dans tous les contextes. Certaines idées de la conception des modèles français et européens peuvent cependant être exploitées.

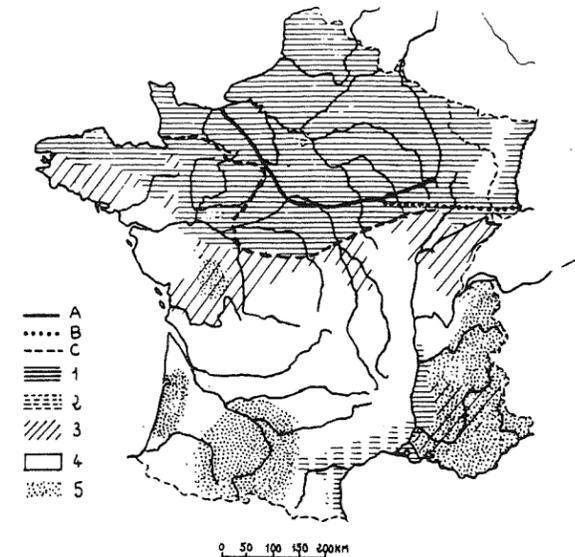


Fig. 6

Le recul progressif du labourage avec boeufs de trait et par conséquent de l'attelage au joug - du XVII<sup>ème</sup> au XX<sup>ème</sup> siècle.

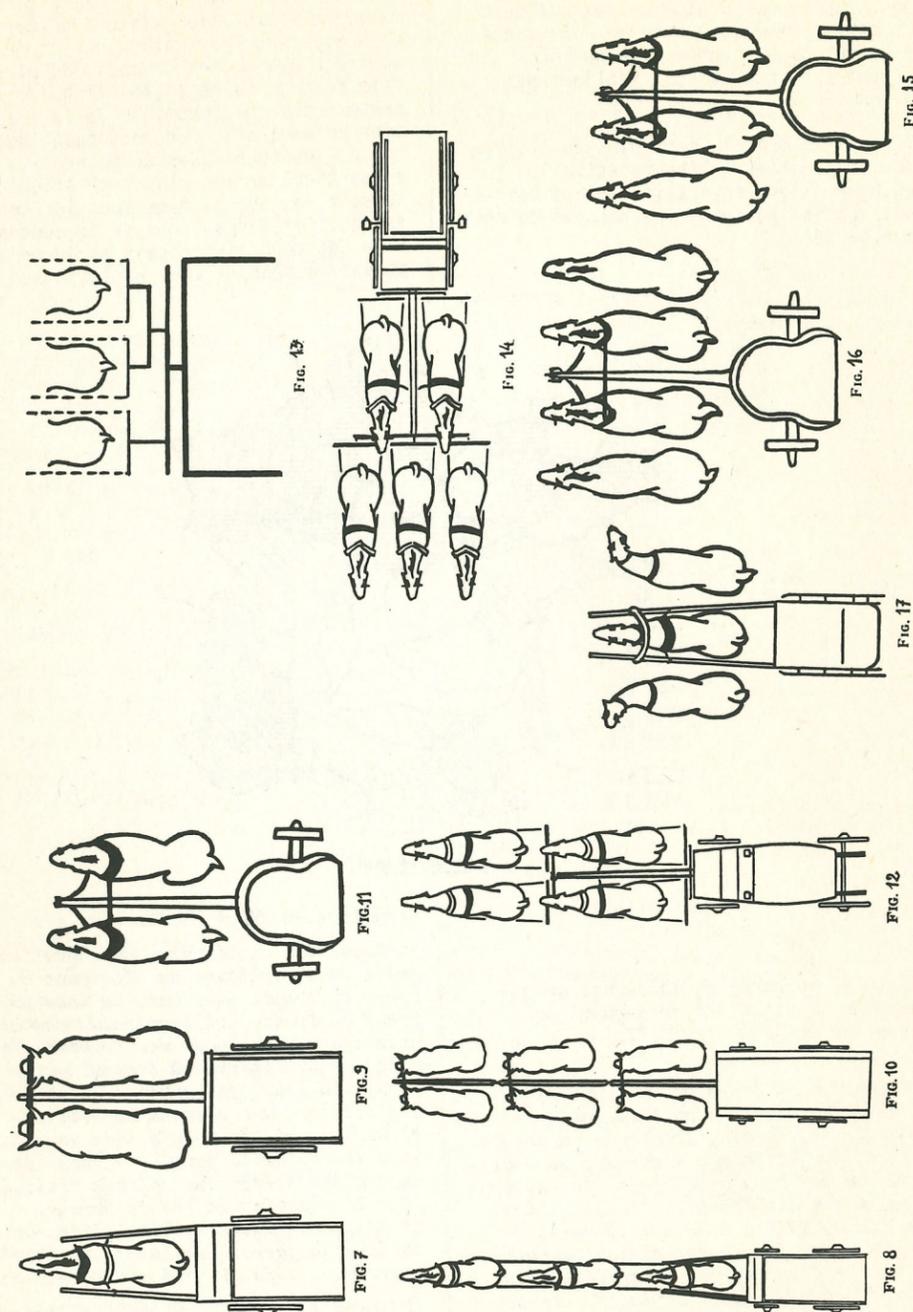
A. Situation au cours de la première moitié du XVII<sup>ème</sup> siècle : au Nord de la ligne de trait plein, labourage au cheval de trait avec attelage moderne ; au Sud, labourage aux boeufs de trait avec attelage dit antique (joug). - B. Situation à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle ; le recul du boeuf - et du joug - est surtout sensible à l'Est. - C. Situation vers 1850 : les tiretés montrent que l'emploi du cheval et de l'attelage moderne, en milieu rural, a gagné le Sud de la Loire.

Situation au début du XX<sup>ème</sup> siècle :

- 1) Extension de l'emploi du cheval de trait en agriculture au détriment du boeuf de trait. - 2) Dans la zone du boeuf de trait, utilisation du cheval et attelage moderne pour des travaux viticoles. - 3) Régions où l'attelage des boeufs au joug continuait à céder le pas à l'attelage des chevaux au collier. - 4) Régions où les boeufs liés sous le joug (en majorité joug de cornes) étaient encore les principaux animaux utilisés pour la traction en France rurale. - 5) Zones des mules, mulets, ânes, attelés au joug de garrot (emploi moins étendu alors mais déjà attesté au XVII<sup>ème</sup> siècle).

(D'après J. BRUNHES DELAMARE : Géographie et ethnologie de l'attelage au joug en France du XVII<sup>ème</sup> siècle à nos jours).

Fig. 7 à 17 TYPOLOGIE : axialité de la traction



### 3. Typologie

Deux critères sont primordiaux dans une tentative de typologie des harnais : la fonction de l'attelage et le mode de transmission des forces.

#### 3.1. LA FONCTION DE L'ATTELAGE

Elle est constituée d'une fonction principale, la traction, et de fonctions secondaires ; le freinage, le recul, et l'équilibre de l'engin tracté (21).

##### 3.1.1. La traction

Trois critères permettent de distinguer les harnais :

- l'axialité de la traction qui peut être :
  - axiale : Fig. 7 et 8
  - péri-axiale : Fig. 9, 10, 11 et 12
  - semi-axiale : Fig. 13 et 14
  - quasi-péri-axiale : Fig. 15, 16 et 17.

Ce critère correspond à la disposition des animaux dans l'attelage ; disposition en ligne, en volée, ou mixte.

- le parallélisme de l'organe de trait au sol porteur : le travail et la puissance fournis par l'attelage en dépendent (cf. IV)
- le parallélisme de la force de traction à l'axe de la voie. Ceci correspond au problème du virage quand la traction est différente sur chaque trait.

##### 3.1.2. Fonctions secondaires des harnais

Un harnais peut assurer différentes fonctions :

- équilibre de l'engin tracté
- freinage
- recul
- portage

## 3.2. LE MODE DE TRANSMISSION DES FORCES

De l'animal à l'engin tracté les forces sont transmises avec différents degrés de déperdition.

Au niveau de l'animal il convient d'observer la partie anatomique utilisée pour capter la force ; garrot, nuque, front, épaule, poitrail, cuisses pour le recul...

Au niveau de la transmission des forces dans l'attelage nous observerons la rigidité (ex. timon), l'articulation (ex. palonnier), la souplesse (ex. trait) ou généralement la combinaison de ces modes de transmission.



## 3.3. EXEMPLES

Exemple 1 : charrette à 2 roues, une paire de boeufs avec un joug frontal et un timon

Nous pouvons le caractériser de la façon suivante :

Fonction de l'attelage :

- traction péri-axiale
- angle de 10° environ entre le sol et le timon
- parallèle à l'axe de la voie
- équilibre l'engin tracté
- freine, recule et porte

Mode de transmission :

- contact sur le front des animaux
- transmission rigide

Exemple 2 : charrette à 4 roues, 3 chevaux en ligne avec colliers

Fonction de l'attelage :

- traction axiale
- brancards et traits presque parallèles au sol
- non parallèle à l'axe de la voie, l'essieu avant de la charrette n'est pas articulé
- n'assure pas l'équilibre de l'engin tracté ni le portage (4 roues)
- freinage et recul assurés par le premier cheval

Mode de transmission :

- contact aux épaules pour les 3 chevaux et pour le recul aux fesses du premier cheval
- transmission souple par traits.

## 4. Etude théorique du trait et des harnais

Il nous a semblé important de faire figurer dans cette partie des données quantitatives sur l'efficacité des différents modèles de harnais afin de dépasser les affirmations qualitatives habituelles. Il faut bien noter que ces résultats ne sont donnés qu'à titre indicatif et qu'en particulier des critères aussi différents que l'état mental de l'animal ou les techniques de conduite du bouvier peuvent influencer grandement sur les résultats.

L'animal est plus qu'un "tracteur" physiologique, il possède un caractère, des habitudes.

## 4.1. LES BOVIDES

## 4.1.1. Etude anatomique et morphologique

L'anatomie externe du boeuf est décrite Fig. 18.

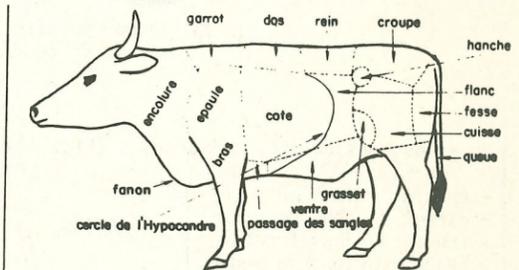


Fig. 18 : Régions supérieure et latérale du boeuf.

La coupe frontale de l'encolure faite au niveau de la sixième vertèbre cervicale (Fig. 19) montre bien la différence anatomique entre équidés et bovidés. Pour le cheval l'encolure, étroite au bord supérieur, s'élargit progressivement vers le bas. Selon le sexe la forme de l'encolure varie, l'encolure du mâle est plus massive et plus élargie en haut que celle du hongre ou de la jument.

Chez les bovidés le bord supérieur de l'encolure est très épais, les faces latérales sont presque verticales d'abord puis s'incurvent vers le bas. On observe

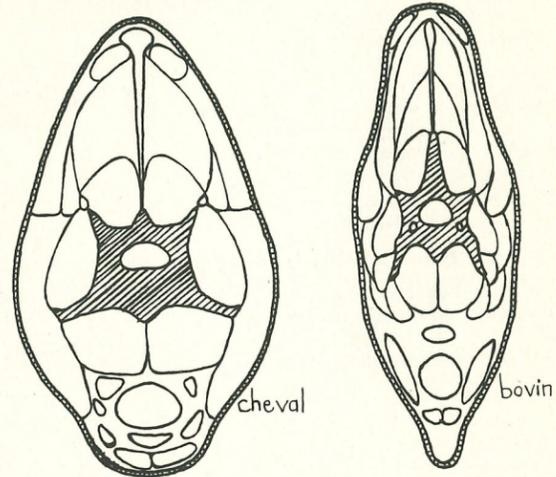


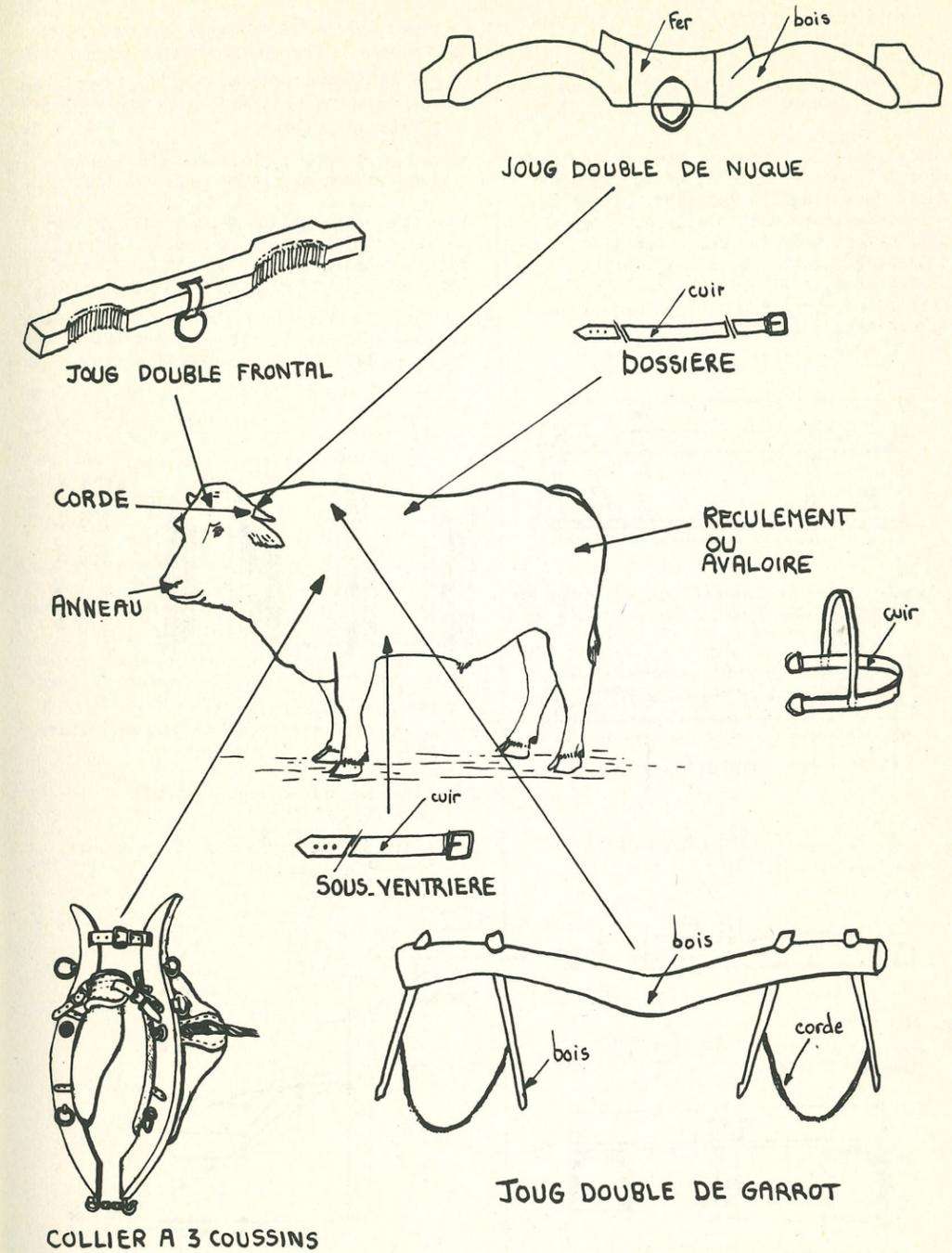
fig. 19: Coupe frontale de l'encolure faite au niveau de la sixième vertèbre cervicale.

On a les possibilités suivantes ; (Fig. 20)

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| - épaules / collier        | } TRACTION          |
| - garrot / joug de garrot  |                     |
| - front / joug frontal     |                     |
| - nuque / joug de nuque    |                     |
| - fesses / avaloire        | } REcul ET FREINAGE |
| - nuque / joug de nuque    |                     |
| - front / joug de front    |                     |
| - dos / dossière           | } PORTAGE           |
| - garrot / joug de garrot  |                     |
| - nuque / joug de nuque    |                     |
| - front / joug de front    |                     |
| - cloison nasale / anneau  | } GUIDAGE           |
| - oreille et corne / corde |                     |

le même type de variations selon le sexe que chez les équidés. Cette différence de conformation exclue l'utilisation d'une bricole qui comprimerait fortement la trachée artère.

La présence de cornes permet l'utilisation des jougs de tête. Historiquement l'attelage a évolué vers l'utilisation des épaules, du garrot, du front ou de la nuque pour la traction. Le dos peut assurer un portage, le guidage est assuré par un anneau dans la cloison nasale ou une corde passée autour de l'oreille.



Remarque : la zone de "passage des sangles" où l'on fait passer la ou les sous-ventrières permet de maintenir le harnais en place et de supporter un éventuel report de charge d'une charrette à deux roues.

Les bovidés sont classifiés en zébus (avec bosse) et taurins (sans bosse). Les zébus ont une encolure étroite et longue, peu musclée. Leur tête est longue, mince et lourde. Le joug de garrot semble mieux adapté.

Les taurins ont une encolure plus puissante, courte et une nuque épaisse. Leur tête est large, le cornage court et solide. Les jougs de tête (de nuque et de front) sont mieux adaptés (24).

Fig. 20 : DIFFERENTES POSSIBILITES ANATOMIQUES

Peu de travaux ont été réalisés sur l'effet du modèle de harnais sur les caractéristiques des animaux. Citons les principaux résultats (cf. annexe 1) obtenus en Inde par VARSHNEY, MISHRA, KUMAR, SINGA (25).

Les auteurs comparent 5 types de jougs de garrot (Fig. 21, 22, 23, 24) parmi lesquels deux jougs locaux (Fig. 21) et un modèle amélioré (Fig. 24). Les mesures sont effectuées avec des efforts de traction de 62, 105, 150, 210 kg. Elles portent sur la vitesse (km/h) le rythme respiratoire (nbre/mn), la température des animaux (°C), le pouls (nbre/mn) pour chaque effort.

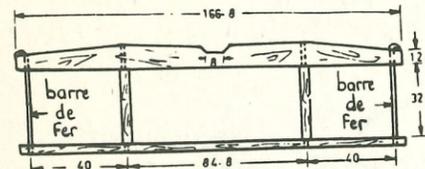


fig. 21 :

1. Joug de garrot local (TARAI) P = 8,5 kg
2. Joug de garrot local (KUMAON) P = 8 kg

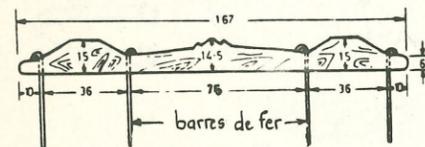


Fig. 22 :

3. Joug de garrot du "Western Uttar Pradesh" P = 7,5 kg

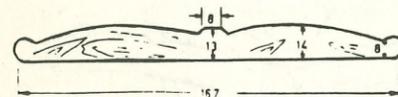


fig. 23 :

4. Joug de garrot du "Eastern Uttar Pradesh" P = 4,5 kg

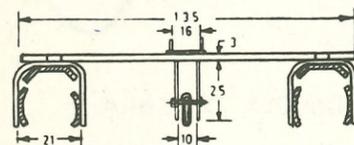


fig. 24 :

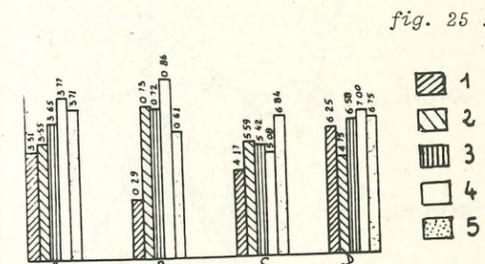
5. Joug de garrot en fer Modèle amélioré de Allahabad P = 16 kg

La comparaison des moyennes des résultats fait apparaître qu'un effort moyen conduit :

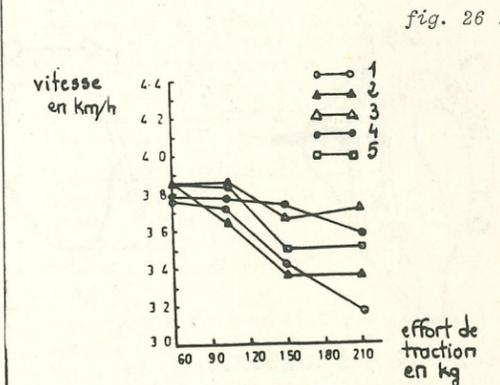
- pour le modèle 1 (local) : à l'augmentation minimum de la température du pouls et à la vitesse minimum.
- pour le modèle 2 (local) : à l'augmentation minimum du rythme respiratoire.

Pour une augmentation de l'effort demandé, l'animal augmente son pouls, son rythme respiratoire et sa température, et ceci selon le type de harnais considéré.

La synthèse des résultats pour un effort moyen nous donne l'histogramme suivant (moyenne des efforts de traction) :



- A = Vitesse moyenne (km/h)
- B = Augmentation moyenne de la température (°C)
- C = Augmentation moyenne du pouls (nbre/mn)
- D = Augmentation moyenne de la respiration (nbre/mn)



Dans ce cas les jougs de garrot de fabrication locale semblent donner de bien meilleurs résultats.

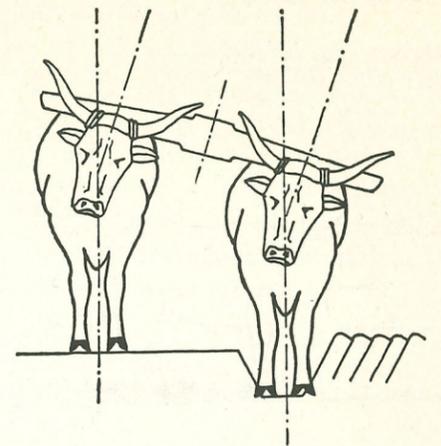
Le facteur vitesse est beaucoup plus difficile à interpréter ; l'animal soumis à un effort plus important diminue de vitesse mais peut être enclin à l'augmenter (coup de collier) pour un effort violent, et le diagramme des vitesses peut s'interpréter de façon contradictoire (Fig. 26). Soit l'animal diminue sa vitesse pour compenser l'effort de traction supplémentaire (cas du 1) mais il faudra un temps plus long pour travailler une parcelle, soit l'animal augmente sa vitesse pour les efforts élevés, avec ou sans l'aide du bouvier, mais se fatigue vite.

Pour déterminer l'adaptation ou l'inadaptation des harnais il faut donc procéder à des essais portant sur la vitesse, l'effort de traction et la puissance sur des durées plus longues (temps de travail journalier en conditions normales d'utilisation).

La comparaison entre joug de tête (nuque ou front) et joug de garrot fait apparaître plusieurs constatations :

- le joug de garrot laisse libre les mouvements de la tête, notamment le mouvement de balancier de la tête quand les animaux marchent.

Fig. 27 : Torsion de l'encolure due au joug double de nuque.



- par contre les jougs de tête maintiennent solidaires les deux têtes des animaux ce qui provoque deux torsions dans le cas d'un travail de labour ou d'un travail sur un terrain en pente ; une torsion verticale du cou telle que figurée Fig. 27 et une torsion horizontale du cou Fig. 28.

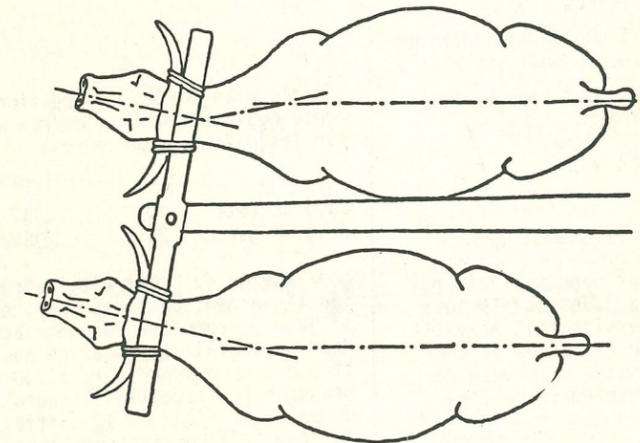


Fig. 28 : Déviation de l'encolure due au joug double de nuque.

4.1.2. Etude mécanique

Ringelmann (27) a décrit physiquement la traction des bovidés.

4.1.2.1. Joug de tête

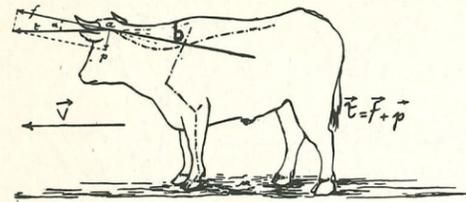


Fig. 29:

L'effort de traction  $t$  fourni par l'animal se décompose en deux forces :

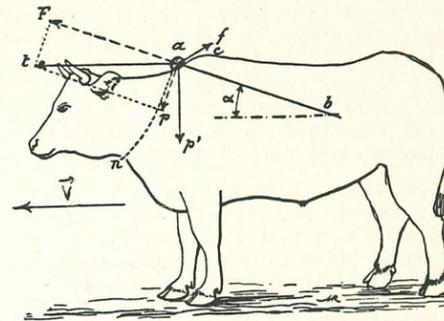
- $F$  dirigée selon la ligne de traction qui fait un angle  $\alpha$  avec le sol
  - $P$  perpendiculaire à  $F$  qui tend à appuyer sur la tête de l'animal.
- On a donc :  
 $F = t \cos \alpha$  et  $P = t \sin \alpha$

Avec le joug de tête et pendant l'effort la pression,  $P$  tend à appuyer sur la tête de l'animal ; cette pression fait travailler les muscles du cou (splenius et complexus), elle est transmise au niveau de  $b$  qui correspond à l'extrémité de l'épaule.

$P$  diminue avec  $\alpha$ . Au démarrage ou quand l'outil butte sur un obstacle, les animaux baissent la tête instinctivement ce qui diminue l'angle  $\alpha$  et donc la pression.  $\alpha$  est généralement voisin de  $10^\circ$ .

Pour un effort de traction de 120 kg on a une pression  $P$  de 21 kg. Le joug de tête impose donc un certain effort aux muscles du cou indépendamment du poids du joug.

4.1.2.2. Joug de garrot



$$\vec{t} = \vec{p} + \vec{F}$$

$$\vec{p} = \frac{1}{2} \text{ poids du joug} + \frac{1}{4} \text{ partie du poids du timon}$$

Fig. 30:

L'angle  $\alpha$  augmente, la pression  $P$  augmente également mais s'exerce à présent sur les pattes antérieures.

	$\alpha$	F (kgf)	P (kgf)
Joug de tête	$10^\circ$	117	20
Joug de garrot	$20^\circ$	112	41

L'existence de  $P$  est nécessaire pour le fonctionnement de l'attelage, elle empêche le joug de remonter la pente ac du garrot. Pour un travail qui n'exige pas une traction efficace supérieure à 230 kgf la pression  $P$  à laquelle s'ajoute une partie du poids du timon et la moitié du poids du joug ( $P'$ ) suffit à maintenir le joug en place. Mais si l'effort de traction augmente momentanément le joug tend à glisser en arrière. Il faut donc prévoir une attache sur le poitrail mais assez large pour ne pas comprimer la trachée artère.

4.1.2.3. Comparaison de différents harnais pour boeufs

Exemple 1 : Résultats obtenus en Bolivie

Dans une récente étude EMIGDIO A.C. SALAZAR (28) utilise le protocole décrit en annexe 2.

Les harnais testés sont les suivants :

- 1 - Joug double de nuque traditionnel : Fig. 31
- 2 - Joug double frontal : Fig. 32
- 3 - Joug double de garrot : Fig. 33
- 4 - Joug frontal simple bavarois : Fig. 34
- 5 - Collier : Fig. 36

Les mesures portent sur :

- la puissance maximum soutenue : puissance maximum déterminée par la charge limite maximum que la paire de boeufs peut tirer pendant 6 heures dans la journée.

- effort de traction maximum : charge maximum que les boeufs peuvent tirer sur une distance de 10 mètres.
- pour une paire de boeufs sur la comparaison des modèles 1, 2, 3, 4, 5.
- pour un boeuf sur la comparaison des modèles 4 et 5.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- pour une paire de boeufs :

	Joug double de nuque traditionnel	Joug double frontal	Joug double de garrot	Joug frontal bavarois	collier
Puissance en CV maximum soutenue en %	0,795	1,40	1,10	1,12	1,26
Force de traction maximum en kg	341,1	435,7	283	442,7	335,8
en %	100	127	83	130	98

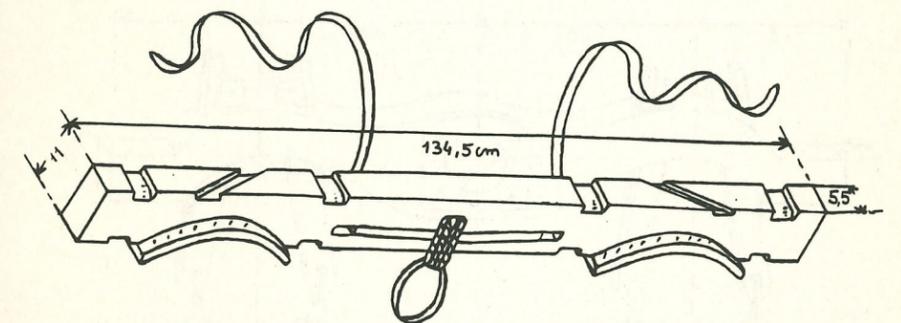


fig. 31 : Joug double de nuque traditionnel

1. JOUG DOUBLE DE NUQUE TRADITIONNEL

Origine : Espagne  
 Poids : 4,5 kg  
 Séparation des 2 boeufs : 84 cm  
 Matériaux : bois

2. JOUG DOUBLE FRONTAL

Origine : expérimental  
 Poids : 6,5 kg  
 Séparation des 2 boeufs : 85 cm  
 Matériaux : bois

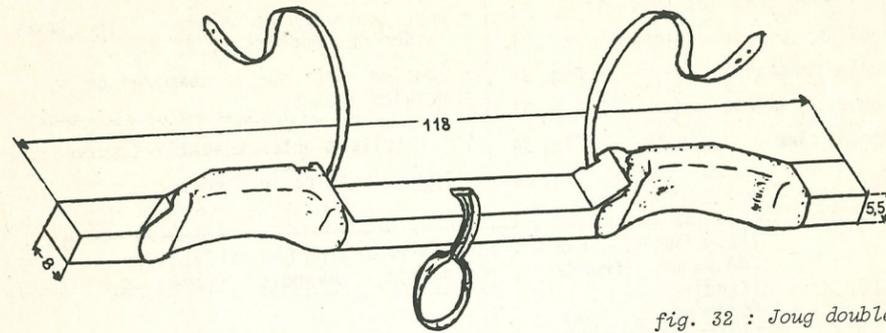


fig. 32 : Joug double frontal

3. JOUG DOUBLE DE GARROT

Origine : Suisse  
 Poids : 10,4 kg  
 Séparation des 2 boeufs : 81 cm  
 Matériaux : bois, cuir, fer.

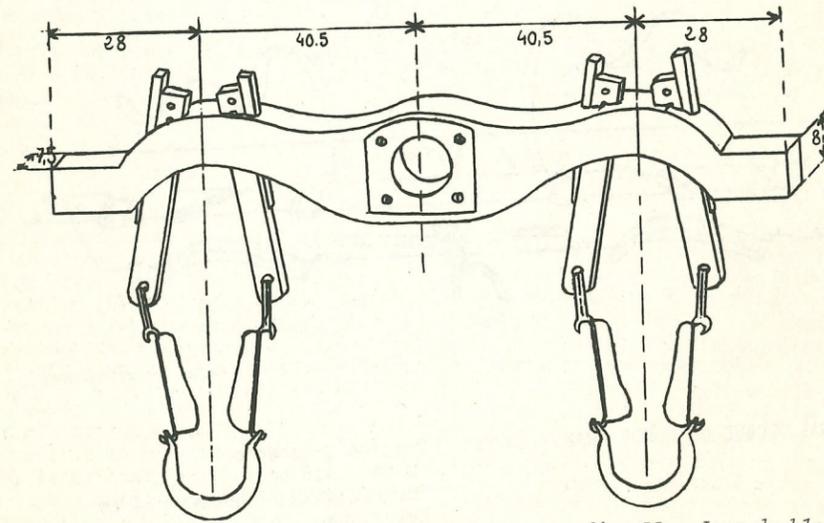


fig. 33 : Joug double de garrot

4. JOUG FRONTAL SIMPLE BAVAROIS

Origine : Bavière  
 Poids total pour 2 boeufs avec  
 palonnier : 19,9 kg  
 Matériaux : fer, cuir, bois  
 (joug en fer)

Fig. 34

Ceinture du joug (thorax) pour passer les traits

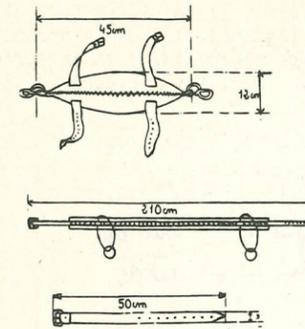


fig. 34 : Joug frontal simple bavarois

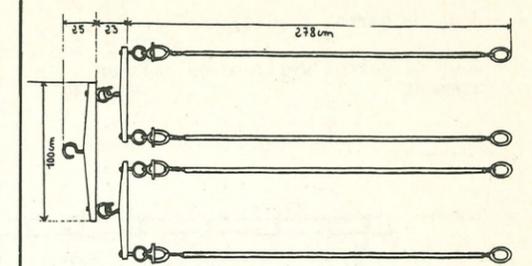


Fig. 35

Traits et palonniers du joug pour 2 boeufs

5. COLLIER

Origine : Suisse  
 Poids total : 9,6 kg  
 ( 5,5 kg collier)  
 Matériaux : fer,  
 bois, cuir

Fig. 36

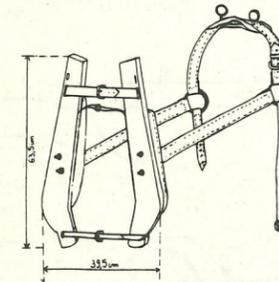


fig. 36 : Collier

Le joug double frontal et le collier permettent la puissance maximum. Le joug double frontal et le joug frontal simple bavarois permettent la force de traction maximum.

- pour un boeuf :

Le collier permet au boeuf de marcher plus vite, la puissance maximum est donc plus élevée.

Pour la force de traction maximum la com-

paraison des deux harnais est difficile car elle dépend beaucoup de l'adaptation de l'animal aux harnais. L'auteur souligne l'inadaptation des deux modèles pour les efforts violents.

Il est regrettable que les essais n'aient pas eu lieu également sur un sol en pente car la supériorité du joug frontal aurait été sûrement moins flagrante.

Sur sol plat l'utilisation du joug frontal semble intéressante.

Exemple 2 : Résultats obtenus au Bangladesh

MAINUL, HOSSAIN, et HUSSAIN (29) comparent cinq modèles de jougs de garrot :

- 1 - Joug de garrot traditionnel en bambou Fig. 37
- 2 - Joug de garrot traditionnel en bois Fig. 38
- 3 - Joug de garrot amélioré en bois uniquement Fig. 39

- 4 - Joug de garrot amélioré en bois + fibre de noix de coco + raxin Fig. 40
- 5 - Joug de garrot amélioré en bois + coton + cuir Fig. 41

Les mesures portent sur la vitesse de travail (m/s), la puissance (CV), l'effort unitaire (kg/cm<sup>2</sup>), l'énergie produite par la paire de boeufs (kw/h) et la surface travaillée (ha), sur une durée de 5 heures.

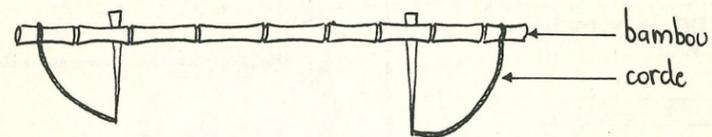


fig. 37 : Joug de garrot traditionnel en bambou

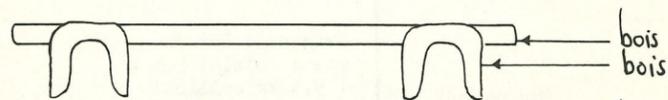


fig. 38 : Joug de garrot traditionnel en bois

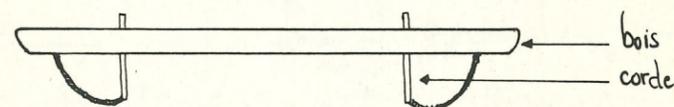


fig. 39 : Joug de garrot amélioré en bois uniquement

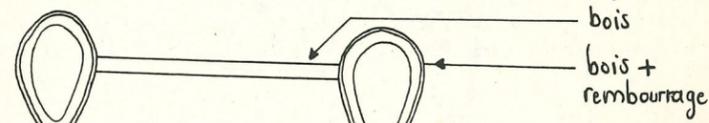


fig. 40 : Joug de garrot amélioré bois + fibre de coco + raxin

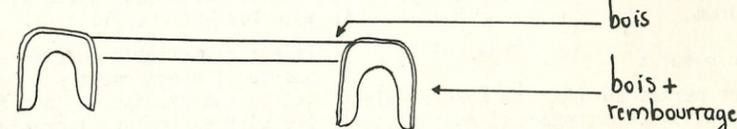


fig. 41 : Joug de garrot amélioré bois + coton + cuir

Les résultats obtenus sont les suivants (les résultats complets figurent en annexe 3) :

- la vitesse de traction est améliorée avec le harnais n°5 ; en début d'essai 1,40 m/s contre 0,6 à 0,8 m/s pour les autres modèles, à la fin de l'essai 0,79 m/s contre 0,50 à 0,60 m/s pour les autres modèles.
- la puissance est également améliorée avec le modèle 5 :

PUISSANCE (CV)		
Modèle	Début de l'essai	Fin de l'essai
1	0,65	0,38
2	0,66	0,52
3	0,65	0,47
4	0,57	0,49
5	1,03	0,68

- l'effort unitaire (kg/cm<sup>2</sup>) qui correspond à l'effort de traction rapporté à l'unité de surface de la section de terre travaillée, est moins élevé avec le modèle 5. Fig. 42
- l'énergie produite est plus élevée avec le modèle 5.

- surface travaillée, au bout de 5 heures de travail nous avons :

- modèle 1 : 0,18 ha
- modèle 2 : 0,15 ha
- modèle 3 : 0,17 ha
- modèle 4 : 0,19 ha
- modèle 5 : 0,20 ha

Le gain peut être très appréciable : ainsi avec le modèle traditionnel 2 il faut 6,5 jours pour cultiver un hectare, avec le modèle amélioré 5 il ne faudra que 5 jours.

- Les essais ont été effectués sur différents types de sols : sol dur, sol herbeux, sol cultivé. La force de traction et la puissance se sont également révélées plus élevées avec le modèle amélioré 5.

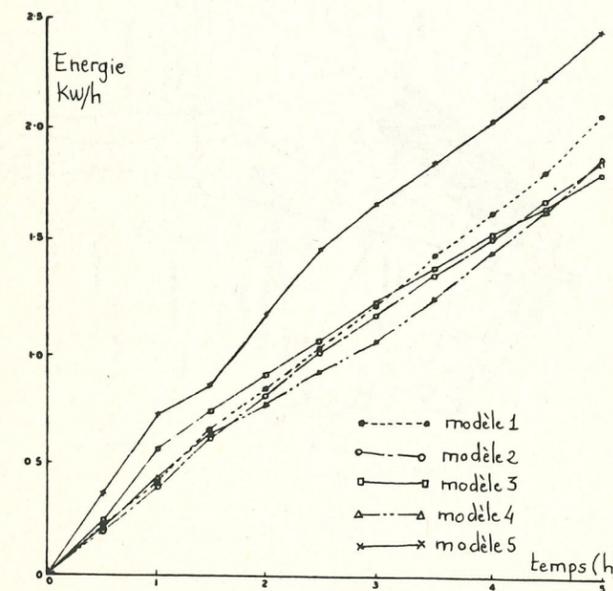
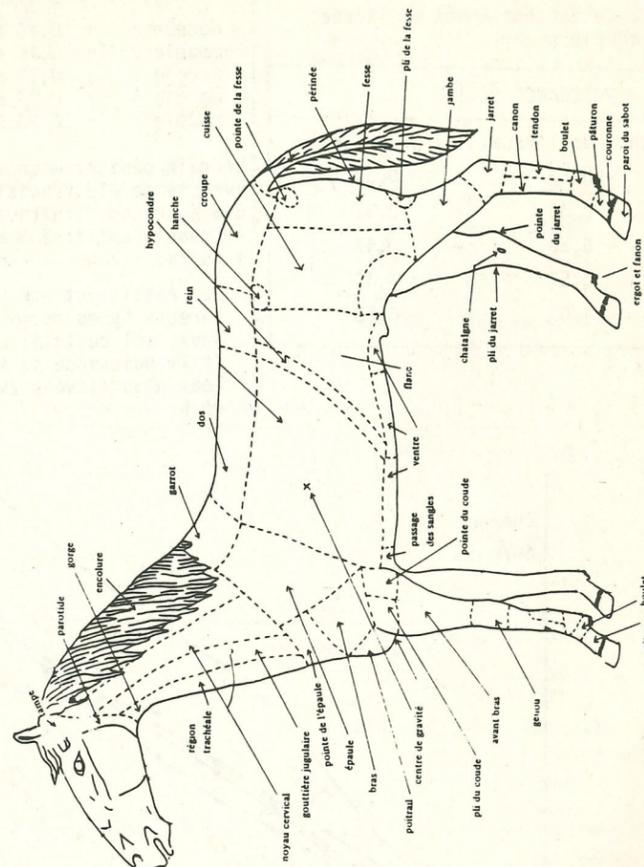


fig. 42 : Energie produite selon le modèle de harnais utilisé

Fig. 43 - Anatomie externe du cheval



4.2. LES EQUIDES

4.2.1. Etude anatomique et morphologique

L'anatomie externe du cheval est décrite Fig. 43. Quelques particularités morphologiques des chevaux ont des implications pratiques sur la conception des harnais (30) :

- les sabots s'usent très vite sur des sols durs, il faut donc les ferrer pour une utilisation sur route.
- la dentition du cheval ne comporte pas de canines (Fig. 44). Cet espace libre nommé barre permet l'utilisation du mors. Le mors appuie sur la gencive et la langue.
- le cheval peut se déplacer à trois allures ; pas, trot, galop. En utilisation agricole seuls les deux premiers nous intéressent.

Le déplacement au pas se fait de la façon suivante : PG, AG, PD, AD

P = postérieur, A = antérieur, G = gauche, D = droit

C'est l'allure des travaux agricoles. Ce mouvement provoque un balancement des épaules et un mouvement du poitrail qui justifiera dans certains cas l'utilisation d'un palonnier, c'est le cas pour la bricole.

Le déplacement au trot se fait comme suit : PD-AG, PG-AD

deux membres étant déplacés en même temps ; ce mouvement ne conduit pas à un déplacement du centre de gravité, c'est l'allure idéale pour les charrettes.

- le recul n'est pas un mouvement naturel chez le cheval comme chez les autres animaux.

La détermination des meilleures zones anatomiques pouvant capter l'énergie du cheval s'est effectuée empiriquement, nos ancêtres ont conçu des harnais utilisant des zones anatomiques très variables.

- la zone de passage des sangles où l'on fait passer la ou les sous-ventrières permet de maintenir le harnais en place et de supporter un éventuel report de charge d'une charrette à deux roues.

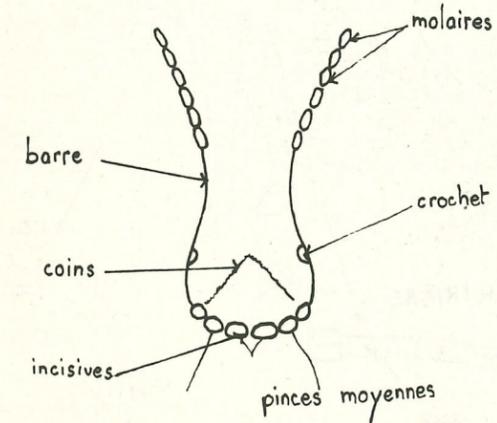


fig. 44 : Mâchoire du cheval : 20 dents par mâchoire chez le cheval et 16 chez la jument (cette dernière n'a pas de crochets).

On a maintenant les possibilités suivantes (Fig. 45)  
 Poitrail / bricole } → TRACTION  
 Epaulés / collier }

Fesses / avaloire → REcul ET FREINAGE  
 Dos / dossière → PORTAGE  
 Barre / mors → GUIDAGE

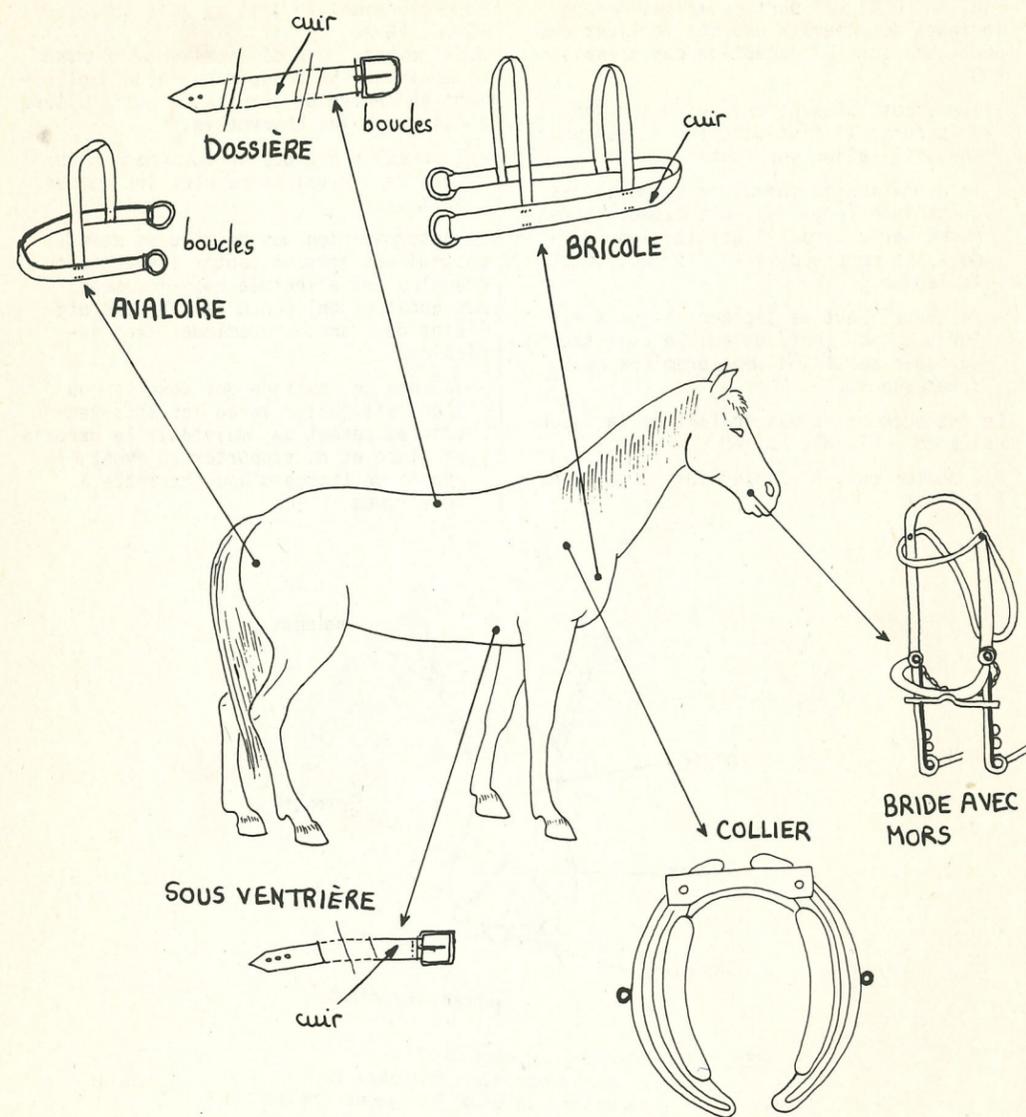


Fig. 45 : Différentes possibilités anatomiques

4.2.2. Etude mécanique

La supériorité du collier sur la bricole est démontrée en France par LAVALARD (31). "Le collier bien ajusté facilite le travail du cheval, nous l'avons démontré par des expériences dynamométriques. Ainsi sur deux lignes de tramways ayant un parcours commun nous avons attelé les mêmes chevaux conduits par le même cocher. Dans la première, les chevaux avaient des colliers, dans la seconde des bricoles. Les efforts de démarrage ont donné en faveur du tirage au collier une différence très notable ; tandis que aux mêmes endroits, attelés avec des colliers, les chevaux ont fait pour démarrer des efforts de 300 à 400 kg, avec des bricoles ces chiffres atteignent 450, 500 et 600 kg. D'où nous pouvons conclure que le tirage au collier est bien préférable au tirage à la bricole, ce qui est largement démontré par la pratique de chaque jour".

Au Sénégal la comparaison des mesures de l'effort maximum instantané pour un âne attelé à la bricole ou au collier ne montre pas de différence appréciable (32). Dans l'essai la moyenne de l'effort de traction de toutes les mesures faites avec le collier est de 216 kg pour 222 kg avec la bricole.

En règle générale les différents auteurs s'accordent pour attribuer une supériorité du collier sur la bricole.



4.3. LES ATTELAGES MULTIPLES

L'efficacité d'un attelage diminue avec le nombre d'animaux. Cette baisse de rendement de l'attelage dépend également de la disposition des animaux.

Selon le mode d'attelage nous aurons une efficacité différente. Exemple : considérons un attelage de six chevaux où chaque cheval fournit un effort de 90 kg.

Rendement de l'attelage (33)

Nombre de bêtes	Rendement	Travail utile de l'attelage
1	1	1
2	0,93	1,86
3	0,85	2,55
4	0,77	3,08
5	0,70	3,50
6	0,63	3,79
7	0,56	3,92
8	0,49	3,92

Pour 6 chevaux attelés en ligne nous avons :  $90 \times 6 \times 0,63 = 340,2 \text{ kg}$

Pour 3 paires de chevaux nous avons : pour une paire  $90 \times 2 \times 0,93 = 167,4 \text{ kg}$  pour trois paires :

$167,4 \times 3 \times 0,85 = 426,87 \text{ kg}$  soit un gain de 86 kg, la supériorité de l'attelage par paire est très nette. Dans certains cas il peut être intéressant de développer les attelages multiples pour pallier une insuffisance de force de traction, et il convient chaque fois que c'est possible d'atteler les animaux de front par paire, ainsi l'utilisation de la force de traction est bien meilleure qu'avec une attelée en file.

Attelage en file

Dans le cas d'un attelage en file il faut chercher à fixer les traits dans l'axe de traction. Dans le cas inverse (Fig. 46) on aura une déperdition de la force de traction du limonier (ou premier cheval dans la file).



Fig. 46 : ATTELAGE EN FILE

Dans le cas d'une charrette : l'extrémité des brancards des charrettes est généralement ferrée (moufle) et porte un anneau. Les moufles servent à accrocher les traits du cheval qui précède le limonier (cheval placé dans les brancards).

Dans le cas de deux animaux attelés en file, par exemple pour un travail de sarclo-binage, on aura ainsi intérêt à atteler chaque animal avec une paire de traits le reliant directement à l'appareil. Il faut prévoir dans tous les cas une suspente (ou dossière) réglable en longueur.

Le principal inconvénient de l'attelage en file se fait sentir lors des virages.



4.4. TRACTION ANIMALE POUR L'ELEVATION DE L'EAU

4.4.1. Les systèmes à va-et-vient

4.4.1.1. Le système traditionnel Delou

Le système Delou utilisé par les nomades pour abreuver leur troupeau est le suivant (Fig; 47).

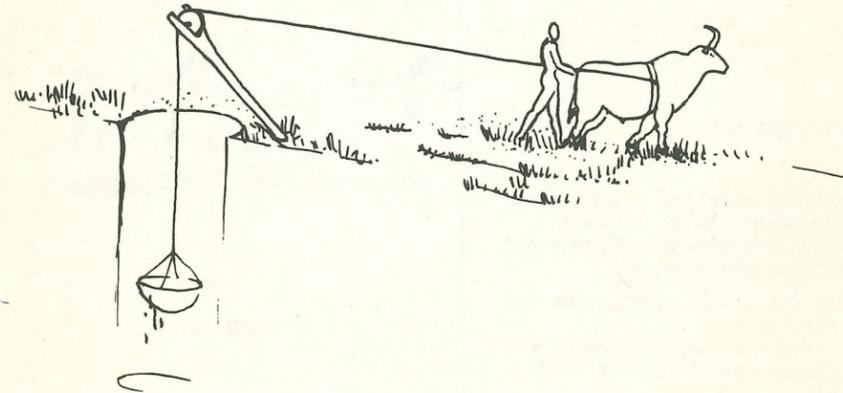


fig. 47 : Le système délou

L'animal est attelé de la façon la plus simple avec une corde passant autour du thorax juste derrière les pattes antérieures, ce qui ne gêne pas trop la respiration. Cette corde bien serrée ne peut pas glisser du fait de la conformation du thorax. Le diamètre du thorax au niveau de l'hypocondre est supérieur à celui situé à proximité des pattes antérieures.

Ce harnais provoque d'inévitables frottements sur la peau de l'animal et l'oblige à un déplacement légèrement latéral (Fig. 48). C'est cependant un système extrêmement simple qui permet les demi-tours rapides de l'animal. Parfois deux ânes sont attelés ensemble. Les améliorations possibles sont l'usage de traits et palonnier avec une dossière pour maintenir les traits ou un harnais plus complet avec avaloire dossière, sous-ventrière.

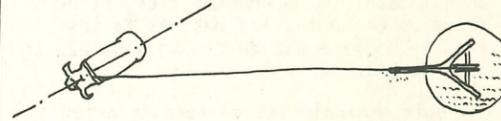


fig. 48 : Le système délou (vue de dessus)

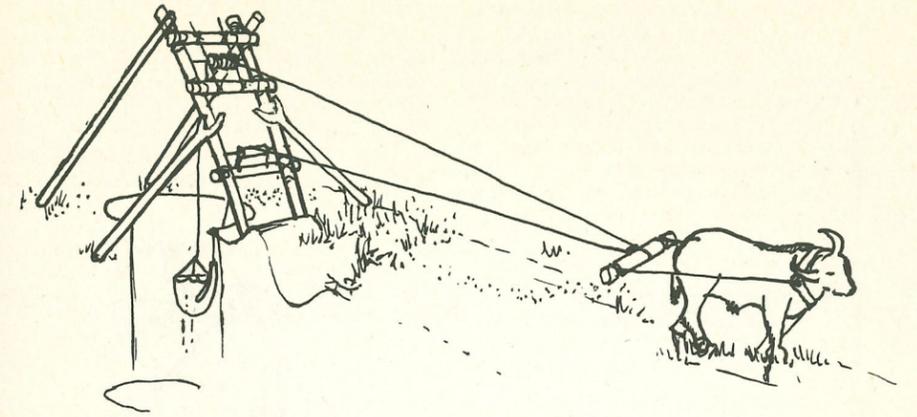


fig. 49 : Le système Takarkart.

Le système Delou à vidange automatique, de son nom tourarègue TAKARKART, est le suivant : Fig. 49.

L'animal tire deux cordes, celle accrochée sur la manche de l'outre est plus courte, en fin de course l'outre est tendue et se déverse automatiquement. (Fig. 50).

L'animal est attelé avec une bricole, deux traits et un palonnier. Pour les zébus la traction s'effectue surtout par la sangle de garrot.

On ajoute parfois une dossière pour maintenir les traits et éviter que l'animal ne se prenne les pieds dedans. La trajectoire de l'animal est celle d'un huit afin de croiser et décroiser les traits (Fig. 51).

Les améliorations possibles portent sur l'utilisation d'un collier ou d'une bricole fortement rembourrée car les paysans se plaignent des dommages provoqués sur la cage thoracique des animaux après deux ou trois campagnes d'irrigation.

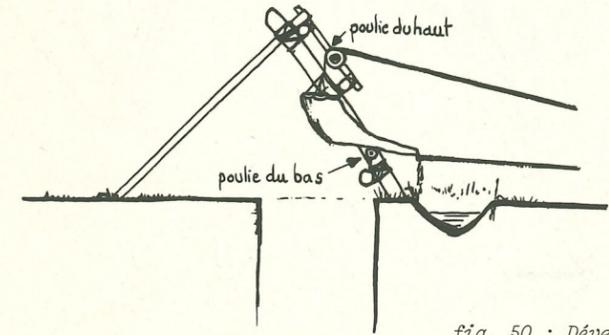


fig. 50 : Déversement automatique

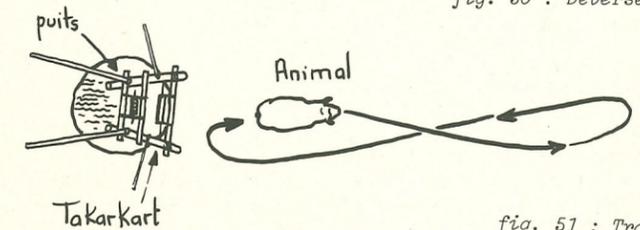
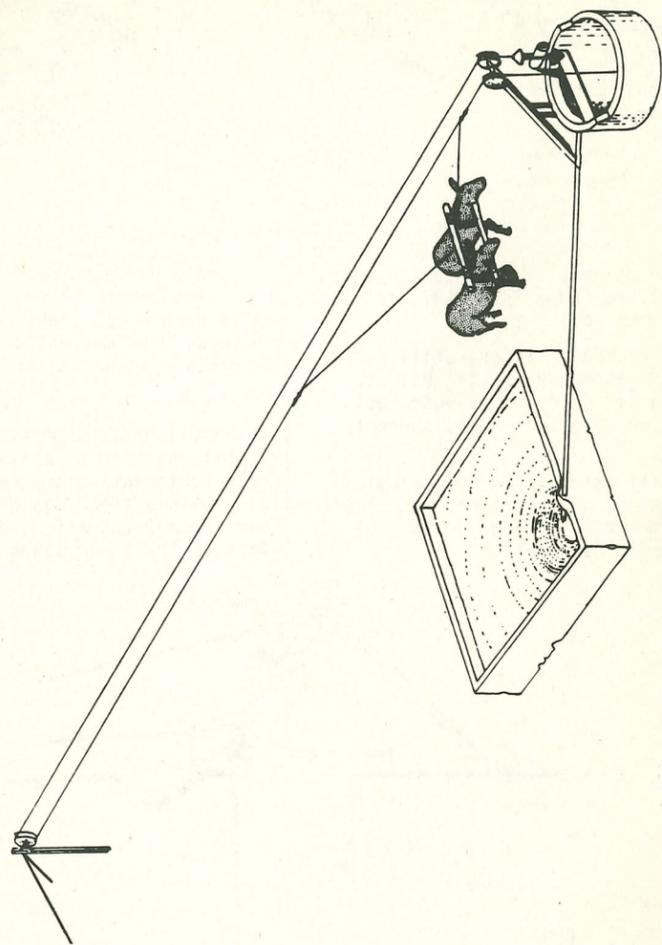


fig. 51 : Trajet de l'animal

Fig. 52 (D'après J. SARDA Mises au point et expérimentations d'un équipement de pompage à traction asine)



4.4.1.2. Le système amélioré Guéroult

C'est un système expérimental au Sénégal (34). Le matériel utilisé est décrit Fig. 52. L'attelage est constitué de deux ânes. Deux solutions sont possibles :

- utiliser le harnais de poitrail classique (bricole) avec traits et double palonnier.
- utiliser le joug de garrot.

L'attelage, bricole + traits et palonnier, n'est pas envisageable car lors du demi-tour de l'attelage le câble exerce des poussées latérales qui déplacent le palonnier. La meilleure solution semble être celle du joug de garrot. L'auteur a mis au point un harnais constitué d'un joug de garrot combiné au collier d'épaule en s'inspirant des modèles utilisés dans le sud-ouest de la France (Fig. 53).

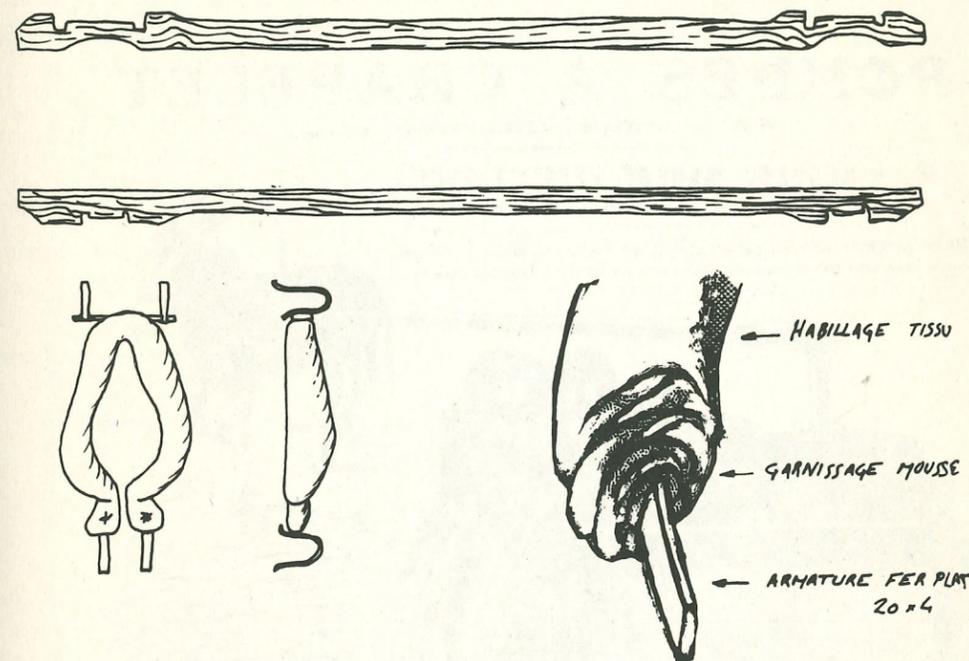


Fig. 53 : JOUG DE GARROT COMBINE AU COLLIER D'EPAULE

4.4.2. Les manèges

Dans ce type de manège les problèmes sont les suivants :

- l'animal se déplace sur une trajectoire circulaire, ce qui lui donne le "tournis".

Les paysans qui utilisent ce genre de manège ont un moyen (tissu...) pour cacher totalement la vue à l'animal, ce qui évite le tournis et évite de suivre l'animal. La personne s'occupant du manège, généralement un enfant, a juste à rappeler à l'animal sa présence de temps en temps pour que celui-ci conserve toujours le même rythme (Fig. 54).

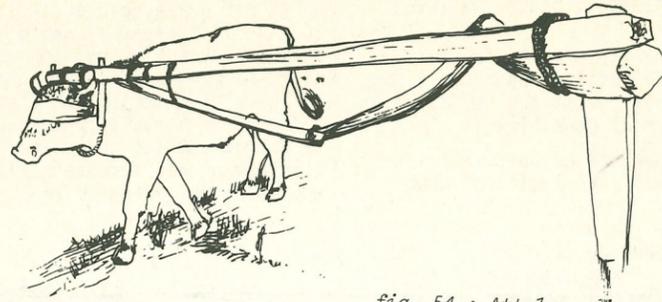


fig. 54 : Attelage d'un animal au manège

## POMPES A CHAPELET

Pour Puits, Citernes, etc.

N° 86. -- NOUVEAU MANÈGE PERFECTIONNÉ  
AVEC 1 OU 2 CORPS DE POMPE A CHAPELET ACCOUPLES

Le Manège peut être actionné par un cheval, un âne ou un mulet à volonté.  
Les prix marqués d'un astérisque comprennent un manège à double attelle

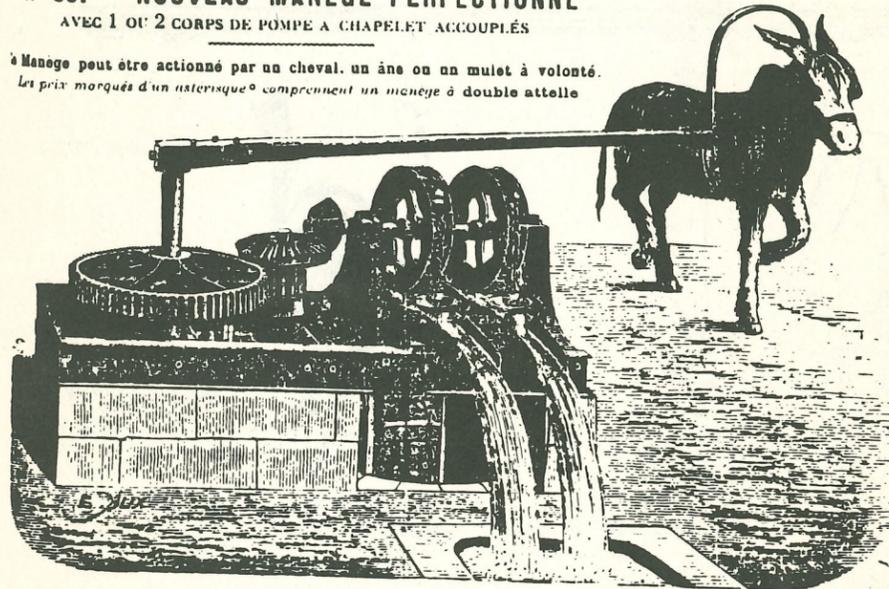


fig. 57 : Attelage au manège par berceau en bout d'arbre

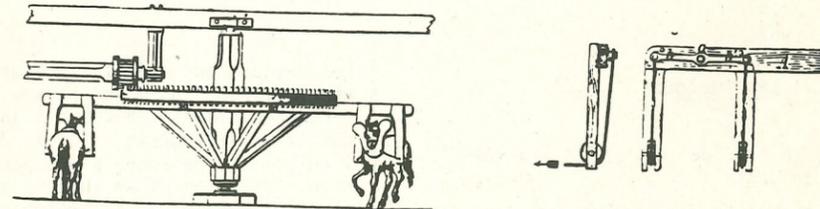


fig. 58 : Dispositif de compensation des efforts de traction sur les traits

- au niveau mécanique : le mode d'attelage doit permettre une optimisation de la force de traction. Il faut pour cela que l'animal se déplace continuellement sur la tangente au cercle décrit. La solution employée en Egypte (35) est de faire un attelage en triangle dont le troisième côté peut être souple (corde, chaîne) ou rigide, le point d'attache étant situé au garrot. Ce mode d'attelage guide continuellement l'animal sur la tangente au cercle (Fig. 55 et 56). Mais on peut se demander si cette solution est la meilleure pour les équidés qui tirent mieux avec les épaules et le poitrail qu'avec le garrot, les solutions utilisant un berceau en bout d'arbre semblent mieux adaptées (Fig. 57). On peut également réaliser un mécanisme qui compense la force de traction différente sur les deux traits (Fig. 58).

D'un point de vue physique nous avons :

Dans la Figure 54 :

$$P = M \cdot W = F_T \cdot r \cdot 2 \pi N = F r 2 \pi \cos \alpha$$

avec P = puissance (watt)

M = moment (mN)

w = vitesse angulaire (rd/s) =  $2 \pi N$

N = nombre de tours/seconde

r = rayon (m)

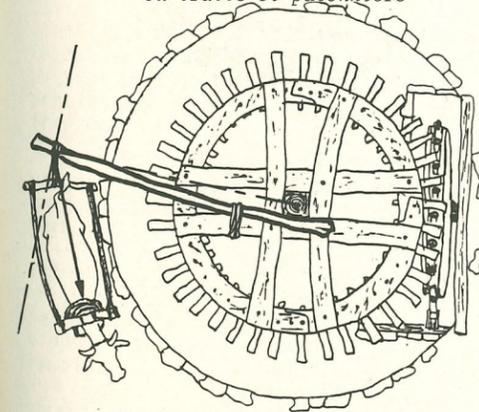
$F_T$  = force tangentielle =  $F \cos \alpha$  (N)

$\alpha$  = angle formé par l'axe de déplacement et la tangente au cercle (degré).

Dans la Figure 55 :

$$P = M w = F_T r 2 \pi N$$

fig. 55 : Attelage au manège par brancards ou traits et palonniers



Ringelmann (36) a déterminé expérimentalement l'efficacité comparée d'un travail en ligne droite et d'un travail circulaire : soit F l'effort moyen en kg qu'un animal fournit et V la vitesse moyenne en m/s pour ce travail, pour une traction en ligne droite.

L'effort f et la vitesse v qu'il peut prendre au manège ont pour valeur en fonction de F et V

$$f = 0,8 F \quad \text{et} \quad v = 0,85 V$$

Par ailleurs le rendement mécanique des bons manèges varie de 75 à 80 %.

Pour un même moteur on aura donc :

$P = F \cdot V$  dans une ligne droite

$P = 0,80 \times 0,85 \times 0,80 FV = 0,544 FV$

dans un cercle soit environ la moitié de la puissance développée en ligne droite.

Dans le cas d'utilisation de plusieurs animaux, il faudra en plus tenir compte du manque de simultanéité des efforts : coefficient 1,86 pour 2 animaux, 2,55 pour 3 animaux...

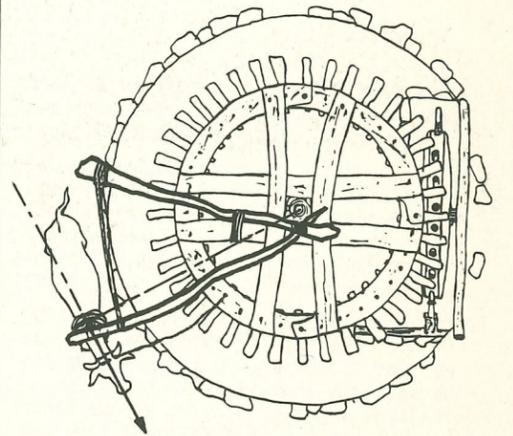


fig. 56 : Attelage au manège par joug de garrot

## 5. Conception

Il existe un ensemble de règles à respecter pour fabriquer un harnais. La première question à résoudre est de définir la fonction que l'on souhaite lui voir remplir.

### 5.1. UTILISATION DU HARNAIS

C'est le critère le plus important pour la conception du harnais en milieu rural. On peut être confronté à deux types de problèmes ; le travail agricole et le transport.

Avec le travail agricole le harnais doit remplir les fonctions de traction et de guidage, et éventuellement de portage, plus précisément :

Opérations	Fonctions à remplir
labour, semis binage, sarclage récolte	traction et guidage traction, guidage traction, guidage, éventuellement portage

Avec le transport le harnais doit remplir les fonctions de traction, guidage, portage, freinage et recul.

Le recul peut être assuré par un ou plusieurs animaux au sein de l'attelage il faut alors une liaison quelconque entre l'animal et le véhicule pour assurer cette fonction (avaloire, timon + palonnier avant...).

Le freinage peut être assuré par l'animal et/ou le véhicule. Il faut noter qu'il est généralement plus agréable pour un animal de tirer légèrement dans une descente que de retenir le véhicule, surtout pour des femelles gravides, on aura avantage à rouler avec les freins légèrement serrés.

## 5.2. REGLES GENERALES

A partir des résultats obtenus dans le chapitre précédent nous pouvons émettre un certain nombre de recommandations à observer pour concevoir un harnais. Il doit :

- s'adapter à la forme de la partie du corps qui travaille
- s'adapter à différents animaux si possible
- permettre la liberté de mouvement des animaux, mouvements naturels tels que le balancement de la tête, le déplacement du poitrail, la respiration et la circulation sanguine, les mouvements de défense contre les mouches et les insectes.
- éviter de blesser l'animal et ne pas peser trop lourd
- être facile à poser et à enlever
- permettre le guidage des animaux
- absorber une partie des chocs
- être simple de fabrication, peu coûteux, avec des matériaux de qualité peu coûteux et se trouvant facilement.
- tenir compte du fait que le portage se fait mieux sur le dos que sur le garrot
- Pour les bovidés :  
Le joug doit s'adapter à la forme du garrot, de la nuque ou du front. Le point d'attache de l'engin tracté doit être situé le plus bas possible. Le joug doit être rigide pour assurer la coordination entre les animaux, en particulier les jougs extensibles ne s'avèrent pas très solides. Dans le cas du labour un joug ne doit pas être trop large pour que lorsqu'un des deux animaux marche dans la raie la charrue travaille une largeur de terre correcte. Dans le cas inverse une partie du sol ne sera pas travaillée.



## 5.3. CONCEPTION ET FABRICATION DES HARNAIS EN FRANCE

## 5.3.1. Le joug de nuque

Pour fabriquer un joug de nuque le joug-tier réalise une véritable sculpture. Le processus est le suivant (37) :

Le bois fourni par le propriétaire est coupé et mis dans l'eau pendant un an.

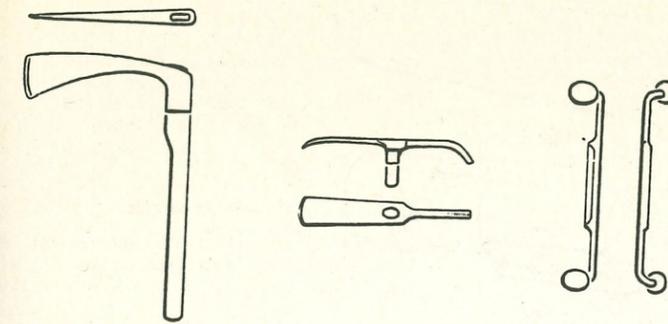
Ceci le conserve "en vert" et le protège des insectes. Dans le cas décrit la bille de bois mesure 45 cm de diamètre et 142 cm de long. La fabrication passe par trois étapes : le dégrossissage à la hache, le travail à l'herminette gouge, l'essayage et la finition. Ces trois opérations prendront un temps plus ou moins long selon le joug-tier. L'outillage du joug-tier est très réduit, il comprend (Fig. 59 et 60) :

- 1 hache
- 1 herminette gouge
- 1 plane à demi-biseau
- 2 genouillères
- 1 scie passe-partout
- 1 vilebrequin à tête carrée
- 1 mètre pliant
- 1 pierre à aiguiser

Le joug-tier mesure sur les animaux la largeur des nuques et la reporte sur la bille de bois par un trait de scie. Le joug-tier laisse également une distance suffisante entre les deux boeufs pour éviter qu'ils ne se gênent au niveau de l'abdomen. Il compte généralement 10 à 15 cm au niveau de l'abdomen, ce qui conduit à une entraxe des boeufs de 80-90 cm selon la race et la corpulence des animaux. Il tient compte des particularités des animaux notamment dans la position des cornes, le trou central pourra également être désaxé si les animaux ont des forces très différentes. Les étapes de fabrication sont :

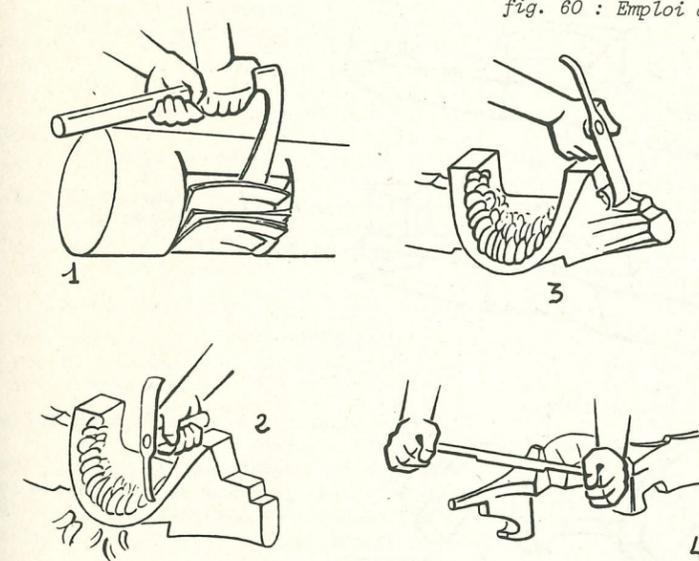
- l'équarissage vers l'arrière qui donne au joug une légère courbure qui le rendra plus solide (Fig. 61).
- le dégagement du passage des nuques (Fig. 62).
- l'évasement de la partie médiane face antérieure (Fig. 63).

fig. 59 : Outillage du joug-tier



1. Hache
2. Herminette à gouge
3. Plane à demi-biseau

fig. 60 : Emploi des outils du joug-tier



1. Dégrossissage à la main
- 2.3. Travail à l'herminette gouge
4. Travail à la plane

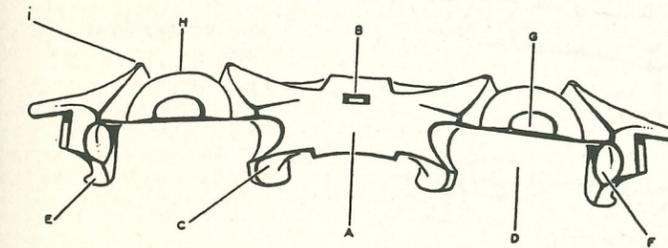


fig. 68 : Le joug terminé

- A. Partie médiane
- B. Trou pour faire passer la courroie
- C-E. Passage des joucles
- D. Emplacement de la tête de l'animal
- F. Emplacement des cornes
- G. Dessus du joug sur le front des bêtes
- H. Partie arrière du dessus du joug
- I. Arrêt des joucles sur la coiffe
- J. Arrêt des joucles aux extrémités.

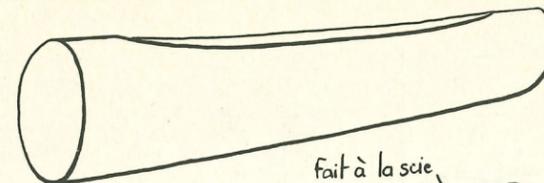


Fig. 61

Equarrissage vers l'arrière (pour faire une légère courbure et rendre le joug plus solide)

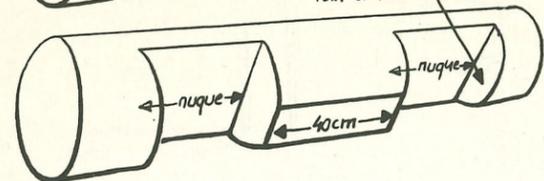


Fig. 62

Dégagement du passage des nuques

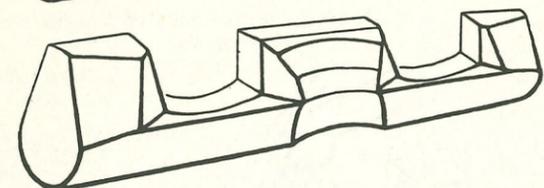


Fig. 63

Evasement de la partie médiane face antérieure

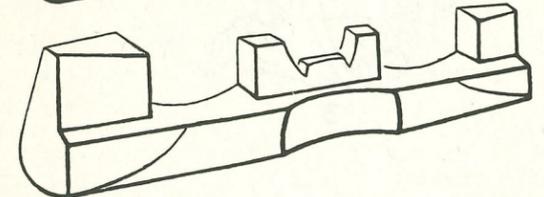


Fig. 64

Evasement de la partie médiane du dessous. Réduction d'épaisseur, partie inférieure et antérieure.

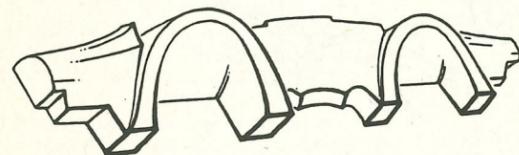


Fig. 65

Aménagement du dessus du joug pour faire passer les joucles

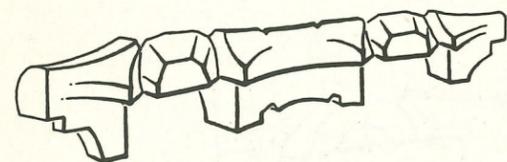


Fig. 66

Dégagement du dessus du joug

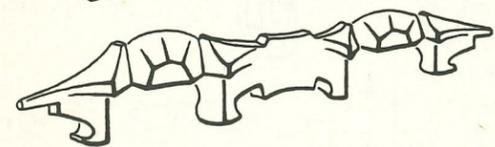


Fig. 67

Taille des embouts

1m  
ETAPES DE LA FABRICATION DU JOUG DE NUQUE

- l'évasement de la partie médiane du dessous (Fig. 64) avec réduction de l'épaisseur des parties inférieures et antérieures.
- l'aménagement du dessus du joug pour faire passer les joucles (Fig. 65).
- le dégagement du dessus du joug (Fig. 66).
- la taille des embouts (Fig. 67).

A l'essayage le joug ne doit pas toucher le sommet de la nuque car il y aurait risque de blessure à cet endroit en reculant.

Le joug est flambé et enduit d'huile. L'ensemble du processus dure 8 heures pour un bon ouvrier. Les artisans jougiers fabriquaient jusqu'à 200 à 250 jougs par an.

Les accessoires du joug sont :

- les joucles en cuir longues de 7 m qui sont soit découpées circulairement dans du cuir, soit des lanières de cuir cousues bord à bord.
- l'attache des anneaux
- les anneaux : 2 de 25 cm de diamètre, réalisés en cuir tressé, en métal ou en bois tressé.

Le joug terminé est représenté en Fig. 68.

Pour utiliser cette technique dans un projet de traction animale, il semble nécessaire de simplifier le processus de fabrication à l'extrême en gardant les fonctions du joug : passage des joucles, attache du timon, solidité. La technique est mieux transférable dans une zone où certains artisans ont déjà l'habitude de travailler le bois : fabrication de pilon et mortier, pirogue...

En pratique on retiendra les deux mesures à prendre sur un joug de tête : largeur de la nuque ou du front et longueur de l'entraxe des boeufs (distance entre les deux axes des boeufs).

### 5.3.2. Harnachement pour équidés

Les normes retenues en France pour le dimensionnement des pièces de harnais

pour chevaux, ânes, ou poneys figurent en annexe 4. La sous-ventrière de selle et l'attache de la croupière doivent être serrées sur l'animal. Par contre la fessière, la sous-gorge et le collier sont portés lâches.

Pour le reculement on doit pouvoir passer une main en travers entre la fessière et les fesses de l'animal. La sous-gorge de la bride doit être lâche afin de ne pas gêner la respiration.

On considère généralement que le haut du collier doit dépasser le garrot de quelques centimètres et qu'en bas du collier une main peut passer en travers.

Pour la fabrication du collier les bourreliers prennent la mesure de hauteur d'encolure au droit de l'épaule, entre le haut du garrot et le bas du poitrail et pour la largeur, soit la plus grande largeur au niveau des épaules, soit la largeur à 13 cm du bord inférieur de l'encolure et à 13 cm du bord supérieur de l'encolure (Fig. 69) (38).

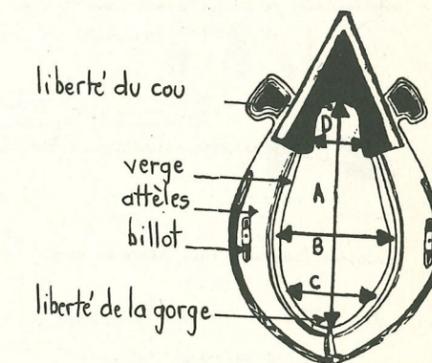


Fig. 69 : Mesures à prendre sur un collier

- Solution 1 : A et B
- Solution 2 : A, C et D
- Solution 3 : A, B, C, D (meilleure solution)

- A : Hauteur
- B : plus grande largeur
- C : largeur à 13 cm du bas du collier
- D : largeur à 13 cm du haut du collier

(Fig. 69 à 81 d'après Y. CATEL : film "Le collier")

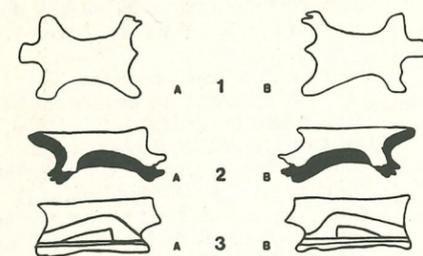
Les étapes de la fabrication d'un collier type "camion" sont décrites dans les figures suivantes où nous faisons également figurer le matériel nécessaire.

Les matériaux utilisés sont le bois, le fer, le cuir et la paille de seigle. Les attelles en bois peuvent être cintrées à chaud ou après humidification ; plus généralement elles sont coupées dans la masse et ferrées pour éviter l'éclatement du bois.

L'outillage est spécialisé (annexe 5) Le processus est le suivant (39) :

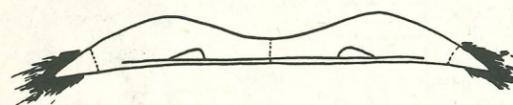
- couture du corps de collier (Fig. 70) : c'est une étape importante notamment pour la dimension du corps de collier qui est fait à partir des mesures prises sur l'animal et de patrons.
- bourrage du corps c'est un travail minutieux pour que le bourrage soit uniforme (Fig. 71).

fig. 70 : Couture du corps de collier



matériaux : peau de mouton (basane) - toile - fil - eau

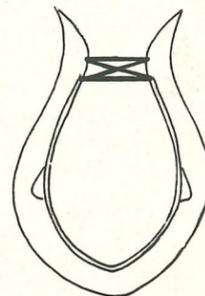
fig. 71 : Bourrage du corps



matériaux : basane - eau - paille de seigle

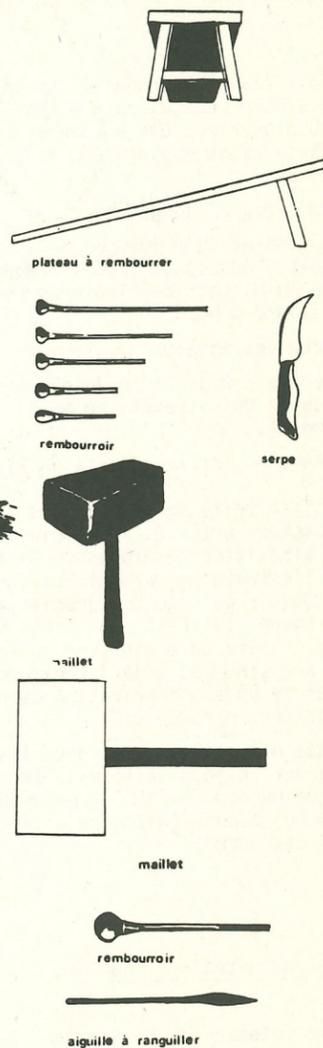
fig. 72 : Pliage et fermeture du corps

durée réelle : 2h



matériau : ficelle

outils utilisés



- pliage et fermeture du corps (Fig. 72)
- mise en forme (Fig. 73)

- coupe du corps et confection des pièces bas de jambe (Fig. 74)
- confection des pièces de tête et des pièces de billot (Fig. 75)

fig. 73 : Mise en forme

durée réelle : 1h

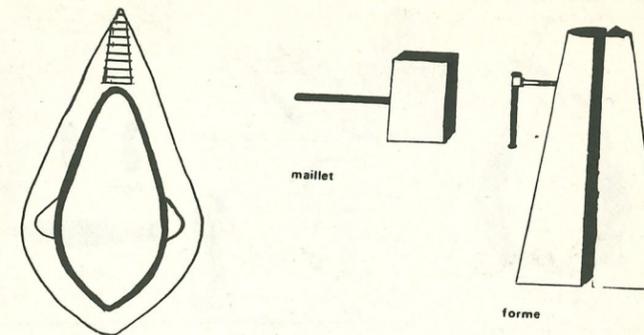
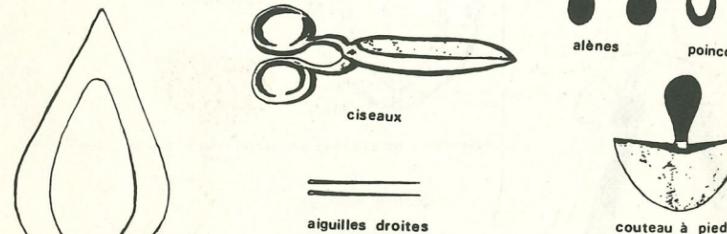


fig. 74 : Coupe du corps et confection des pièces "bas de jambes"

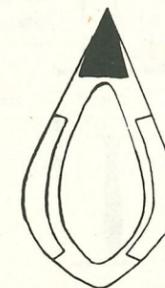
durée réelle : 35 mn



matériaux : basane eau fil poissé

fig. 75 : Confection des pièces de tête et des pièces de billot

durée réelle : 2h



matériaux : cuir (flancs ou pattes) eau fil poissé

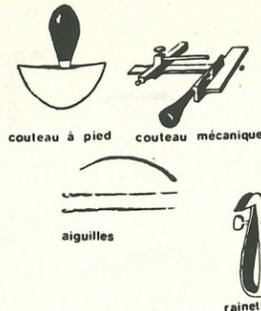
- pose des pièces de billot, confection de la ceinture de serrage (Fig. 76).
- découpage et fixation des attelles (Fig. 77).

- Fabrication des coussins de protection (Fig. 78)
- noeud de serrage : étape importante car ce système de sangle assure une cer-

fig. 76 : Pose des pièces de billot. Confection de la ceinture de serrage



matériau : cuir (flanc)



outils utilisés

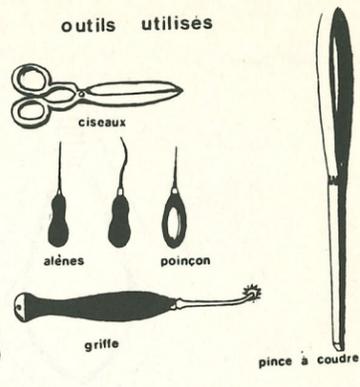
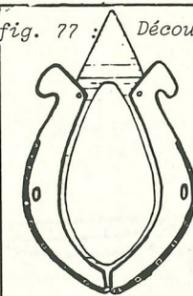
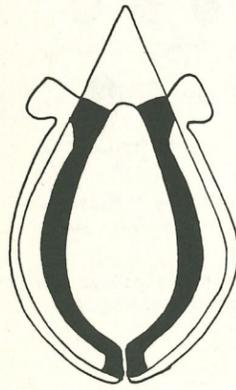


fig. 77 : Découpage et fixation des attelles  
durée réelle : 2 hs 30 minutes



matériaux : bois (hêtre) fer forgé clous boulons cuir (flancs) eau

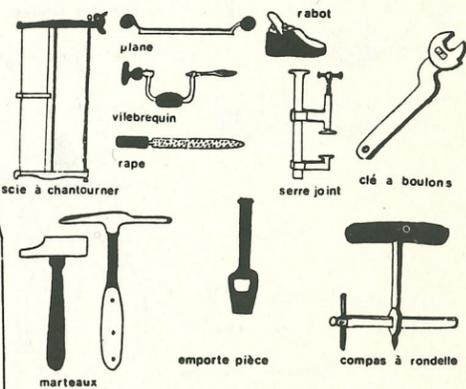
boucle (Fer ou cuivre)  
Fil poissé.



matériaux : toile de sac - crin - fil

fig. 78 : Fabrication des coussins de protection  
durée réelle : 40 mn

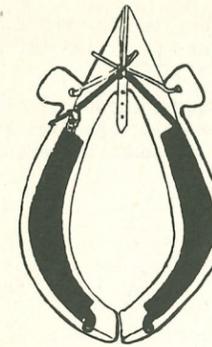
outils utilisés



taine souple au garrot et évite la rupture du collier en cas de "coup de collier" (Fig. 79).

- fabrication du chapeau (Fig. 80)

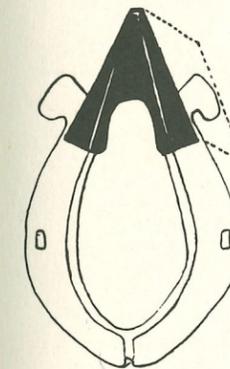
- finition (Fig. 81).
- Il faut remarquer en outre que le collier est construit à partir du corps de collier.



matériaux : cuir (flancs) clous anneau

fig. 79 : Noeud de serrage

durée réelle : 1h

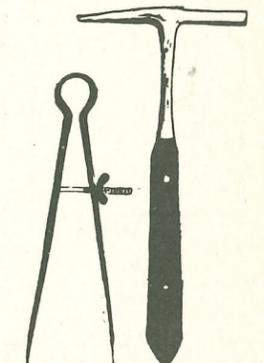
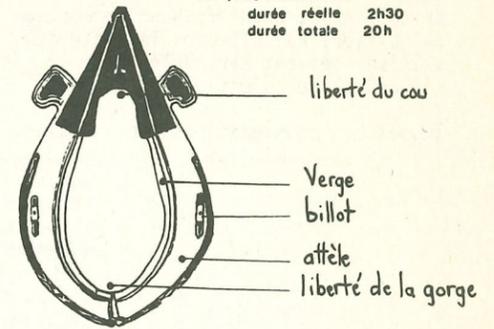


matériaux : cuir (collet - croute vernie - veau) - fil

fig. 80 : Fabrication du chapeau

fig. 81 : Peinture de protection, pose du chapeau, installation des billots

et personnalisation  
durée réelle 2h30  
durée totale 20h



compas à rainette marteau



passe billot



pinceau



pinceau à filet



palette

Quelles sont les possibilités de transfert d'un tel modèle ?

La durée totale du travail (20 heures pour des professionnels) est très importante, la technicité est élevée (ex. sanglage de la tête du collier) et l'outillage spécialisé donc coûteux. La fabrication est assurée par deux métiers distincts, celui faisant le corps de collier et celui faisant le montage du collier. Par ailleurs les matériaux utilisés doivent être de qualité et enfin ce collier n'est pas polyvalent.

Toutes ces constatations nous semblent

compromettre le transfert d'une telle technique pour les pays en voie de développement, sauf dans les pays utilisant la traction équine, possédant des animaux de format convenable et ayant un environnement artisanal développé.

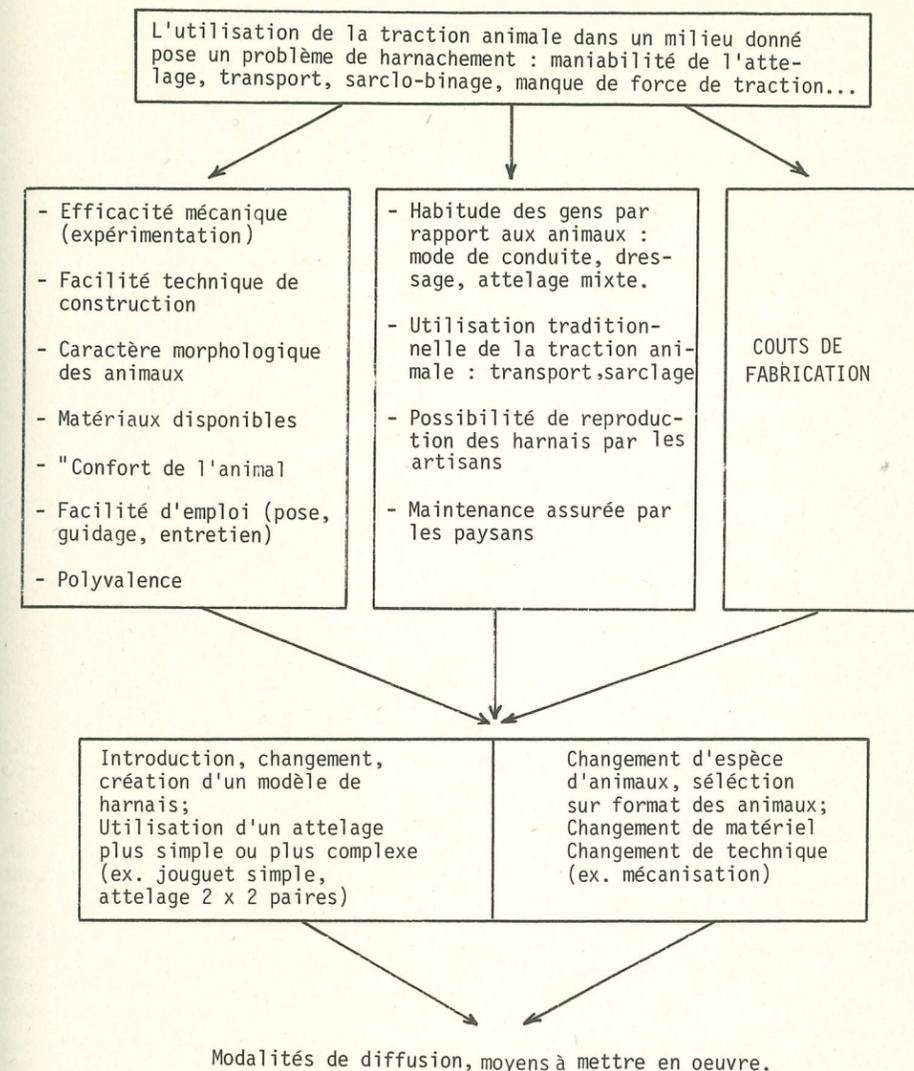
Nous décrivons dans le chapitre VI des modèles de colliers plus simples, notamment le modèle SATEC.

Il semble techniquement plus simple de commencer la fabrication par les armatures rigides et de concevoir ensuite le rembourrage.



5.4. CONCLUSION

Il nous semble nécessaire de synthétiser les problèmes de conception des harnais dans le tableau suivant :



## 6. Modèles et plans de fabrication

Le système de codification adopté est le suivant :

*Source* : auteur du harnais présenté.

*Fonctions assurées* : la ou les fonctions assurées que permet le harnais représenté.

*Technicité* : classée subjectivement entre faible, moyenne et élevée.

*Polyvalence* : caractérise la possibilité d'utiliser le harnais sur un autre animal (oui, non, moyenne).

*Matériaux* : matériaux utilisés pour confectionner le harnais.

*Possibilités de réglage* : il s'agit de la possibilité de réglage du point d'attache des traits ou du timon (oui, non).

*Commentaires de l'auteur* : cité ou traduit des données fournies par l'auteur.

*Commentaires complémentaires* : remarques complémentaires sur le modèle présenté.

Nous avons volontairement omis les données concernant le coût de fabrication car elles étaient exprimées soit en monnaie locale, soit avec des chiffres datant de plusieurs dizaines d'années.

Nous avons néanmoins fait figurer des coûts de construction en indice par rapport au modèle traditionnel pour le modèle de joug de nuque de Bolivie.

Concernant les harnais pour équidés nous avons fait figurer des modèles européens à titre indicatif ; bât du FREF, collier bricole et collier métallique.

6.1. HARNAIS POUR BOVIDES

6.1.1. Joug pour un animal

1. Joug en V chinois

Source : The harnessing of draught animals IT (40)  
 Fonctions assurées : traction (joug de garrot), éventuellement portage  
 Technique : faible  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, fer, bambou  
 Possibilités de réglage : non

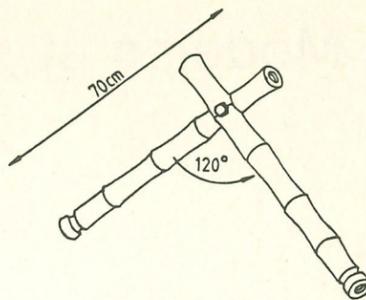


fig. 83 : Détail du joug en V

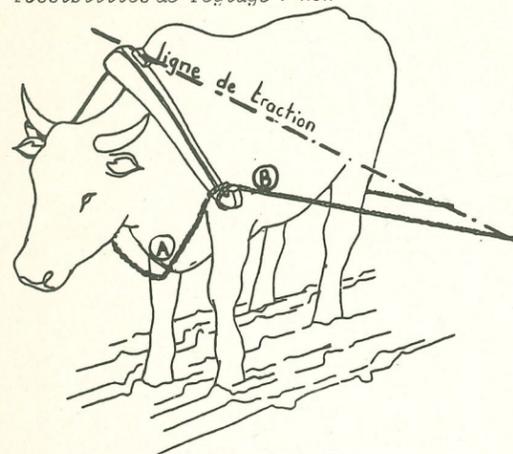


fig. 82 : Joug en V chinois

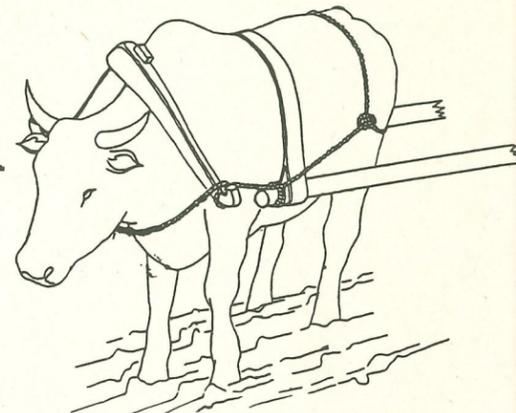


fig. 84 : Utilisation pour le transport

Commentaires de l'auteur :

Le joug en V est utilisé en Chine depuis longtemps. Une version simple en bambou a été développée en Tanzanie (Fig. 83). Aucune donnée n'est disponible sur son efficacité par rapport à d'autres jougs de garrot traditionnels. Ce joug est simple et peu coûteux, il peut facilement s'adapter à chaque animal. Il peut être

utilisé avec toutes les espèces de bovidés. Par rapport au joug traditionnel il offre l'avantage d'avoir un point d'attache plus bas, de permettre une meilleure utilisation de la force des animaux et d'accroître la stabilité. Ce joug peut être amélioré par l'emploi d'un rembourrage au niveau du garrot.

Commentaires complémentaires :

La corde A ne doit pas être trop courte afin de permettre au joug de se mettre dans l'axe de traction. Elle ne doit pas être trop longue pour éviter de passer derrière le fanon.

L'abaissement du point B est avantageux mais ne doit pas entraîner de forte con-

trainte au niveau de la poitrine des bovins et zébus non conformés pour cela.

Dans la Fig. 84 la charge à tirer ne doit pas être trop élevée car une partie de la traction est assurée par la corde passant sur le fanon.

2. Joug de garrot suisse

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction, éventuellement portage  
 Technique : moyenne  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, acier, rembourrage quelconque  
 Possibilités de réglage : non

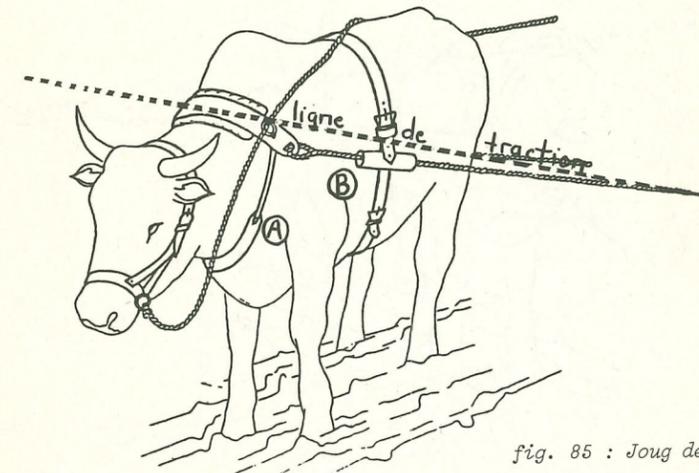


fig. 85 : Joug de garrot suisse

Commentaires de l'auteur :

Très utilisé en Europe, aucune donnée sur son efficacité comparée à celle des jougs traditionnels des pays en voie de développement. Il est constitué d'une bande d'acier plat s'adaptant à la forme du garrot de l'animal et garni d'un rembourrage.

Le principal avantage de ce joug est d'être rembourré. la sangle faisant le tour de l'animal maintient le bon empla-

cement et la stabilité du harnais. Il est simple à fabriquer et peut s'adapter à différents animaux. Le bois plutôt que l'acier peut être utilisé pour confectionner la partie rigide et différents matériaux peuvent être utilisés comme rembourrage. Il peut équiper différentes espèces de bovidés.

Commentaires complémentaires :

Ici le point B est très proche de la ligne de traction L, la pression s'applique en majeure partie sur le garrot et sera très faible en A.

### 3. Harnais souple

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction, éventuellement freinage, recul, portage  
 Technique : simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : cuir  
 Possibilités de réglage : non

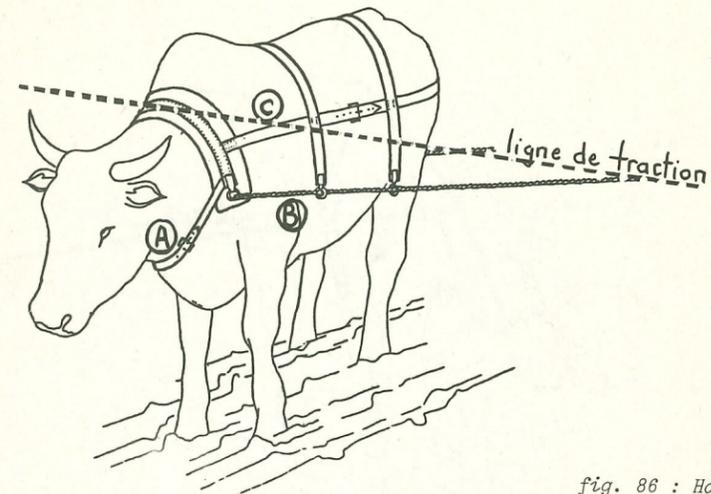


fig. 86 : Harnais souple

#### Commentaires de l'auteur :

D'origine européenne ce harnais n'a aucune partie rigide. Il est confortable, facilement adaptable à différents animaux. Le point d'attache des traits est

assez bas. Il est bien adapté pour les boeufs avec bosses (zébus). Il faut cependant posséder du cuir et savoir le travailler.

#### Commentaires complémentaires :

Il semble nécessaire de rallonger A et raccourcir C pour que le point d'attache B se rapproche de la ligne de traction.

Dans le cas inverse la pression sur le fanon sera trop importante.

### 4. Harnais souple Zimbabwe

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technique : très simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : 2 sacs de 100 kg de contenance et 2 x 3 m de corde (Fig. 88)

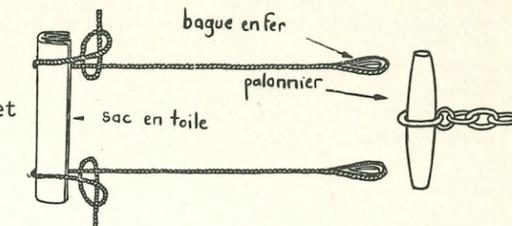


fig. 88 : Détail du harnais

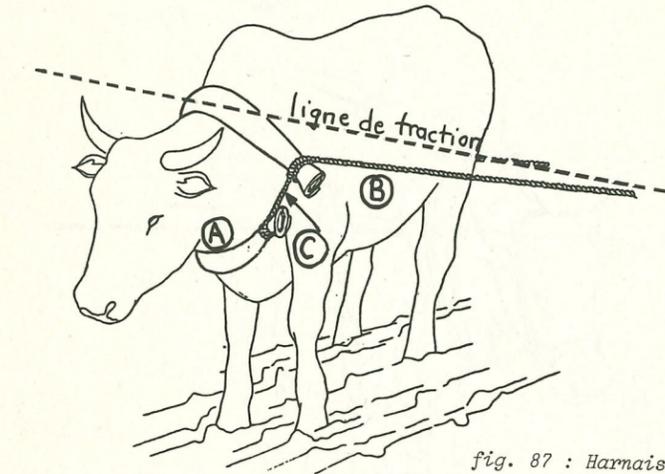


fig. 87 : Harnais souple - Zimbabwe

#### Commentaires de l'auteur :

Harnais développé par la section de Technologie appropriée du "Institute of Agricultural Engineering", Zimbabwe. Aucune information disponible sur la performance de ce harnais. Il est bon marché, utilise des matériaux locaux et peut être fabriqué par

le paysan. Il doit être plus confortable pour l'animal que le joug en bois conventionnel et possède un point d'attache situé assez bas. Il est bien approprié pour les zébus, cependant en l'absence de ceinture ventrale il doit bouger beaucoup pendant le travail.

#### Commentaires complémentaires :

Il est nécessaire de rallonger les cordes en C pour éviter une trop forte pression sur le fanon.

Ce harnais est très intéressant car extrêmement simple à réaliser et peu coûteux.

## 5. Collier à trois coussins

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction, éventuellement portage  
 Technicité : élevée  
 Polyvalence : moyenne  
 Matériaux : bois, fer, rembourrage  
 Possibilités de réglage : non

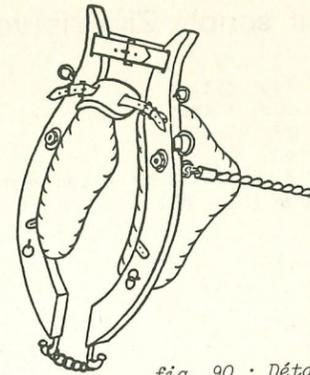


fig. 90 : Détail du collier

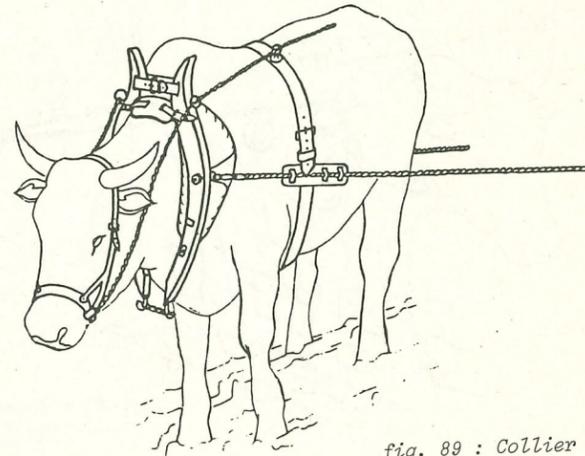


fig. 89 : Collier à trois coussins

### Commentaires de l'auteur :

Utilisé en Europe vers 1930 et constitué de deux attelles en bois rembourrées, d'une attache supérieure en cuir rembourrée et d'une attache inférieure en chaîne (Fig. 90). Le point d'attache des traits est situé au milieu des attelles. Les essais sur ce collier ont commencé aux Philippines. Les premiers résultats montrent une

amélioration significative par rapport au joug traditionnel. Il peut s'adapter à plusieurs animaux, et permet les libres mouvements des animaux. Il peut être utilisé avec différentes espèces de boeufs mais il est difficile et cher à fabriquer. Une attention particulière doit être portée sur la forme des coussins qui doivent épouser la forme des épaules.

### Commentaires complémentaires :

Grâce au collier on obtient un abaissement de la ligne de traction. Le collier

est très intéressant mais semble complexe à réaliser et onéreux.

## 6. Le collier vietnamien

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : élevée  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, cuir, rembourrage non précisé  
 Possibilités de réglage : non

fig. 92 : Détail du collier

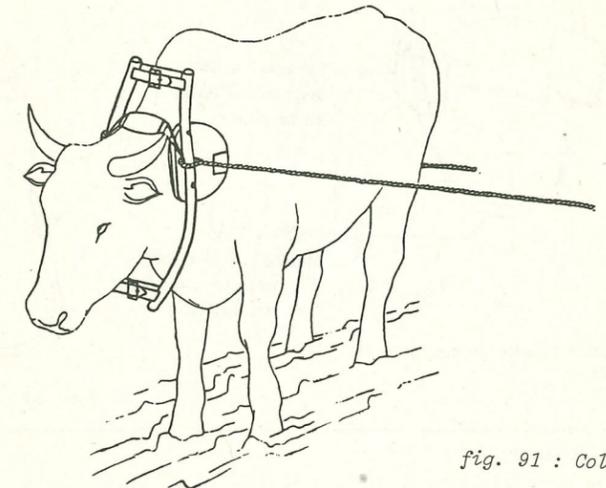
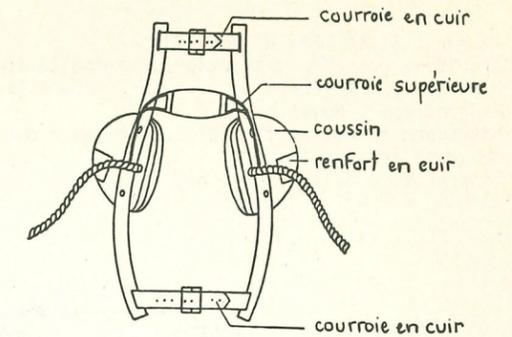


fig. 91 : Collier vietnamien

### Commentaires de l'auteur :

Développé par le "National College of Agriculture", Vietnam. Ce modèle exploite les principes du collier à trois coussins mais en utilisant des matériaux locaux. Il est constitué de deux attelles en bois de 20 à 40 mm de diamètre, avec en haut une sangle de cuir, et de deux coussins au niveau des épaules

avec un renfort de cuir à hauteur du passage des traits pour éviter l'usure (Fig. 92). Les performances de ce harnais ne sont pas connues. Il semble moins coûteux à réaliser que le collier à trois coussins, et il peut s'adapter sur différents animaux.

### Commentaires complémentaires :

Complexité et coût élevé.

## 7. Le collier de Allahabad

Source : fiche GREY N° 655 (41)

Fonctions assurées : traction, éventuellement portage

Technicité : moyenne

Polyvalence : moyenne

Matériaux : tube en fer, plaque en acier doux, fibre de coco, toile

Possibilités de réglage : oui

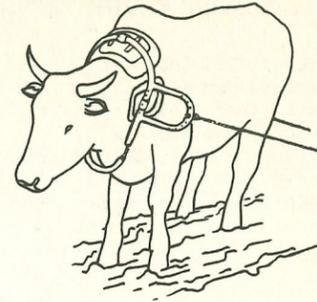


fig. 93 : Collier de Allahabad

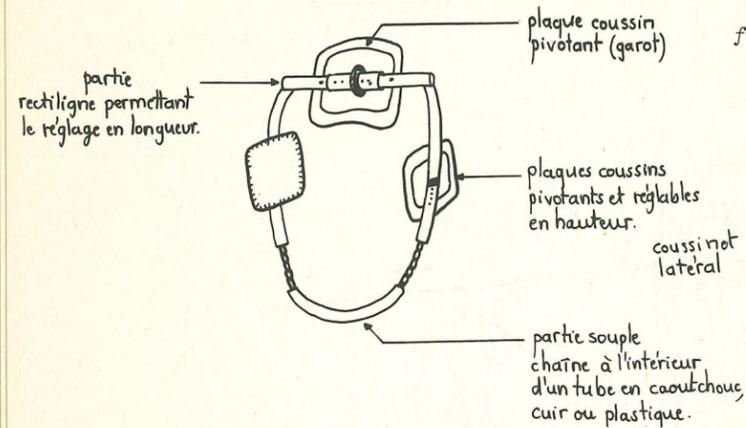


fig. 95 : Améliorations possibles du collier

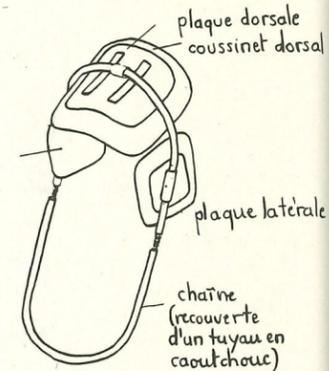


fig. 94 : Détail du collier

### Commentaires de l'auteur :

Modèle développé par l'Institut Agricole de Allahabad (Inde) entre 1962 et 1964 et qui a fait l'objet d'un article de I.T. en 1982. Il est constitué d'un tube d'acier doux en forme de U dont les branches forment un angle de 30° avec la verticale (Fig. 94). Le tube fait 25 mm de diamètre et 3 mm d'épaisseur. La plaque dorsale est en acier doux, elle est fixée au tube avec un angle de 30° par rapport à l'horizontale; les plaques latérales peuvent occuper trois positions différentes. Chaque plaque

est rembourrée avec de la fibre de coco recouverte de toile. Des trous permettent de régler les points d'attache des traits. Les essais, dans des conditions permanentes de travail ont permis d'obtenir un gain de puissance de 14 % et un gain de 12 % de la durée de travail sans baisse significative du rendement par rapport au harnais japonais. Comparé également à ce dernier le temps nécessaire au labour d'une parcelle est inférieur de 20 % environ.

### Complémentaires complémentaires :

L'effort de traction vient surtout des plaques latérales. Ce modèle ne dispose pas de réglage de largeur, mais il

semble possible de le modifier dans ce sens.

## 8. Harnais japonais

Source : I.T. (op. cit.)

Fonctions assurées : traction (dorsale), éventuellement portage et recul

Technicité : moyenne

Polyvalence : moyenne

Matériaux : bois, rembourrage (couverture ou sac)

Possibilités de réglage : non

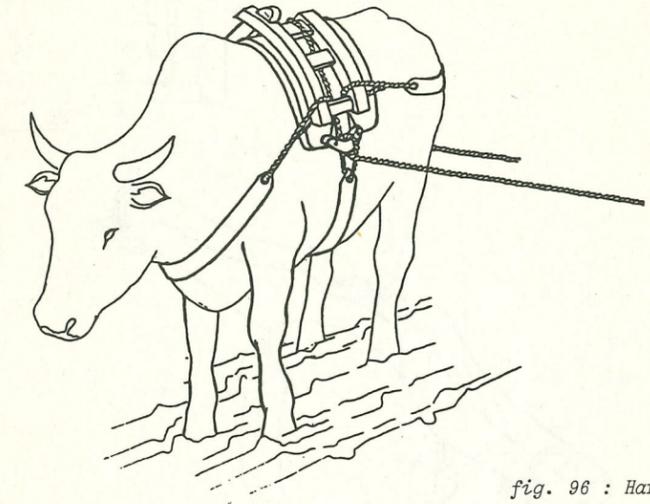


fig. 96 : Harnais japonais

### Commentaires de l'auteur :

Utilisé au Japon. C'est une selle en forme de V avec une sous-ventrière, une fessière et une sangle de poitrail pour éviter qu'elle ne bouge. On ne dispose d'aucune donnée sur ses performances mais des essais en Inde suggèrent qu'elle est plus efficace que le joug de garrot traditionnel. Ce type de harnais est assez différent des autres par sa conception; le point de traction est en ligne verticale avec le centre de gravité de l'animal. Il est facile et peu coûteux à fabriquer localement, et confortable pour l'animal

du fait du rembourrage. Il peut être utilisé par des boeufs avec ou sans bosse. Mais quelques espèces n'acceptent pas de selle sur le dos. Il a l'avantage particulier pour les charrettes de faire supporter le report de charge sur le dos de l'animal, ce qui est bien meilleur qu'une charge au garrot. Une autre version de ce harnais utilise un joug simple de garrot à la place de la sangle de poitrail. Les extrémités du joug sont attachées à la selle. Le joug empêche la selle de glisser en arrière, la force de traction étant appliquée d'abord sur la selle.

## 9. Joug simple de garrot - Europe

Source : BUTEZ (42)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : moyenne  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, corde  
 Possibilités de réglage : non

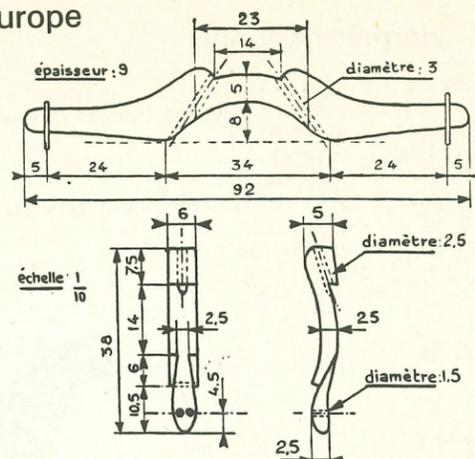


fig. 98 : Détail du joug simple de garrot

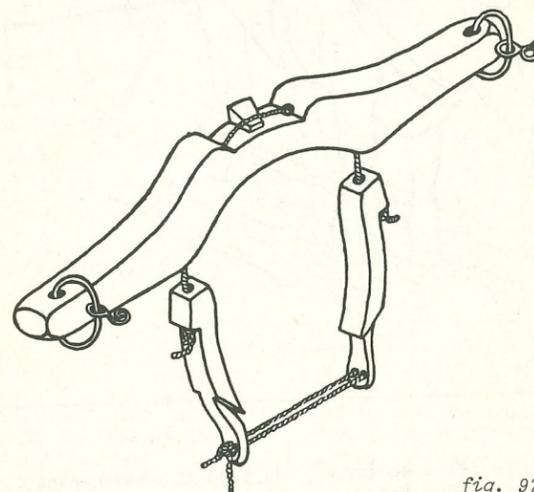


fig. 97 : Joug simple de garrot

### Commentaires de l'auteur :

Etait utilisé en Italie dans la plaine du Pô ; matériaux : hêtre, corde de 80 cm (Fig. 98)

### 6.1.2. Jous pour 2 animaux

## 10. Joug de garrot du I.D.C. - Nigeria

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction (garrot), éventuellement portage  
 Technicité : faible  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois et tube de fer  
 Possibilités de réglage : non

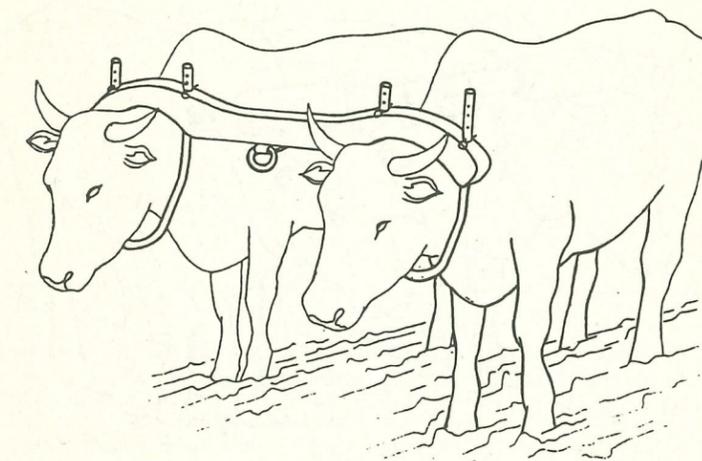


fig. 99 : Joug de garrot (IDC Nigéria)

### Commentaires de l'auteur :

Développé par le "Industrial Development Centre" au Nigéria en 1979, l'objectif étant de diminuer l'inconfort de l'animal et d'améliorer l'efficacité de la traction. Fabriqué en bois, la surface de contact avec l'animal est évidée pour s'adapter à ce dernier. Le joug est maintenu en position par deux tubes soudés et perforés de plusieurs trous aux extrémités dans lesquels

on peut passer des clavettes. Aucun résultat n'est disponible sur l'efficacité de ce joug. Il semble améliorer le joug traditionnel surtout en ce qui concerne le confort et l'efficacité de la traction. Il est assez simple à fabriquer, utilise des matériaux locaux et doit être légèrement plus cher que le joug traditionnel. Il est bien adapté pour les zébus.

### Commentaires complémentaires :

Ce système présente l'inconvénient d'un risque d'étouffement de l'animal en cas de

chute par déformation du tube et par difficulté pour sortir l'animal.

## 11. Joug de garrot rembourré - Savar, Bangladesh

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction, éventuellement portage  
 Technicité : très simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, rembourrage en jute  
 Possibilités de réglage : non

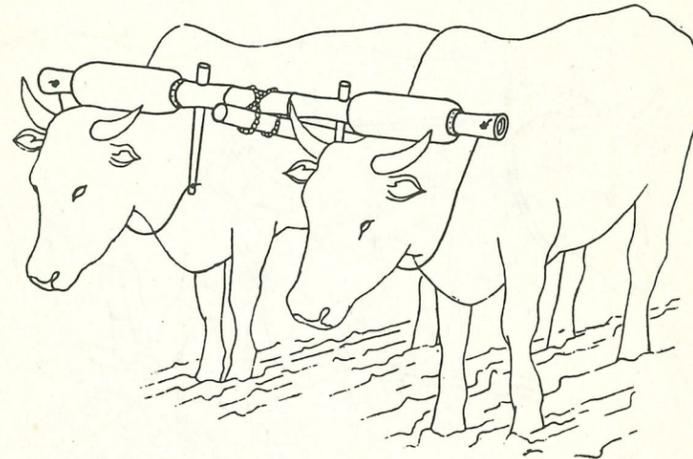


fig. 100 : Joug de garrot amélioré (Bangladesh)

### Commentaires de l'auteur :

Développé par l'UNICEF au "Savar Village Technology Action Programme" du Bangladesh en 1978 pour diminuer les problèmes de blessures au garrot dues au joug traditionnel. C'est une adaptation simple et peu coûteuse du joug de garrot en bambou traditionnel du Bangladesh. Le joug est rembourré au niveau du garrot des animaux. Le rembourrage est constitué de toile d'emballage bourrée de jute brute, attaché aux extrémités par deux bandes de fer

blanc clouées au joug. Quelques améliorations sur l'état des garrots des animaux sont constatées mais aucune donnée n'est disponible sur l'effet à long terme du rembourrage. L'augmentation du coût du joug ne doit pas être élevée, et l'adaptation peut être faite par le paysan, le menuisier ou le forgeron. D'autres matériaux pour le rembourrage peuvent être utilisés, l'adaptation est possible pour des jougs traditionnels.

## 12. Joug simple de garrot - Europe

Source : Fiche technique des comptes rendus de l'Opération URER de Tananarive, Section Machinisme Agricole Madagascar 1965 - 1970 (43)  
 Fonctions assurées : traction, portage  
 Technicité : moyenne  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, fer, rembourrage non précisé  
 Possibilités de réglage : oui pour la hauteur d'attache au timon

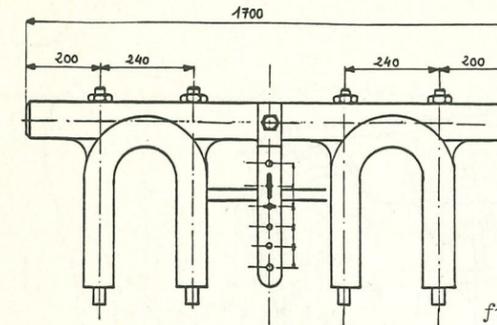


fig. 101 : Joug de garrot amélioré (Madagascar)

### Commentaires de l'auteur :

"Le joug couramment employé sur les zébus de Madagascar est un joug double de garrot, qui est un modèle très simple et de construction facile ; s'il est très convenable pour la traction d'engins roulants, il présente de nombreux inconvénients lorsqu'il s'agit de tirer certains outils tels que la charrue et la défonceuse qui demandent des efforts soutenus et importants. Ces inconvénients sont pour les principaux : compression de la trachée et des vaisseaux à l'entrée de la poitrine. La résultante des forces de traction étant dirigée vers le haut, le joug a tendance à glisser vers l'arrière, de telle sorte que l'animal en plein effort s'étrangle et tente constamment d'échapper à cette strangulation en allongeant le cou, le museau près du sol.

Dans ce cas la puissance disponible est considérablement réduite et l'attelage fatigue très vite. Le joug que nous avons construit a permis de supprimer en grande partie ces inconvénients en modifiant la direction de la résultante des forces de traction pour l'approcher le plus possible de l'horizontalité à la hauteur des épaules de telle sorte que toutes les parties du joug en contact avec l'animal fassent corps avec celui-ci, sans le blesser ni l'étrangler. Des essais comparatifs avec une paire de boeufs attelés à la défonceuse ont permis de presque doubler le temps de travail.  
 Joug traditionnel : 2 h  
 Joug amélioré : 3 h. 30 mn, néanmoins ce modèle doit être encore modifié car trop lourd et trop cher".

### Commentaires complémentaires :

Nous avons vu précédemment que la résultante des forces est horizontale et non pas dirigée vers le haut. Le joug traditionnel a tendance à glisser car il remonte la pente que représente le garrot et sa prolongation.

Ce type de joug ne travaille plus comme un joug de garrot mais plutôt comme un joug de type Allahabad. L'abaissement du point d'attache conduit à un phénomène de bras de levier.

### 13. Joug de garrot du I.D.C. - Nigeria

Source : fiche GRET N° 655  
 Fonctions assurées : traction, portage  
 Technicité : élevée  
 Polyvalence : moyenne  
 Matériaux : fer, plaque en acier doux, fibre de coco, toile  
 Possibilités de réglage : oui

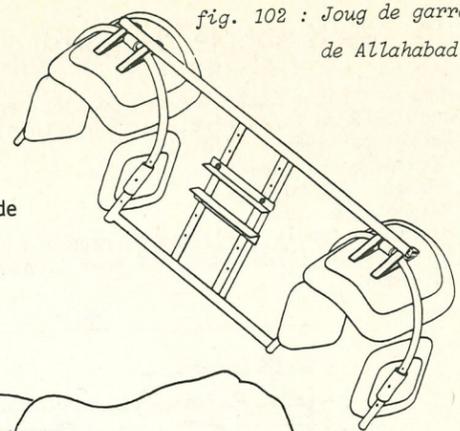


fig. 102 : Joug de garrot de Allahabad

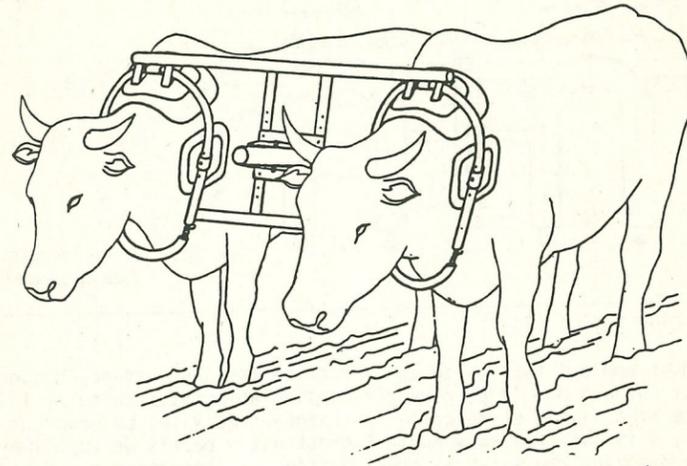


fig. 103 : Attelage au joug de garrot de Allahabad

Commentaires de l'auteur :

Modèle développé par l'Institut Agricole de Allahabad (Inde) entre 1962 et 1964. C'est la combinaison de deux colliers simples (Fig. 80) reliés entre eux par deux tubes horizontaux dont l'un est soudé à la partie supérieure des colliers tandis que l'autre est soudé aux branches internes. Le point d'accrochage est situé à égale distance

des deux colliers et peut être réglé en hauteur (Fig. 103). Dans des conditions permanentes de travail on obtient un gain de puissance de 14 % sur l'attelage traditionnel "Nagpuri" et une augmentation de 30 % de la durée du travail sans perte réelle de rendement. Pour une même surface le temps nécessaire au labour est de 23 % inférieur.

Commentaires complémentaires

Plus A est placé haut et plus la traction provient du coussin du garrot, plus A est placé bas et plus la traction provient des

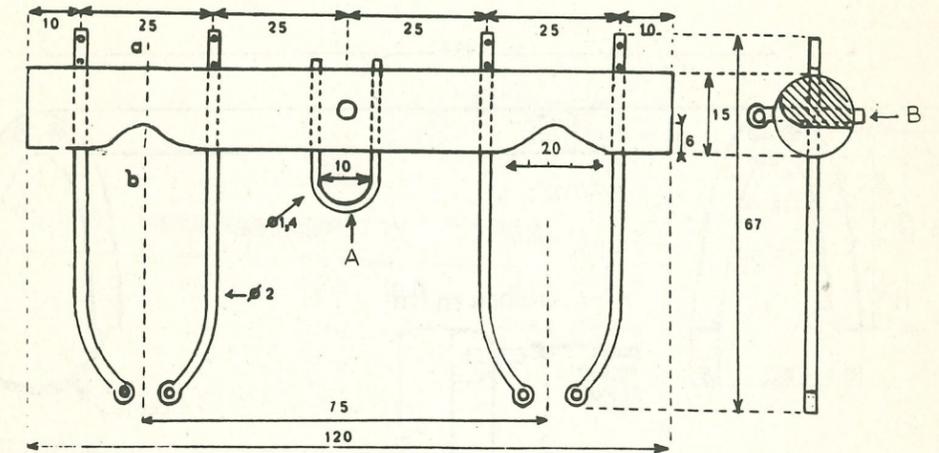
coussins latéraux. L'idéal est de réaliser la contribution équilibrée des trois coussins par le choix judicieux du point A.

### 14. Joug de garrot rembourré - Savar, Bangladesh

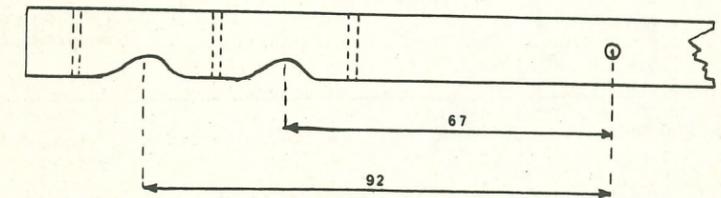
Source : CEEMAT : Manuel de culture avec traction animale (44)  
 Fonctions assurées : traction, portage  
 Technicité : faible  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois et fer  
 Possibilités de réglage : non

JOUG NORMAL

fig. 104 : Joug de garrot - CEEMAT



JOUG LONG (sarclo-binage)



Commentaires de l'auteur :

Exemples de dimensions de jougs utilisés au Niger ; les ferrures amovibles sont prévues pour pouvoir être utilisées sur différents jougs : une partie bois pour joug normal, une partie bois pour joug de sar-

clage. L'attache en bas se fait avec une corde. La chaîne de traction est accrochée au piton A, l'anneau B a juste un rôle de soutien du timon.

### 15. Joug de garrot amélioré - Madagascar

Source : MAINUL, HOSSAIN, HUSSAIN (45)  
 Fonctions assurées : traction, portage  
 Technicité : moyenne  
 Polyvalence : moyenne  
 Matériaux : bois, coton, cuir  
 Possibilités de réglage : non

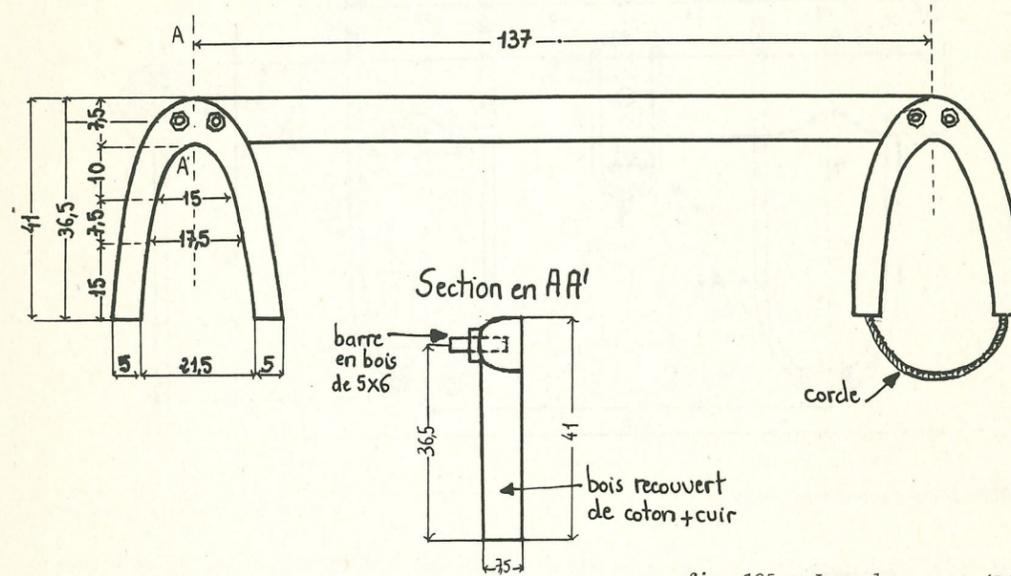


fig. 105 : Joug de garrot (BAU Bangladesh)

Commentaires de l'auteur :

Développé par le "Department of farm power and machinery", Bangladesh Agricultural University en 1979. L'expérimentation a porté sur la comparaison de 3 jougs améliorés par rapport à deux jougs traditionnels (résultats en 4.1.1.3). Le joug le plus

efficace s'avère être celui en bois et rembourrage coton + cuir. Ce joug peut être réalisé avec des matériaux locaux, différents rembourrages peuvent être employés. Le coût du joug est estimé à 6 dollars de plus que les jougs traditionnels.

### 16. Joug double frontal - Bolivie

Source : E.A.C. SALAZAR (46)  
 Fonctions assurées : traction, portage, freinage, recul  
 Technicité : faible  
 Polyvalence : moyenne  
 Matériaux : bois tissu  
 Possibilités de réglage : non

fig. 107 : Morceau de bois initial

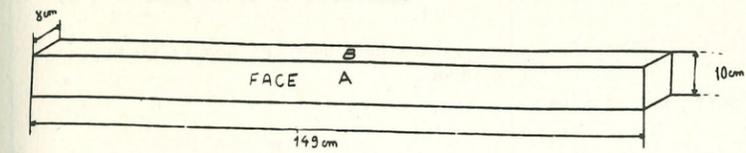


fig. 108 : Travail sur face B

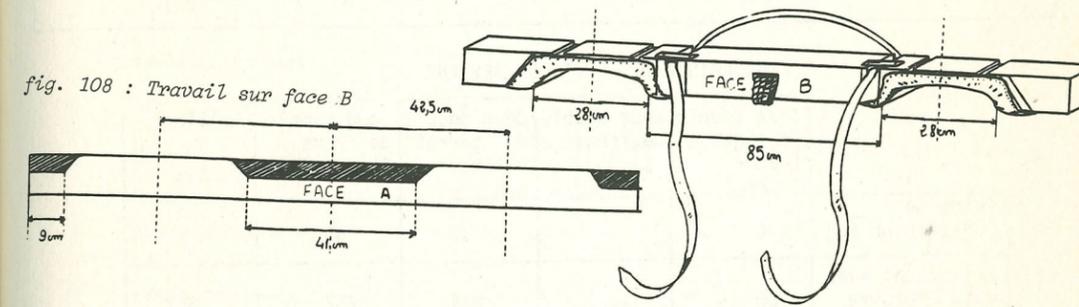


fig. 109 : Travail sur face A

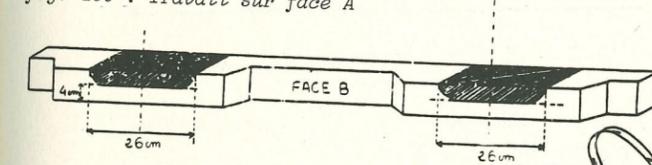


fig. 110 : Vue face A

Fig. 3

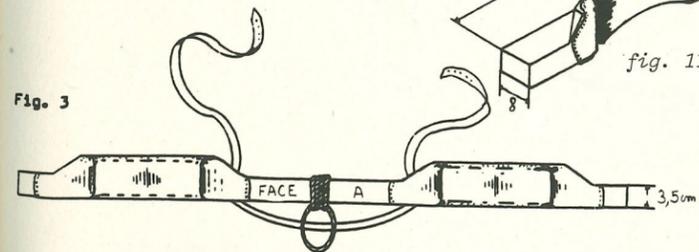


fig. 106 : Joug double frontal fabrication

fig. 111 : Rembourrage finition, trou d'attelages et passage des joucles

Commentaires de l'auteur :

Fabrication : prendre un morceau de bois de 148 x 10 x 8 cm.

Précautions à prendre pour la réalisation :

- prendre un bois dur, sans trop de noeuds ni de fentes.
- faire attention aux mesures de largeur de front
- la surface de contact avec le front doit être uniforme et s'adapter à la forme du front.
- le rembourrage doit être uniforme et doux
- la surface de contact doit être la plus grande possible.
- les cornes doivent s'appuyer sur la partie supérieure du joug.

- le bord supérieur du joug doit pénétrer entre les cornes jusqu'au bord supérieur de la tête ; la partie inférieure doit être à 4 cm minimum au-dessus des yeux.
- l'attache doit être serrée lors de la pose du joug et on doit placer un tissu entre la joucle et la peau de l'animal.
- il faut habituer les boeufs au nouveau joug.

COMPARAISON DES COÛTS DE REVIENT :

	Joug double de nuque traditionnel	Joug double de front	Joug double de garrot	Joug simple de front "bavarois"	Collier
Temps de fabrication (h)	6	7	32	48	-
Prix total avec main d'oeuvre en indice	100	143	314	757	857

17. Fabrication d'un bonnet de protection

Source : SATEC, fiche "Les thèmes lourds de vulgarisation : la traction bovine" (47)

Fonctions assurées : protection de la tête, se pose entre la tête et le joug.

Technicité : très simple

Matériaux : vieux sacs

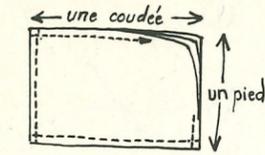
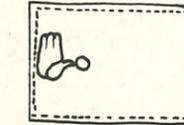
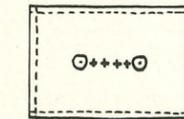


schéma de fabrication

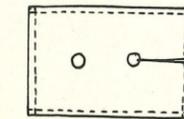
Prendre trois morceaux de sac d'une taille de 1 coudée x 1 pied et les superposer



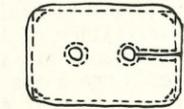
Faire un trou à une largeur de main



Faire le deuxième trou après avoir mesuré sur l'animal



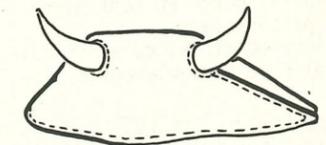
Faire une fente entre le deuxième trou et le bord



Arrondir les angles pour éviter que le bonnet ne tombe sur les yeux de l'animal. Coudre les 3 épaisseurs ensemble sur les bords et autour des trous.

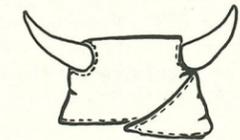
fig. 112 : Fabrication d'un bonnet de protection  
POSE

Passer le bonnet sur les cornes



Croiser les extrémités du morceau fendu.

Le joug peut être posé.



## 6.2. HARNAIS POUR EQUIDES

## 18. Bricole traditionnelle

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : très simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : cuir  
 Possibilité de réglage : non

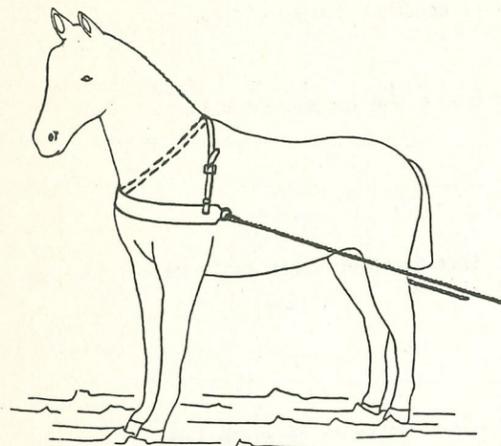


fig. 114 : Bricole améliorée

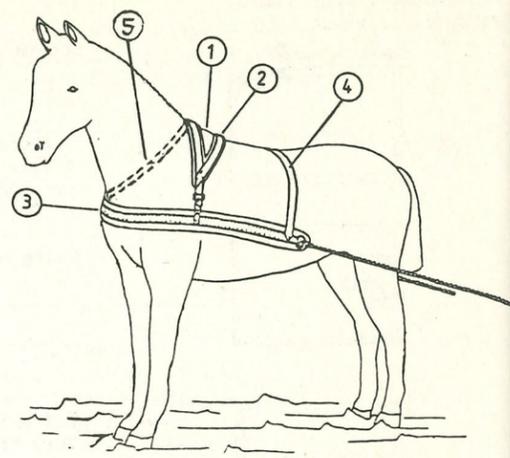


fig. 113 : Bricole traditionnelle

## Commentaires de l'auteur :

La bricole simple est constituée d'une sangle principale aux extrémités de laquelle sont fixées des anneaux, et d'une petite sangle passant sur les épaules pour maintenir l'ensemble en place. Une bonne bricole appuie sur une surface suffisante sans appuyer sur la gorge et sans gêner le mouvement des pattes avant. Les améliorations possibles de la bricole sont (Fig. 114) : le dédoublement de la

sangle supérieure (1), le matelassage des sangles (2), l'augmentation de la longueur de la sangle principale et sa réalisation en deux parties : une bande large et une bande étroite (3). On peut également ajouter une sangle dorsale (4). Le principal inconvénient de la bricole en cuir est sa conservation sous un climat chaud et humide. Il faut également posséder du cuir.

## Commentaires complémentaires :

- On peut ajouter une sangle (5) pour éviter le ballotement de la sangle de poitrail et pour pouvoir régler sa hauteur.
- La bricole peut être fabriquée à partir d'un tressage simple de corde.

## 19. Bricole - modèle du Botswana

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : très simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : vieux pneus de voiture  
 Possibilités de réglage : non

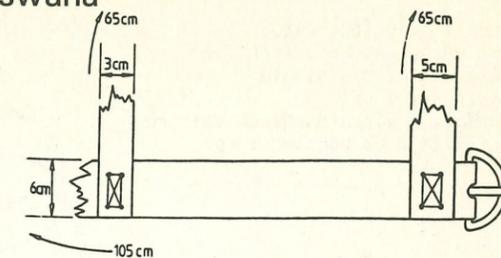


fig. 116 : Détail de la bricole

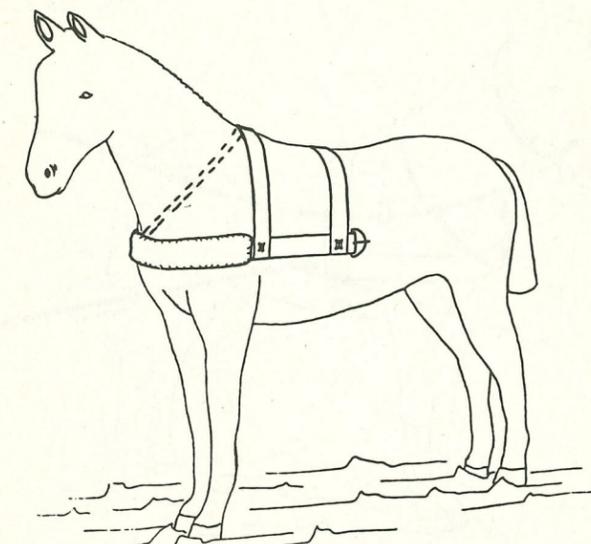


fig. 115 : Bricole modèle du Botswana

## Commentaires de l'auteur :

Le modèle du Botswana est constitué d'une grande sangle de poitrail et de deux sangles supérieures. Les sangles sont coupées dans l'enveloppe de vieux pneus et sont attachées avec du fil de fer. Les sangles doivent être rembourrées avec du tissu. Les dimensions données sont approximatives (Fig. 116).

On peut réaliser le même modèle avec de la courroie ou de la toile forte en renforçant les attaches avec du cuir. La courroie nécessite un lavage à l'eau savonnée car elle durcit avec l'absorption de la sueur. Au Niger on réalise également des bricoles pour ânes en corde.

## 20. Bricole - modèle de Tanzanie

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : très simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : vieux pneus de voiture  
 Possibilités de réglage : non

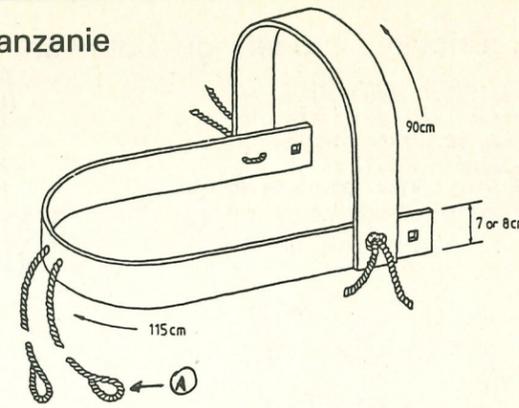


fig. 118 : Détail de la bricole

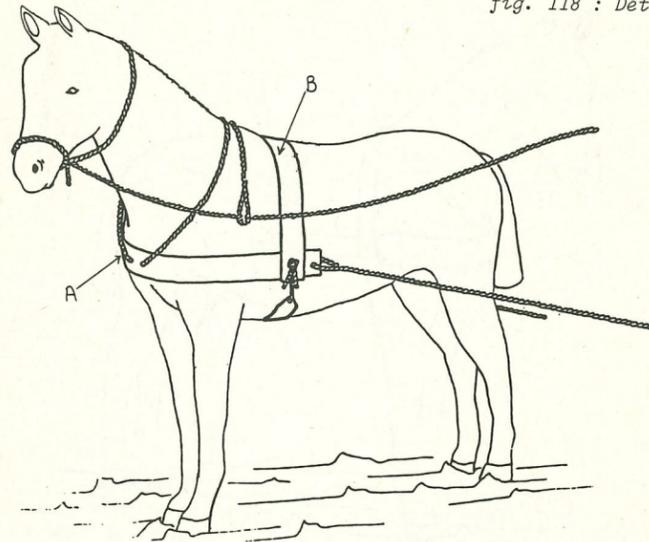


fig. 117 : Bricole modèle de Tanzanie

### Commentaires de l'auteur :

Ce modèle de bricole est fait avec de la sangle découpée dans de la chape de pneus. Les sangles sont attachées par de la corde. Le harnais comprend une sous-

ventrière. Une corde attachée devant la bricole et passant autour du cou maintient les rênes en place (A) (Fig. 118).

### Commentaires complémentaires :

Il semble préférable de prévoir une corde passant autour du cou et accrochée devant la bricole pour assurer son maintien et

par ailleurs des clefs sur la dossière B pour le passage des rênes.

## 21. Collier en pneumatique de voiture

Source : I.T. (op. cit.)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : très simple  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : pneumatique de voiture  
 Possibilités de réglage : non

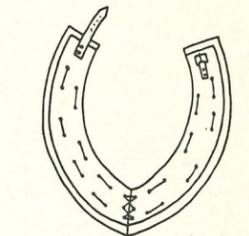
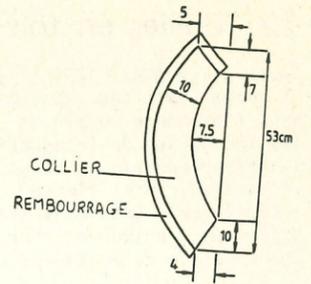


fig. 120 : Détail du collier

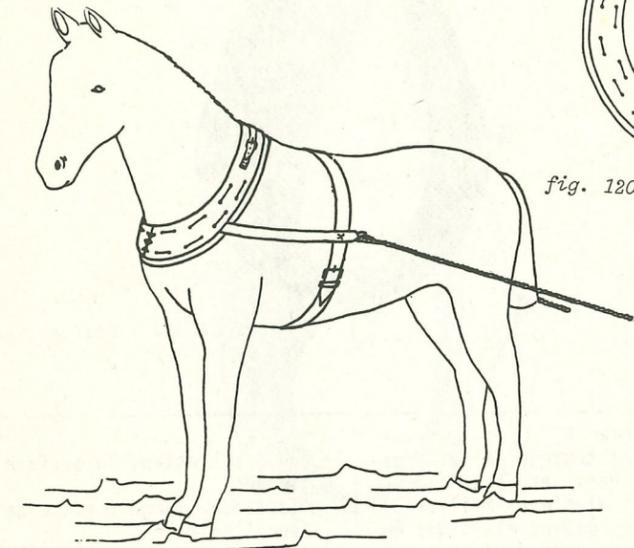


fig. 119 : Collier en pneumatique

### Commentaires de l'auteur :

Ce modèle est testé au Botswana. Il est réalisé avec le côté des pneus de voiture. Un rembourrage est fixé sur la bande en caoutchouc avec du fil de fer (Fig. 120). A l'usage, ce collier s'avère être trop

souple surtout pour des travaux difficiles car il se tord et le fil de fer rentre alors en contact avec la peau de l'animal. Avec des attelles en bois ce système peut constituer un bon collier.

### Commentaires complémentaires :

Ce modèle semble être à déconseiller fortement.

## 22. Collier en tôle d'acier

Source : LAVALARD 1894 (48)  
 Le cheval dans ses rapports  
 avec l'économie rurale et  
 les industries du transport.  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : très élevée  
 Polyvalence : très mauvaise  
 Matériaux : uniquement fer  
 Possibilités de réglage : non

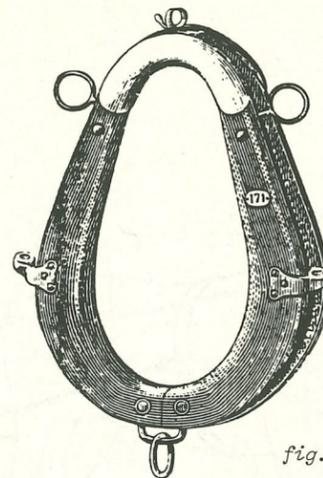


fig. 121 : Collier en tôle d'acier

### Commentaires de l'auteur :

L'auteur était administrateur de la Compagnie des omnibus de Paris et, à ce titre, gérait un cheptel de plusieurs milliers de chevaux. "Le nouveau collier élastique en tôle d'acier peut être considéré comme l'une des inventions les plus heureuses de ces dernières années, c'est une révolution dans le harnachement du cheval" (49). Il existe 8 numéros de taille et pour chaque taille 3 modèles.

Les avantages sont les suivants :

- ouverture facile (ressort)
- pas de rembourrage, ne peut emmagasiner aucune maladie

- aucun entretien, la surface est polie-zinguée
- élastique, large surface de contact avec l'animal
- pièces interchangeable
- bon endroit de fixation des traits
- soigne les animaux blessés par les colliers en cuir
- léger, confortable, dure plus longtemps et coûte moins cher que le collier en cuir.

Les principaux inconvénients sont :

- difficile à adapter aux chevaux très maigres
- non polyvalent.

### Commentaires complémentaires :

Ce collier n'est réalisable que pour des

fabrications industrielles en séries importantes.

## 23. Collier bricole

Source : Catalogue de M. Dupuis Fouilhoux (France) (50)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : élevée  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : verge en fer rond recouvert de vachette, rembourrage en feutre et vachette  
 Possibilités de réglage : non

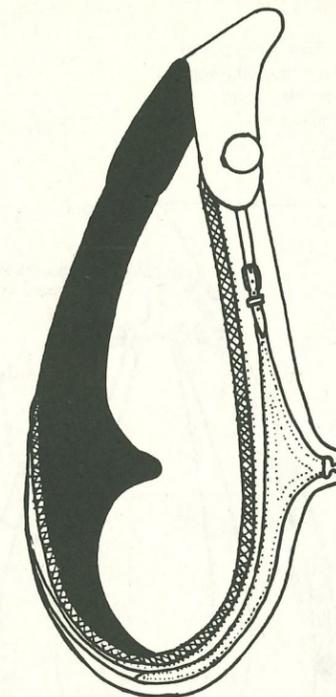


fig. 122 : Collier bricole

### Commentaires de l'auteur :

Ce collier ressemblant au collier anglais est cependant rembourré comme une bricole avec du feutre de laine recouvert de vachette grasse. Il est d'un emploi et d'un

entretien facile, son réglage, en largeur par écartement et en hauteur par le jeu de la tête, lui permet de s'adapter sur différents chevaux.

### Commentaires complémentaires :

De très bonne conception mais très onéreux | et difficile à copier.

### 24. Collier pour cheval - Sénégal

Source : SATEC (51)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technique : moyenne  
 Polyvalence : moyenne  
 Matériaux :  
 armatures en bois de 25 à 35 mm d'épaisseur selon la qualité.  
 ferrures : en fer plat de 2 à 3 mm d'épaisseur  
 garnitures : revêtement en toile, intérieur en chiffon

cuir : pour réunir au sommet les armatures  
 pointes : pour fixation cuir et revêtement  
 toile; nombre : 80 à 100 de 20 mm de long  
 boulons : 6 mm avec écrous, nombre : 5 ;  
 de 10 mm non fileté, nombre : 1  
 tire-fond : 10 mm avec écrous,  
 nombre : 3.  
 (10 cm de longueur)

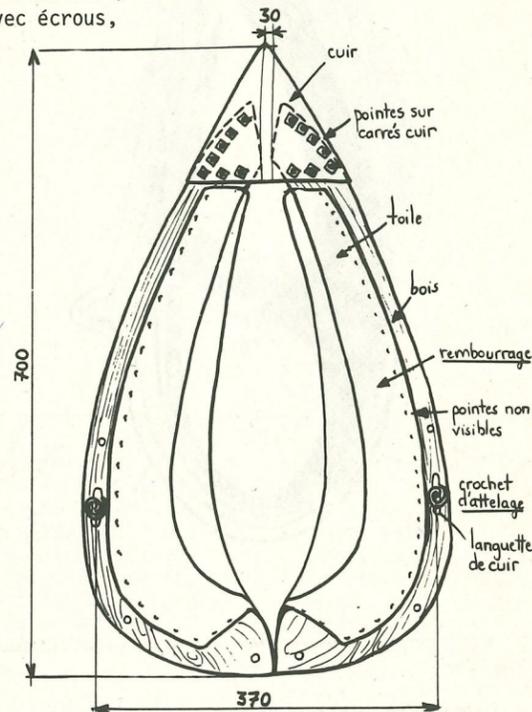


fig. 127 : Vue d'ensemble du collier côté crochet d'attelage

Fabrication : découpage des armatures (Fig. 123), du cuir (Fig. 124) et des ferrures (Fig. 125). Fabrication des crochets : la tête de 2 boulons est coupée, la partie non filetée est chauffée et tordue de manière à obtenir un oeilleton d'un diamètre intérieur de 25 mm environ. L'axe de réglage est fait avec un boulon dont le bout non fileté est percé pour le passage d'une goupille.

Montage : Montage des ferrures (Fig. 126) : les ferrures sont fixées en F avec les boulons de 6 mm, écrous contre ferrure, en F' par les crochets, écrous contre ferrure, en F'' par l'axe de réglage, passage goupille côté ferrure (l'autre côté est riveté).

Montage des garnitures : la toile est fixée par des pointes avec carré cuir sur chaque armature selon la forme indiquée, côté opposé aux ferrures. La toile rabat-

tue cache les pointes. Epaisseur du rembourrage de haut, 6 cm au milieu et sur le bas. Le rembourrage laisse un espace libre entre les 2 côtés du collier de 13 cm à hauteur des crochets d'attelage. Sur la face côté ferrure (Fig. 126) la toile est clouée à 1 cm du bord de l'armature bois. Les pointes avec carrés cuir restent apparentes.

Montage du cuir : le cuir est rabattu sur les côtés de l'armature bois et cloué par des pointes avec carrés cuir.

Un espace libre de 3 cm est laissé entre les deux armatures en bois pour laisser un libre jeu à chaque moitié de collier (Fig. 127).

Les crochets d'attelage sont parallèles à l'encolure et séparés du boulonnage par une languette de cuir.

Le poids du collier fabriqué en bois de 35 mm d'épaisseur est de 5,3 kg. il serait souhaitable qu'il soit moins lourd donc fabriqué avec un bois résistant de 25 mm d'épaisseur.

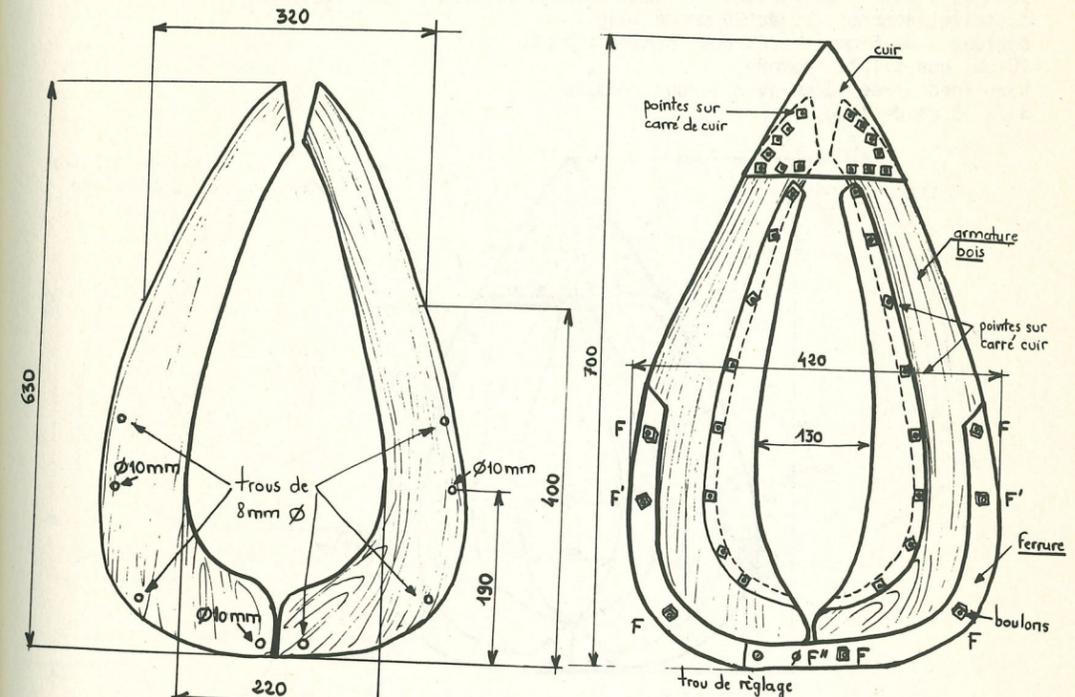


fig. 123 : Attelles en bois

fig. 126 : Vue d'ensemble du collier côté Attelles

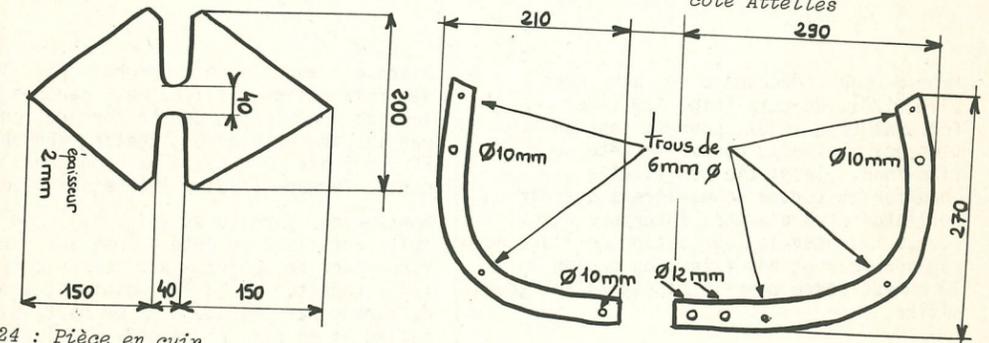


fig. 124 : Pièce en cuir

fig. 125 : Ferrures

## 25. Collier pour âne - Sénégal

Source : SATEC (52)

Fonctions assurées : traction

Technicité : moyenne

Polyvalence : moyenne

Matériaux :

armatures en bois de 25 à 35 mm d'épaisseur

selon sa qualité

ferrures en fer plat de 2 à 3 mm d'épaisseur

garnitures : revêtement en toile, intérieur

en chiffons

pointes : cuir ; pour réunir au sommet les armatures et le revêtement

de toile, nombre : 80 de 20 mm de long

boulons : de 6 mm avec écrous, nombre : 5 ; de

10 mm, non fileté nombre : 1

tire-fond : de 10 mm avec écrous, nombre :

3 de 10 cm de long.

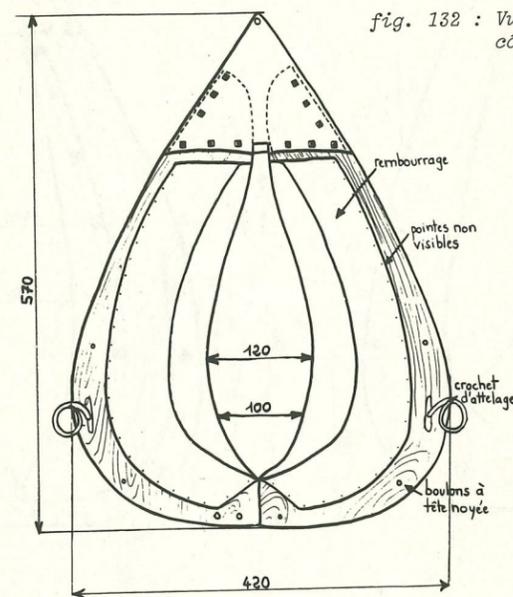


fig. 132 : Vue d'ensemble du collier côté crochet d'attelage

**Fabrication :** découpage des armatures (Fig. 128), du cuir (Fig. 129), des ferrures (Fig. 130), pour la fabrication des crochets, couper la tête de 2 tire-fond, la partie non filetée est chauffée et tordue de manière à obtenir un oeilleton d'un diamètre intérieur d'environ 25 mm; pour la fabrication de l'axe de réglage le bout non fileté du boulon de 10 mm est percé pour le passage d'une goupille.

**Montage :** montage des ferrures (Fig. 131); les ferrures sont fixées en F par des boulons de 6 mm, écrous contre ferrure, en F' par les crochets, écrous contre ferrure, en F'' par l'axe de réglage passage goupille contre ferrure l'autre côté étant riveté.

**Montage des garnitures (Fig. 131) :** la toile est fixée du côté opposé aux ferrures avec des pointes sur carrés cuir. La toile rabattue cache les pointes. L'épaisseur du rembourrage est de 2 cm de haut, 5 cm au milieu et en bas. Le rembourrage laisse un

espace libre entre les 2 côtés du collier, de 10 à 12 cm à hauteur des crochets d'attelage. Sur la face côté ferrures (Fig. 131), la toile est clouée à 1 cm du bord de l'armature en bois, les pointes avec carrés cuir restent apparentes.

**Montage du cuir :** le cuir est rabattu sur les côtés de l'armature en bois avec des pointes et carrés cuir. Un espace libre de 3 cm est laissé entre les armatures en

bois pour permettre un libre jeu à chaque moitié de collier (Fig. 132). Les crochets d'attelage sont parallèles à l'encolure et séparés du rembourrage par une languette de cuir.

Le poids du collier fabriqué en bois de 35 mm d'épaisseur est 3,7 kg ; il serait souhaitable qu'il soit moins lourd donc fabriqué avec un bois résistant de 25 mm d'épaisseur.

fig. 128 : Attelles en bois

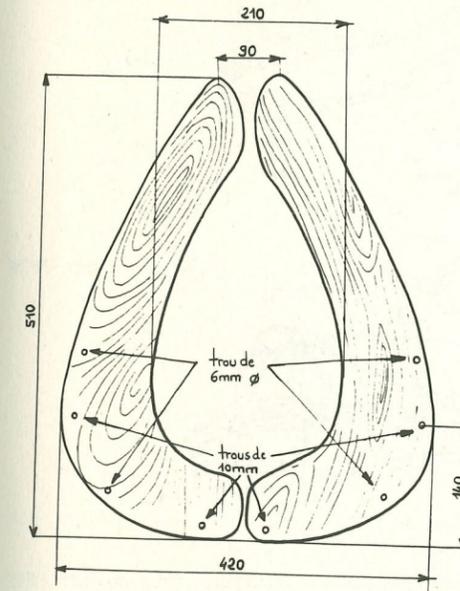


fig. 129 : Pièce en cuir

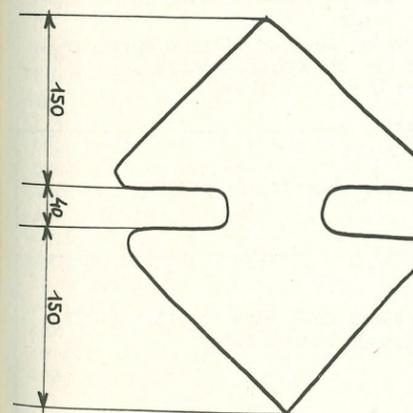


fig. 131 : Vue d'ensemble du collier côté attelles

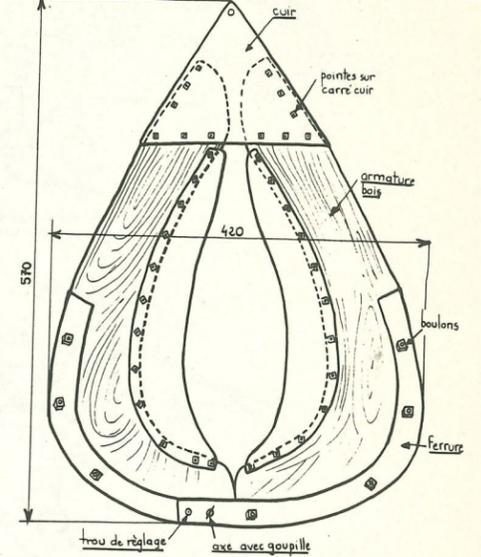
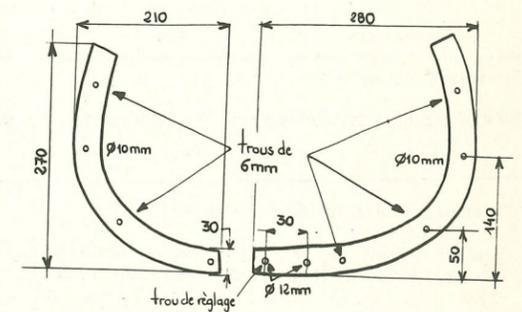


fig. 130 : Ferrures



### 26. Bât Fref

Source : C. CHARVIN (53) : Le cheval de bât.  
 Fonctions assurées : portage  
 Technique : élevée  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : bois, cuir de bonne qualité

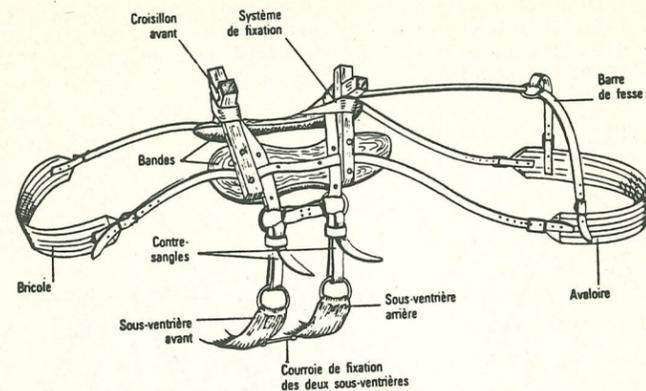


fig. 133 : Bât FREF

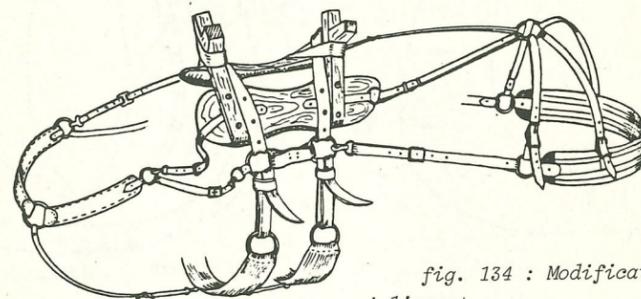


fig. 134 : Modifications du bât FREF

A l'avant :  
 remplacement de la bricole simple par une bricole en V avec double accrochage.  
 A l'arrière :  
 remplacement de l'avaloire simple par un avaloire avec double barre de fesse et double accrochage.

Commentaires de l'auteur :

Modèle de bât préconisé par la Fédération de Randonneur Equestre de France

Commentaires complémentaires :

A noter qu'un bât ne doit jamais toucher les apophyses épineuses des vertèbres et

Modifications possibles : Figure 134

que la charge doit être répartie de la même façon de chaque côté.

### 6.3. LES CAMELIDES

### 27. Sangles de garrot pour chameau et dromadaire

Source : RINGELMANN (54) Génie Rural aux Colonies  
 Fonctions assurées : traction  
 Technique : faible  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : corde

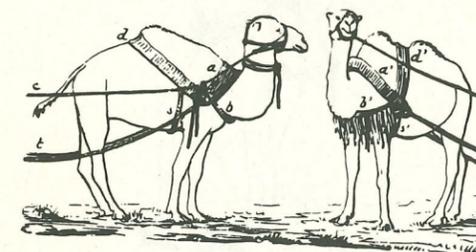
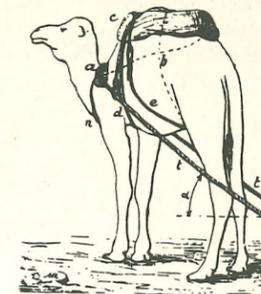


fig. 135 : Sangles de garrot pour chameau et dromadaire

Commentaires de l'auteur :

FIG. 134: "La corde ou sangle *a* formant traits *t* et *t'* s'appuie sur le garrot par un cuir ou une bande en sparterie ; un lien *n* entoure le cou ; comme l'angle *a* est très grand, on empêche la sangle *a* de descendre en la retenant par une corde (indiquée par le pointillé *b* passant en arrière de la bosse ; d'autres fois, à la place de cette corde, la sangle *a* est attachée par un gros coussin annulaire *c* posé autour de la bosse et maintenu par les cordes *d* et *e* (cette disposition supprime la pression sur la partie supérieure de la bosse que le harnais ne doit jamais toucher). Les traits *t* et *t'* sont attachés à un palon-

nier en bois de 0,35 à 0,85 m, ces palonniers légèrement cintrés pèsent de 1,8 à 2 kg. Il convient de donner au coussin d'appui de la sangle *a* une grande largeur 0,10 à 0,15 m.

FIG. 135 : Elle représente des harnais pour dromadaire et pour chameau ; la traction s'effectue par la sangle de garrot *a a'* retenue par les pièces *b b'* (poitrail qui peut être garni de liens flottants comme en *b'* pour éloigner les insectes), *d d'* (dossière) et *s s'* (sous-ventrière) ; les traits *t t'* s'attachent à la sangle de garrot et l'animal est guidé par des cordeaux *e e'* attachés à une garniture de tête".

## 28. Harnais de garrot pour dromadaire

Source : RINGELMANN (54)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : moyenne  
 Polyvalence : oui  
 Matériaux : chanvre, feutre, cuir



fig. 136 : Harnais de garrot pour dromadaire

### Commentaires de l'auteur :

"La sangle de garrot *a* de 1,60 m de long et 0,13 m de large, est une forte sangle en chanvre garnie en dedans de feutre très épais et extérieurement d'un blanchet de 0,042 m en cuir chromé, relié à l'anneau *b* de 0,09 m de diamètre garni de cuir : deux surdos *c* et *d* embrassent la bosse ; la sangle de sous ventrière *s* est reliée

par une martingale *m* à un poitrail en fourche *f f'* rivé à la sangle ; les pièces *a, d, s, m, f* et *f'* sont en sangles de 0,07 m de largeur". On peut atteler le dromadaire à une charrue ou une charrette.

## 29. Attelage de dromadaire au collier

Source : RINGELMANN (54)  
 Fonctions assurées : traction  
 Technicité : élevée  
 Polyvalence : moyenne  
 Matériaux : cuir, rembourrage, tissu, corde, fer

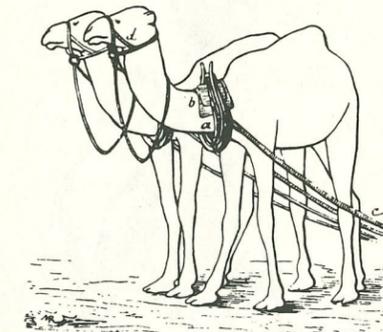


fig. 137 : Attelage de dromadaire au collier

### Commentaires de l'auteur :

Utilisé lors d'un essai d'introduction du dromadaire au Transvaal. "A la ferme expérimentale on emploie, pour tirer des charrettes ou des charrues, des dromadaires attelés par un collier léger identique à celui des chevaux (coussins en cuir rembourrés et attelles légères en fer) ; pour l'attelage à la charrette l'animal porte une sellette recevant la dossière ; la sous-ventrière est une avaloire ordinaire (la charrette peut recevoir une charge utile de 750 kg) ; à la charrue, l'animal ne porte que le collier *a* posé sur un tapis *b* et

les traits *c* plats en cuir qui se raccordent au palonnier. On voit en *d* la fourniture de tête ; la charrue peut être tirée par une ou deux bêtes attelées par paire comme des chevaux. Par suite de la largeur de son plan d'appui il nous semble que le dromadaire doit éprouver un peu de difficultés pour marcher dans une étroite raie de charrue, comme le font nos chevaux et nos boeufs ; si cela était exact, il nous faudrait pour l'attelage aux camélidés recommander surtout les charrues ouvrant une raie aussi large que possible".

### 30. Joug abdominal pour attelage mixte dromadaire-âne (Maroc)

Source : HOPFEN; "L'outillage agricole pour les régions arides et tropicales" (55)  
Fonctions assurées : traction  
Technicité : faible  
Polyvalence : oui  
Matériaux : bois, corde

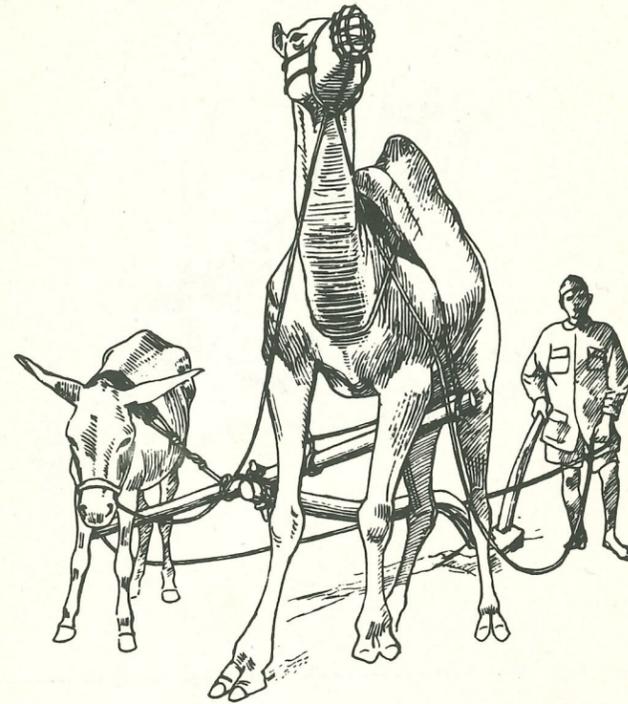


fig. 138 : Joug abdominal pour attelage mixte dromadaire - âne

Commentaires de l'auteur :

"C'est un type particulier de joug double où la poutre transversale est fixée sous le ventre des animaux, derrière les pattes antérieures... Il permet d'atteler au même joug deux animaux de taille différente, par exemple un âne et un chameau mais il est inefficace et douloureux et peut causer de grosses blessures aux animaux".

### 6.4. ATTELAGE MULTIPLE

#### 6.4.1. Bovidés

Pour les boeufs la solution la plus simple consiste à multiplier l'attelage par paire :

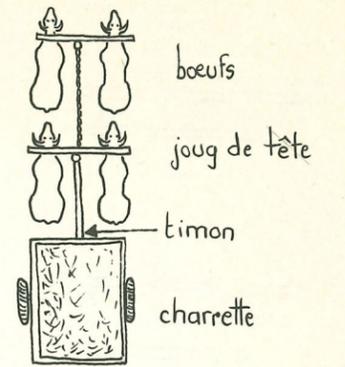


fig. 139 : Attelage par paire

#### 6.4.2. Equidés

Les possibilités sont nombreuses :

Attelage en file :

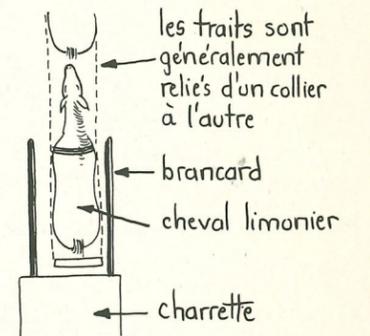


fig. 140 : Attelage en file

Attelage au palonnier :

Le lien entre le timon et les animaux qui assure les fonctions de portage et de recul/freinage peut s'opérer de plusieurs façons. Avec le système de palonnier les possibilités sont extrêmement nombreuses.

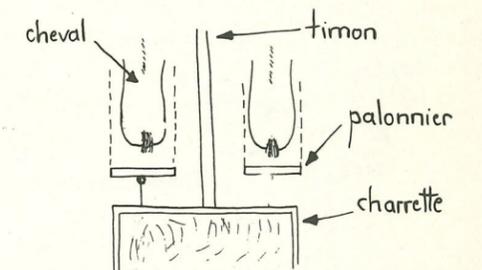


fig. 141 : Attelage au palonnier

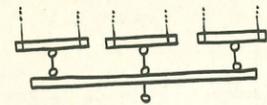


fig. 142 : Attelée de 3 chevaux

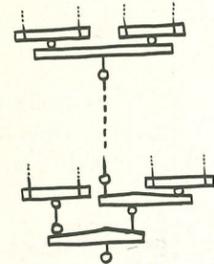
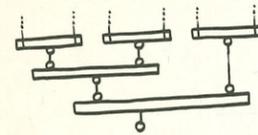
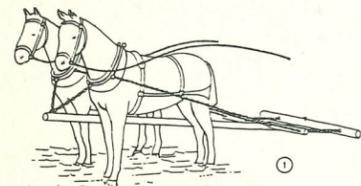
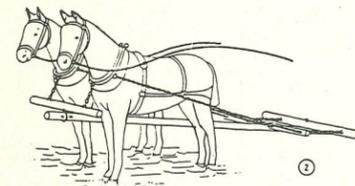


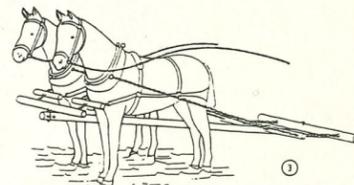
fig. 143 : Attelée de 4 chevaux



1) Par une chaîne attachée au collier



2) Par un palonnier et deux chaînes



3) Par un maître palonnier et deux palonniers

fig. 146 : Lien entre le timon et les animaux

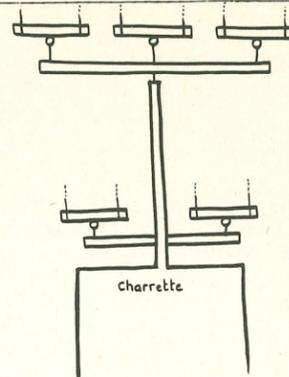


fig. 144 : Attelée de 5 chevaux

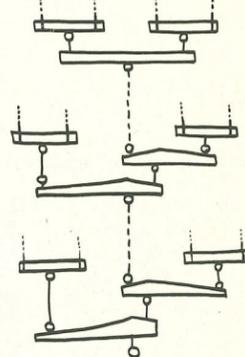


fig. 145 : Attelée de 6 chevaux

6.5. CHOIX DES MATERIAUX

6.5.1. Bois

Pour le bois on aura avantage à choisir un bois dur, sans trop de noeuds ou de fentes. Pour les attelles de collier on peut cintrer le bois ou le couper dans le sens de la fibre, un renfort en fer est dans les deux cas nécessaire. Pour les jougs on peut utiliser les bois suivants (57) :

- *Cordyla africana* ("Dimbou" au Sénégal)
- *Pterocarpus erinaceus*
- *Tamarindus indica* (tamarinier)
- *Balanites aegyptiaca*
- *Mitragyna ciliata* ou *Inermis* ("dio" au Mali)
- *Khaya senegalensis* (Cailcédrat)
- *Tectoma grandis* (Teck en Côte d'Ivoire)
- *Hyphaene thebaica* (doum au Niger)
- *Butyrosperum parkii* (Karité au Sénégal, "Sé" au Mali)
- *Parkia biglobosa* (Néré en Haute Volta, Nette au Bénin)
- "Gaboug" et "Dong" (Togo)

6.5.2. Cuir

Il est généralement coûteux et demande beaucoup d'entretien (graissage ou savonnage). Les noms des différentes parties d'une peau figurent sur le schéma suivant :

(pièces de cuir vues de dessus)

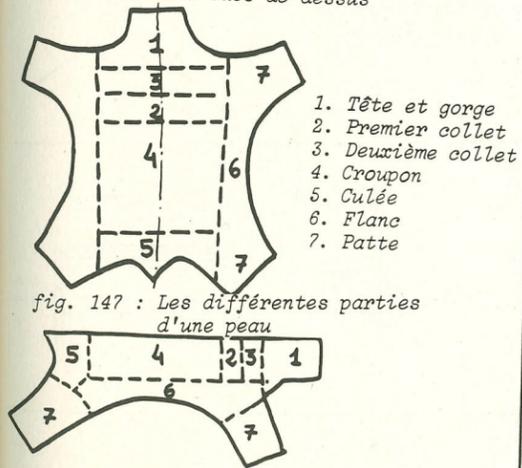


fig. 147 : Les différentes parties d'une peau

Pour plus de renseignements sur le tannage et les techniques de travail du cuir on se référera à la bibliographie et la liste des adresses des instituts techniques figurant en annexe 6.

6.5.3. Les autres matériaux

Pour les matériaux synthétiques, deux théories s'affrontent : l'une considère que les matières synthétiques n'absorbent pas la transpiration et provoquent des irritations locales pouvant entraîner des blessures.

L'autre constate que les meilleurs matériaux utilisés chez l'homme pour faire des prothèses sont les matériaux synthétiques qui sont inertes biologiquement, se nettoient facilement et n'emmagasinent pas de germes pathogènes.

Loin de ces préoccupations nous préconisons le matériau le moins coûteux, avec un quelconque matériau non synthétique pour le contact entre la peau et le harnais : pneu recouvert de tissu, nylon recouvert de toile de sac...

Pour le rembourrage il faut prendre un matériau ni trop dur, ni trop mou et pouvant se nettoyer facilement.

En ce qui concerne le fer, on aura avantage à valoriser au maximum les pratiques traditionnelles des forgerons locaux. On peut utiliser du tube, de la tôle...

6.5.4. Quelques astuces de fabrication

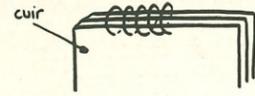


Fig. 148 : Le début de la couture par laçage

Couture de deux pièces de cuir : le point de sellier

Mettre une aiguille à chaque extrémité du fil (fil poissé de préférence). L'alène se tient dans la main droite et chaque aiguille dans une main.

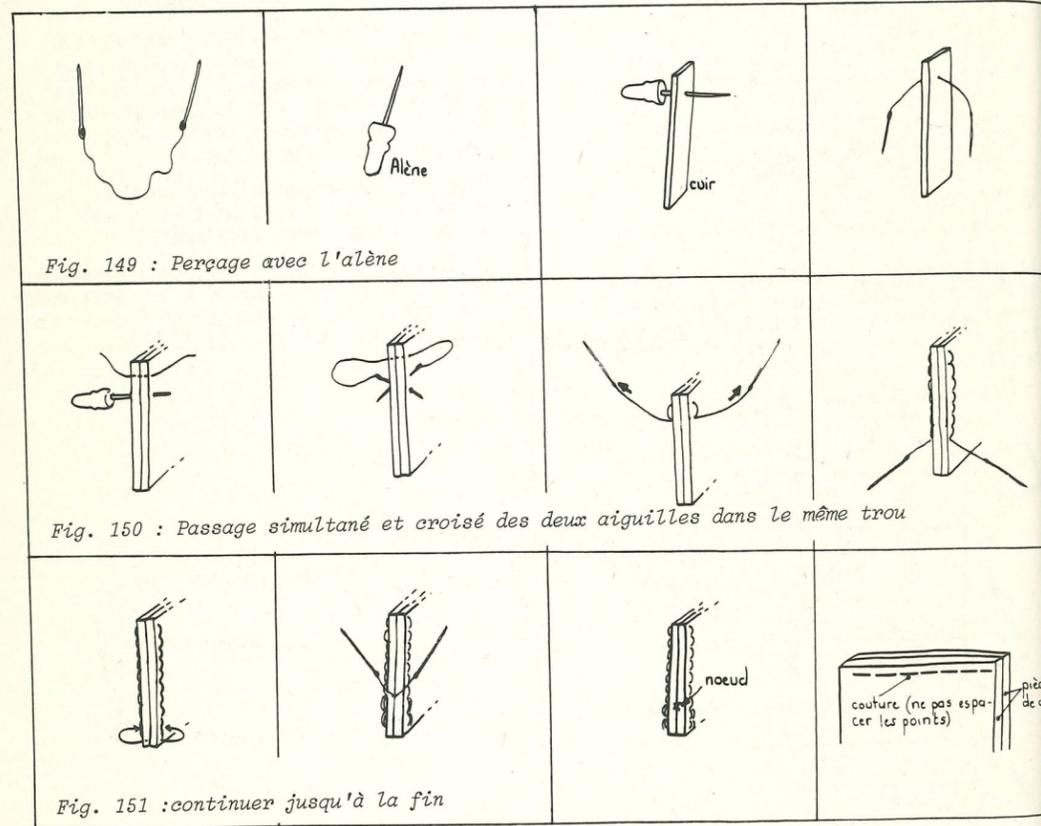


Fig. 149 : Perçage avec l'alène

Fig. 150 : Passage simultané et croisé des deux aiguilles dans le même trou

Fig. 151 : continuer jusqu'à la fin

noeud  
couture (ne pas espacer les points)  
pièces de cuir

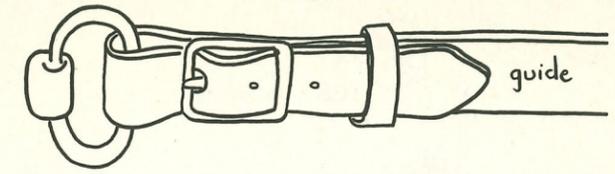


fig. 152 : Réalisation par coutures

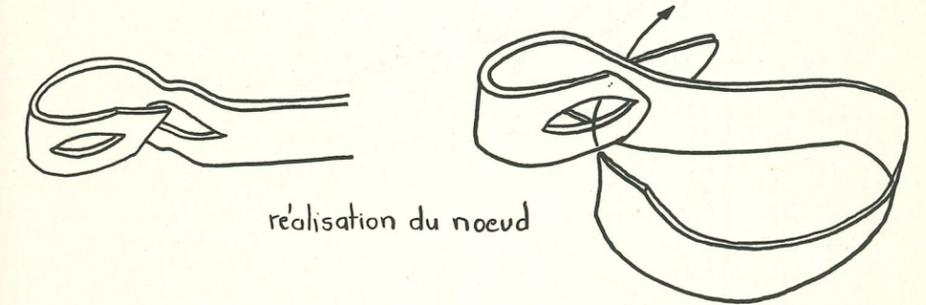
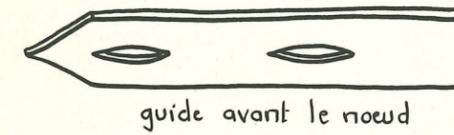
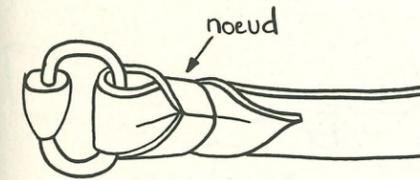


fig. 153 : Réalisation par noeud de jet

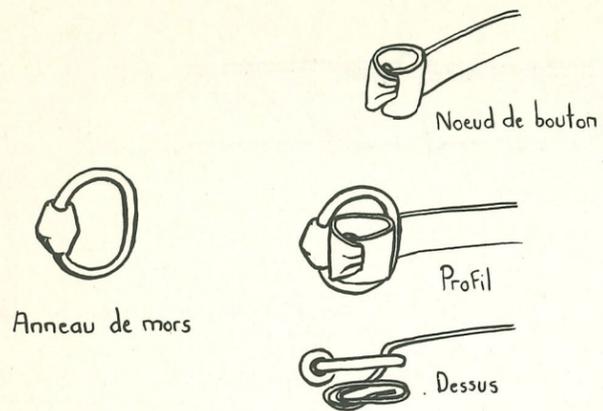


fig. 154 : Noeud de bouton

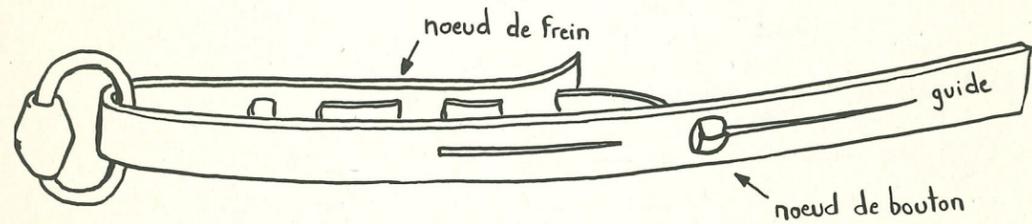


fig. 155 : Noeud de bouton et noeud de frein

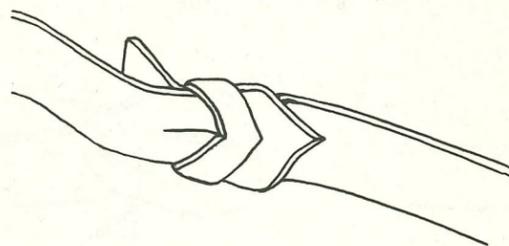


fig. 156 : Noeud d'anneau

Différents modes de liaison joug-timon. (seul le joug est représenté)

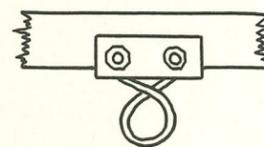
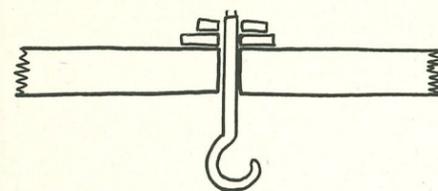


fig. 159 :

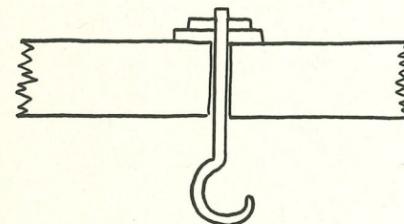


fig. 160 :

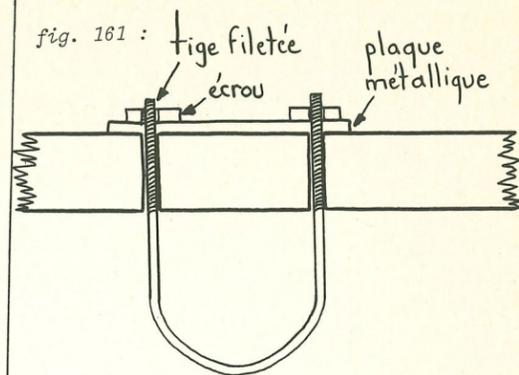
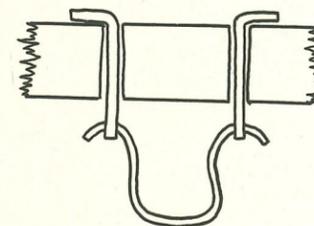


fig. 162 :

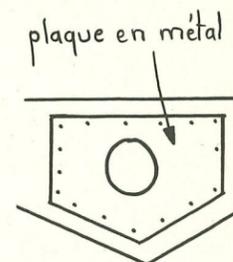


fig. 163 :

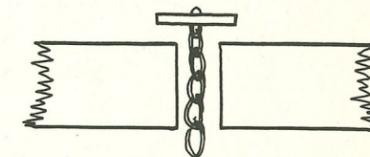
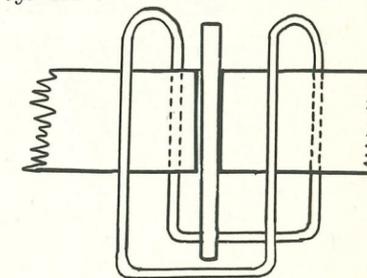


fig. 164 :



## 7. Pose du harnais et guidage

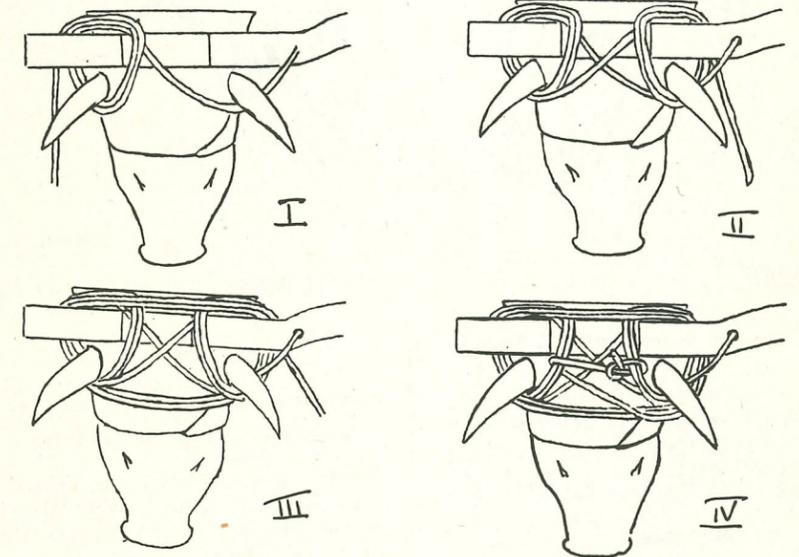
### 7.1. POSE DU HARNAIS

#### 7.1.1. Bovidés

La technique d'attache d'un joug de nuque peut être la suivante :

MODELE SATEC

fig. 165 : Méthode d'attache SATEC

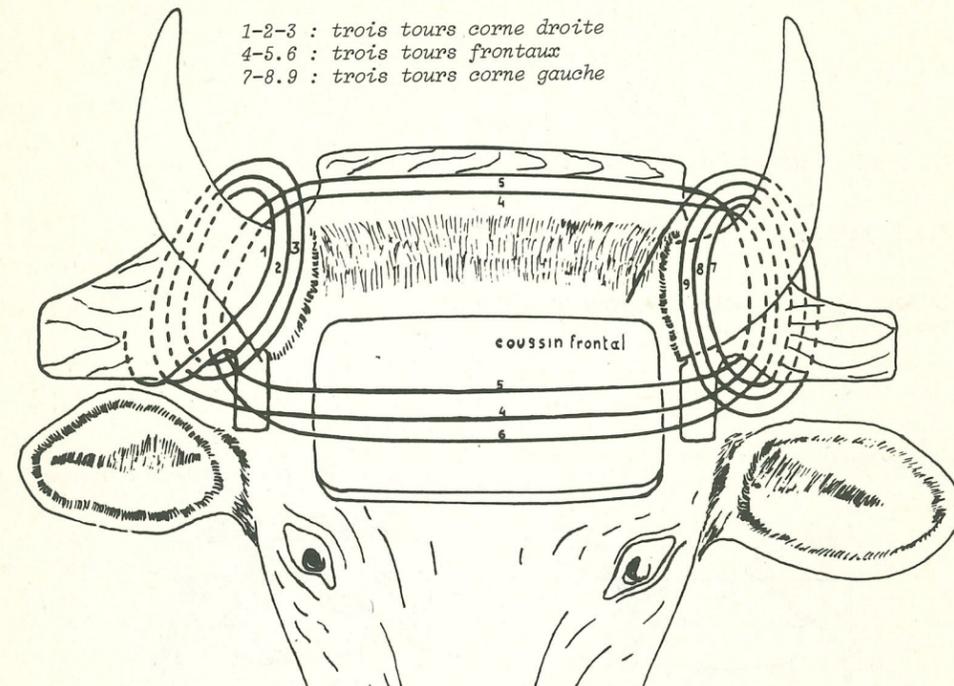


## METHODE CEEMAT

fig. 166 : Méthode d'attache CEEMAT

Par ordre :

- 1-2-3 : trois tours corne droite
- 4-5.6 : trois tours frontaux
- 7-8.9 : trois tours corne gauche



## 7.1.2. Equidés

La succession des opérations est la suivante :

- pose de la bride avec le mors
- pose du collier ou de la bricole
- pose de la sellette
- pose du reculement
- présentation de l'animal dans l'attelage
- passage de l'enrènement

## 7.2. LE GUIDAGE

## 7.2.1. Bovidés

Plusieurs solutions sont employées :

- le bouvier dirige les animaux à l'aide d'une pique
- à l'aide d'une corde attachée à la corne intérieure enroulée ensuite autour de l'oreille extérieure (Fig. 167)

C'est la meilleure méthode puisque la sollicitation sur les guides se fait dans le bon sens (guide droit tourne à droite, guide gauche tourne à gauche (Fig. 168).

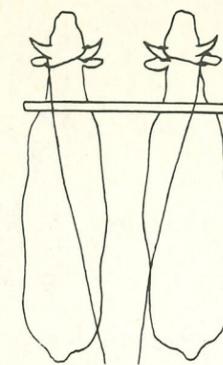


fig. 167 : Mise en place des guides d'oreilles

- à l'aide d'un anneau passé dans la cloison nasale, une corde passant sur la tête et un guide attaché à la corde (Fig. 169 et 170).

## FER DE NEZ

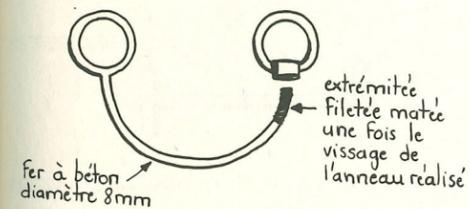


fig. 169 : Fer de nez

## PROCEDE SATEC

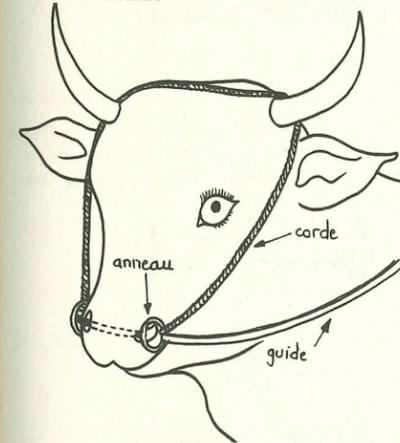


fig. 170 : Procédé SATEC



fig. 168 : Détail

## 7.2.2. Equidés

Le guidage se fait grâce à l'utilisation d'une bride équipée d'un mors :

## 7.2.2.1. La bride

La bride est constituée d'un mors et d'un ensemble de sangles passant sur la tête et maintenant le mors en place (Fig. 171 et 172).

Lors de la pose de la bride sur l'animal il faut s'assurer que la sous-gorge n'est pas serrée.

La bride peut éventuellement porter des oeillères. Les avis sont partagés sur leur efficacité; à ce propos Lavalard écrit (60) : "Depuis 20 ans que nous avons supprimé l'oeillère il nous a été permis de constater que non seulement il y avait économie au point de vue de l'entretien de la bride mais que les animaux se trouvaient dans de bien meilleures conditions et qu'ils s'effrayaient beaucoup moins de tout ce qui les entoure". On peut cependant reconnaître un rôle important de protection des yeux; en milieu forestier on peut utiliser des oeillères transparentes.

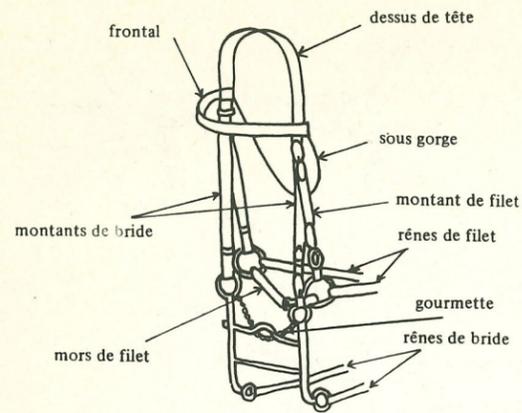


fig. 171 : Bride

7.2.2.2. Le mors

Un mors est constitué de trois parties (61)

- l'embouchure ou barre ou canon qui correspond à la partie placée dans la bouche et qui porte sur les barres
- les branches
- la gourmette

Il existe deux types de mors :

- le mors de filet ; les rênes sont attachées au niveau de l'embouchure
- le mors de bride ; les rênes sont attachées sur les anneaux inférieurs des branches.

Le mors agit en comprimant le maxillaire inférieur par serrage de l'embouchure et de la gourmette. Pour les travaux agricoles on préfère les mors sans gourmette ou les mors de filet. Lors de l'achat ou de la fabrication d'un mors il faut veiller à la liberté de la langue. On utilise également des canons plus épais qui agissent plus doucement. Un mors bien fixé doit laisser un espace de deux doigts entre la gourmette au repos et la mâchoire et un espace de 1 cm entre la branche et la commissure des lèvres. Pour le dressage le mors de filet est préféré (Fig. 173).

Les filets de salive débordant de la bouche sont souvent signe d'un risque de plaie et d'un mors trop "dur".

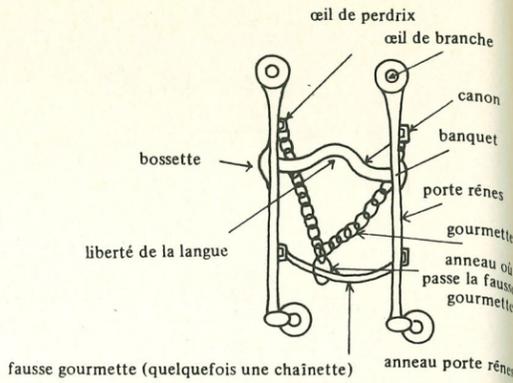


fig. 172 : Mors

EMBOUCHURE BRISEE

Bien pour le dressage ou la conduite aux longues rênes



EMBOUCHURE DROITE



EMBOUCHURE ARQUEE



MORS VALSEUR

Peut être utilisé pour des animaux ayant des plaies non cicatrisées sur les barres, les canons de ce mors roulent sur eux-mêmes.



MORS HOWLETT



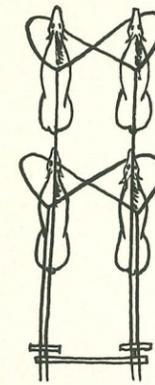
Fig. 173

+ DUR

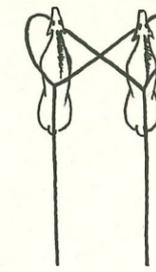
7.2.2.3. Le guidage d'attelage multiple

L'enrènement peut passer à différents endroits (Fig. 174).

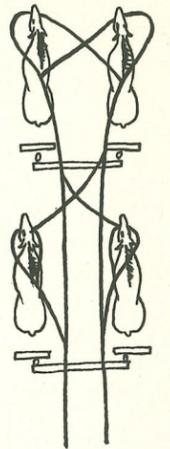
Dans le cas d'attelages très importants seuls les animaux de tête les mieux dressés et ayant le plus d'expérience seront enrènés.



guides dits à l'italienne



ancienne façon de guider



Façon plus récente de guider

fig. 174 : Guidage d'attelage multiple



## 8. Les blessures : préventions et soins

### 8.1. PREVENTION

La prévention est importante car pour certaines affections l'animal risque d'être immobilisé pendant une longue durée, ce qui peut avoir des conséquences catastrophiques pour certains systèmes à traction animale : pompage de l'eau...

Parmi les précautions à prendre pour prévenir d'éventuelles blessures sur les animaux de trait nous citerons (62) :

- Utiliser un harnais bien conçu : voir les commentaires généraux au chapitre Conception.
- Choisir des matériaux qui n'irritent pas la peau, en particulier éviter tout contact direct entre du pneu ou du plastique et la peau. Ce contact conduit généralement à une chute des poils puis à l'apparition de plaies.
- Nettoyer les harnais systématiquement après utilisation : avec de l'eau et du savon pour les courroies en cuir.

- Chaque harnais doit être utilisé spécifiquement avec le même animal pour éviter la propagation de maladies : certaines mycoses, la gale ou les poux peuvent se propager d'un animal à l'autre par l'utilisation conjointe du harnais.
- Les animaux doivent avoir un rythme de travail normal et raisonnable. Tout excès conduit à des inflammations locales au contact du harnais.
- En cas de blessure, le meilleur traitement sera d'abord l'arrêt du travail, ce qui n'est pas toujours possible.



## 8.2. SOINS

## 8.2.1. Les plaies

Il faut les traiter rapidement pour éviter les complications. On commence par nettoyer la plaie avec de l'eau bouillie (refroidie) pour éliminer toutes les souillures qui peuvent l'envahir (caillots, corps étrangers...). On peut utiliser un chiffon bouilli dans l'eau pour le nettoyage. Plusieurs désinfectants peuvent être utilisés : il faudra dans leur choix veiller à ce qu'ils ne soient pas irritants.

En voici quelques uns à utiliser :

Sur une plaie récente :

- alcool à 60°
- ammonium quaternaire : solution à 0,5 %
- bleu de méthylène : solution à 1 %
- eau de javel : solution à 1 ou 3 %
- eau oxygénée à 10 volumes
- mercurochrome : solution du commerce
- permanganate de potassium : solution à 1 %

Sur une plaie ancienne infectée :

- nettoyer avec de l'alcool, du permanganate, de l'eau de javel ou de l'eau oxygénée.
- puis appliquer des sulfamides en poudre ou des antibiotiques en poudre.

## 8.2.2. Inflammations : Hygromas et Bursites

Ce sont des inflammations des gaines synoviales articulaires ou tendineuses. Elles résultent souvent d'un frottement répété (harnachement mal ajusté). Elles se traduisent par un gonflement localisé qui cède à la pression légèrement douloureuse. Elles risquent de se compliquer par une infection.

Soins à donner :

- douche froide
- lotion astringente :
  - . vinaigre
  - . blancs d'Espagne quantités égales
  - . eau blanche : eau ordinaire (2 l).
  - + extrait de saturne (30 g)

Après l'application on frictionne quelques minutes. Il est inutile de couper les poils. Après deux jours on lave avec de l'eau bouillie tiède.

## 8.2.3. Gale

C'est une maladie fréquente chez les animaux qui ont un mode de vie sédentaire. Il s'agit de petits parasites externes dont la transmission est favorisée par la malpropreté et les mauvaises conditions d'hygiène. La gale est caractérisée par des démangeaisons internes, des croûtes jaunâtres et des dépilations.

Traitement :

- tondre l'animal
- ramollir les croûtes avec de l'huile ou de la vaseline
- puis lavage avec de l'eau savonneuse
- friction à la brosse, imprégnée d'un produit acaricide dilué :
  - . HCH à 1 %
  - . Toxaphine à 2,5 %
  - . Benzoate de benzyle
  - . Cresyl

Les teignes ont des effets comparables aux gales. On n'observe pas de démangeaisons. Leur traitement est difficile.

Les poux sont des parasites plus gros et plus localisés. Le traitement est identique : lavage, brossage...

Ces maladies sont importantes parce que transmises par le harnachement mais elles n'empêchent pas l'animal de travailler.

## 8.2.4. Tendinites et entorses

Les entorses sont un traumatisme indirect que subit une articulation. Elles proviennent d'un mouvement forcé mais fugace. Elles résultent d'un effort articulaire provoqué souvent par un travail excessif sur un mauvais terrain.

Soins à donner

- mettre l'animal au repos prolongé
- massage localisé (en appuyant progressivement sur la région atteinte et en direction du coeur)

- puis appliquer un onguent
  - . cataplasme à la farine de moutarde
  - . essence de térébenthine
  - . vinaigre
  - . onguent rouge vésicatoire (n'appliquer qu'après avis du vétérinaire).

Les tendinites correspondent à une inflammation plus ou moins importante d'un tendon.

Elles résultent d'un effort excessif portant sur un tendon causé par un ef-

fort de traction excessif ou un effort de démarrage. Elles atteignent surtout les équidés.

Elles se traduisent par un gonflement du membre intérieur, de la douleur à la palpation, une boiterie plus ou moins accentuée. L'animal est impropre au travail.

Soins à donner

- repos prolongé
- douche froide
- onguent



---

## 9. Des expériences et des compétences

## 9.1. HARNAIS EN FRANCE

*Histoire des harnais en France :*

- M. SPRUYTTE auteur d'un livre sur "Etude expérimentale sur l'attelage" a réalisé des expériences pratiques d'essai d'attelage antique.

J. SPRUYTTE : Ecole d'Equitation  
Vinson Sur Verdon 83560

- M. SIGAUT, chercheur à l'EPHE, se consacre à l'histoire des techniques agricoles il a notamment travaillé sur le thème de l'introduction de la traction équine au Moyen Age en Europe : "Les débuts du cheval de labour en Europe".

M. SIGAUT EPHE 54 Bd Raspail Paris

- Mme BRUNHES DELAMARE a travaillé avec le Muséum d'Histoire Naturelle et le Musée des Arts et Traditions Populaires, est auteur d'un livre sur "Géographie et ethnologie de l'attelage au joug en France du XVIIème siècle à nos jours".

- au Musée des ATP peuvent être visionnés deux films :

- . Un film de J.D. LAJOUX sur la fabrication des jougs en Aubrac (également visible au CNRS audiovisuel)
- . Un film de Y. CATEL sur la fabrication d'un collier dans la Nièvre.

*Fabrication en France :*

Peu de bourreliers en activité fabriquent des harnais pour usage agricole, certains peuvent en fabriquer sur demande :

- Ets DUPUIS FOUILHOUX, 2 rue des Arches  
77 130 Montereau

- Ets CHAUVIN - Rue Aristide Briand  
61 200 Argentan

- Ets RONZON S.S. rue des tanneries  
69 500 St-Symphorien-sur-Coise

*Apprentissage de l'utilisation :*

- L'Association de Recherche sur La Traction Animale et le Portage (ARTAP) dispose d'une documentation sur le cheval et l'attelage, deux de ses membres organisent des stages :

- . B. PRUVOST : stage d'attelage agricole et de dressage de chevaux de trait,  
Les Eparges 55160 Fresnes-en-Woëvre

- . C. ANTOINE : stage d'attelage utilitaire et de bourrelierie-sellerie  
Col des Clochettes 88 800 Valleroy-le-Sec

- Le GRDR organise des stages de culture attelée pour des travailleurs africains  
60 rue du Faubourg-Poissonnière  
75010 Paris

- La Fédération des Randonneurs Equestres organise des stages de bâtage  
6 avenue Maurice Ravel  
75 012 Paris

*Centres de documentation :*

De nombreuses informations sont disponibles auprès de :

- La Bibliothèque Nationale  
58 rue Richelieu  
75084 Paris

- La Bibliothèque du Musée des Arts et Traditions Populaires  
6 route du Mahatma Ghandi  
75116 Paris

- La Bibliothèque du CNAM  
292 rue Saint-Martin  
75003 Paris

## 9.2. HARNAIS ET ATTELAGE DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

De nombreux ouvrages cités dans la bibliographie sont consultables à la documentation du GRET (France).

De nombreuses informations sont également disponibles auprès de :

- CEEMAT (Parc de Tourvoile Antony 92) qui dispose d'une importante documentation et possède une longue pratique des projets de traction animale.

- IEMVT  
10 rue Pierre Curie  
94700 Maison-Alfort

- BDPA  
27 rue Vicat  
75015 Paris

- M. Nolle expert en traction animale  
19 avenue du Général Leclerc  
75014 Paris

- SATEC  
110 rue de l'Université  
75340 Paris  
a notamment participé à différents projets de traction animale intégrant un

volet fabrication de harnais ; Haute-Volta, Madagascar, Sénégal...

Dans le cadre d'une action artisanat et petite industrie intégrée à un programme de développement rural en 1963-65 en Haute-Volta, la SATEC a lancé la création d'ateliers de fabrication de harnais rustiques (63). Les artisans équipés n'étaient pas des artisans traditionnels du cuir. Quatre ateliers furent créés d'une capacité totale de production de 1000 harnais et 1600 sellettes/an. Chaque atelier employait 10 ouvriers. Ce chiffre de 10 ouvriers soit 250 harnais/mois semblait être l'optimum économique de l'époque. Il semble préférable d'après cette expérience de multiplier les petits ateliers que d'en créer un grand.

- Institut Technologique DELLO (Le Moulin Rouge 60410 Verberie) Dans le cadre d'un projet de recherche sur l'exhaure animale a travaillé sur le problème de harnais pour manège à va-et-vient.

*En Angleterre :*

- NIAE  
Silsoe Bedford MK 454HS  
dispose d'une importante documentation sur la traction animale

- L'Université d'Edimbourg entreprend actuellement des recherches sur le métabolisme des animaux au travail.

- ITDG  
OXON OX12 8PN  
Vient de réaliser une synthèse bibliographique sur les harnais : "The harnessing of draught animals" I. BARWELL et M. AYRE, 1982, 92 p.

*En Allemagne*

- la GTZ (Dag-Hammarskjöld - Weg D 6236 Eschborn) vient de réaliser un ouvrage sur la traction animale : Animal Traction in Africa, P. MUNZINGER 1982, 490 p.

*En Ethiopie :*

- le ILCA (PO BOX 5689 Addis Abeba) vient de réaliser une sélection bibliographique sur la traction animale ; "Animal traction, a selected bibliography", M.R. GOE, M. HAILU, 1983, 42 p.

## En conclusion

Au terme de ce panorama des techniques de harnais il convient de faire plusieurs remarques :

- Les harnais tels que ceux couramment utilisés en France jusqu'à une époque récente sont porteurs de plusieurs siècles d'évolution technologique; nous avons vu l'importance de l'analyse du contexte technico-économique de la traction animale dans le choix du harnais.
- au niveau théorique on relève un manque de données sur l'étude du trait en sol en pente pour les boeufs et sur la comparaison de l'efficacité du collier et de la bricole pour les équidés, surtout dans les conditions d'utilisation des paysans de pays en développement. Par

ailleurs les critères de qualité d'un harnais se révèlent parfois contradictoires.

- de nombreuses idées peuvent être puisés dans le savoir des bourreliers et jougtiers d'Europe mais tout n'est pas transférable. En particulier on se heurte à une limite économique et/ou technique dans la possibilité de transfert et cette difficulté nous a conduit à envisager plus globalement la conception des harnais.
- Les modèles présentés révèlent une grande richesse, mais nous rappelons que les mesures ne sont données qu'à titre indicatif et que rien ne peut remplacer la mesure directe sur l'animal.



## Bibliographie

1. LEFEBVRE DES NOETTES. : L'attelage, le Cheval de selle à travers les âges. Contribution à l'histoire de l'esclavage (p. 5), Paris, Ed. Picard, 1931, 312 p + Illustrations.
2. CRUVEILLER J.P.C. : Contribution à l'étude de l'attelage. Son évolution, sa portée sociale, Thèse Vét. Alfort N°63, Toulouse, 1969, 93 p.
3. LEFEBVRE DES NOETTES. : La force animale à travers les âges. Ed. Berger Levrault, Nancy, 1924.
4. LAVALARD E. : Le cheval dans ses rapports avec l'économie rurale et les industries du transport. Tome II (p. 157), Lib. Firmin Didot et Cie Paris, 1894.
5. MUNZINGER P. : Animal Traction in Africa. GTZ, Eschborn, 1982, 490 p.
6. POUSSET J. : Le cheval : énergie douce pour l'agriculture, Ed. de la Lanterne, Paris, 1982, 185 p.
7. BARWELL I., AYRE M. : The harnessing of draught animals, I.T. London, 1983, 92 p.
8. CRUVEILLER (op. cit.)
9. BRUNHES DELAMARE J. : Géographie et ethnologie de l'attelage du joug en France du XVIème siècle à nos jours, Prague, 1969, 132 p.
10. HAUDRICOURT A.G. et DELAMARE J.B. : L'homme et la charrue, Gallimard, Paris, 1955.
11. LEFEBVRE DES NOETTES (op. cit.)
12. CRUVEILLER (op. cit.)
13. SPRUYTTE J. : Etudes expérimentales sur l'attelage, Ed. Crepin Leblond, Paris, 1977, 143 p.
14. SIGAUT F. : Les débuts du cheval de labour en Europe in Bulletin d'Ethnozootechnie N°30, Paris, 1982, pp. 33-46.
15. LEBRUN. : Manuel complet du bourrelier et du sellier, Ed. Leonce Lager, Paris, 1978 (réédition de 1933), 282 p. + Tableau.
16. DELAMARE J.B. (op. cit.)
17. LEBRUN (op. cit.) p. 6
18. LIZET B. : Le cheval dans la vie quotidienne, Ed. Berger Levrault. Paris, 1982, 214 p. p. 108.
19. LAVALARD (op. cit.) p. 160
20. LECHANTEUR F. : Le collier de cheval dit paronne dans le Coutançais in Annales de Normandie, 1951, pp. 133-139.
21. CRUVEILLER (op. cit.)

22. Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical, IEMVT, 1971, 519 p.
23. BUTEZ J. : De la traction bovine par la base de l'encolure, Thèse Vet. Alfort N°41, 1956, 40 p.
24. Manuel de culture avec traction animale. Techniques Rurales en Afrique, CEEMAT, 1975, 336 p. p. 80.
25. VARSHNEY, MISHRA, KUMAR, SINGA. : Performances of Harnesses used for Draught Animals, in Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 1982, pp. 15-19.
26. BUTEZ J. (op. cit.) pp. 24-25.
27. RINGELMANN cité par CRUVEILLER (op. cit.) pp. 40-42.
28. SALAZAR E.A.C. : Estudio comparativo de diferentes yugos y arneses como elementos para mejorar la traccion de los bovinos, CITA, INRA, COCHABAMBA, BOLIVIA, 1981, 147 p.
29. MAINUL, HOSSAIN, HUSSAIN : Design and development of neckharness for cattle in Bangladesh in Agricultural Mechanization in Asia, pp. 85-89.
30. POUSSSET J. (op. cit.)
31. LAVALARD (op. cit.) p. 160.
32. SCHERRER J. : La traction animale. Mesure de la puissance des attelages. Compte rendu de mission en Afrique et à Madagascar, CEEMAT, 1966, 112 p.
33. RINGELMANN cité par CRUVEILLER (op. cit.) pp. 32-33.
34. SARDA J. : Mises au point et expérimentations d'un équipement de pompage à traction animale, I.T. DELLO, 1983, 8 p.
35. BOIE W., LOWE P. : Göpelschöpfwerke in Agypten, GATE/GTZ, Eschborn, 1983, p. 51.
36. RINGELMANN M. Génie rural aux Colonies, 1905.
37. JEST C. : Le joug en Aveyron, Arts et traditions populaires, N°3-4, Paris VII, 1960.
38. DUPUY FOUILHOUX : Catalogue des harnais fabriqués par son établissement, 1983, 10 p.
39. D'après le film de CATEL Y. "Le collier", Musée des ATP, 1971.
40. BARWELL I., AYRE M. (op. cit.)
41. Fiche GRET N°655, fascicule N°28 1982, 4 p.
42. BUTEZ J. (op. cit.)
43. Fiche technique des comptes rendus de l'Opération URER de Tananarive, Section Machinisme Agricole, Madagascar, 1965-70, 3 p.
44. Manuel de culture avec traction animale, CEEMAT (op. cit.)
45. MAINUL, HOSSAIN, HUSSAIN (op. cit.)
46. SALAZAR E.A.C. (op. cit.)
47. Anonyme. Les thèmes lourds de vulgarisation ; la traction bovine, SATEC.
48. LAVALARD (op. cit.) p. 167.
49. LAVALARD (op. cit.) p. 168.
50. DUPUY FOUILHOUX (op. cit.)
51. Anonyme. Etude sur le collier pour cheval, N°543, SATEC, Mission du Sénégal, 1965, 7 p.
52. Anonyme. Etude sur le collier pour âne, N°542, SATEC, Mission du Sénégal, 1965, 7 p.
53. CHARVIN C. : Le cheval de bât, Ed. Crepin Leblond, 1981, 127 p. p. 29 et 31.

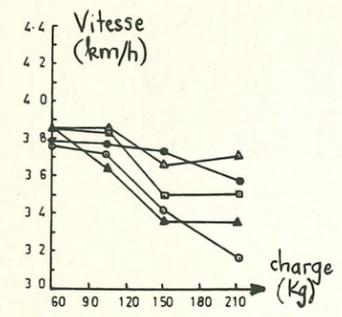
54. RINGELMANN M. (op. cit.)
55. HOPFEN : L'outillage agricole pour les régions arides et tropicales (p. 20). Collection FAO, 1970, 156 p.
56. BARWELL I., AYRE M. (op. cit.) p. 89
57. Manuel de culture avec traction animale, CEEMAT (op. cit.) p. 90.
58. MARQUART J.J. : Observations sur les harnais de chevaux de trait paysans en Lorraine. A paraître in Parc National Regional de Lorraine, Juin 1983, 7 p. pp. 3-4 et 6.
59. Les thèmes lourds de vulgarisation ; la traction bovine, SATEC (op. cit.)
60. LAVALARD (op. cit.), p. 178.
61. PAPE M. : L'art de l'attelage, Ed. Maloine, Paris, 1980, 277 p.
62. SAVANIER P., BOUY M. Ouvrage à paraître (l'ensemble du chapitre VIII est extrait de cet ouvrage).
63. Programme de Développement Rural en Pays Mossi, 2ème Phase (1965-67). Nov. 1964. Direction Services Agricoles, Haute-Volta.



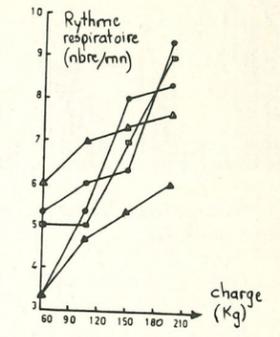
## Annexes

1. Résultats de l'étude de VARSHNEY, MISHRA, KUMAR, SINGA (Inde)
2. Protocole d'étude de SALAZAR (Bolivie)
3. Résultats d'étude de MAINUL, HOSSAIN et HUSSAIN (Bangladesh)
4. Dimensionnement des pièces de harnais
5. Liste d'outils de bourrelier
6. Bibliographie et adresses pour le cuir.

Résultats de l'étude de VARSHNEY, MISHRA, KUMAR, SINGA "Performances of Harness Used for Draught Animals" in Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 1982 - pp. 15-19.

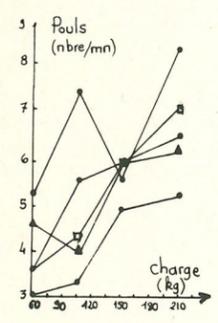


1) Effet de l'effort sur la vitesse de déplacement

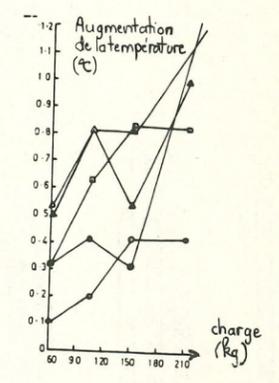


2) Effet de l'effort sur le rythme respiratoire

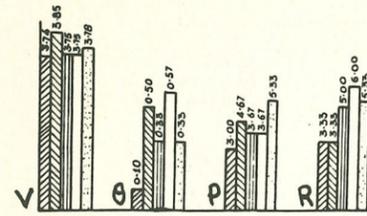
1. Joug de garrot "local"
2. Joug de garrot "local"
3. Joug de garrot du "Western Utah Pradesh"
4. Joug de garrot du "Eastern Utah Pradesh"
5. Joug de garrot, modèle amélioré



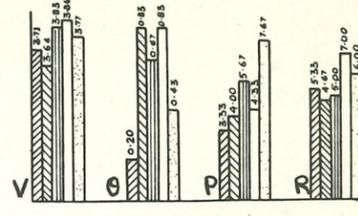
3) Effet de l'effort sur le pouls



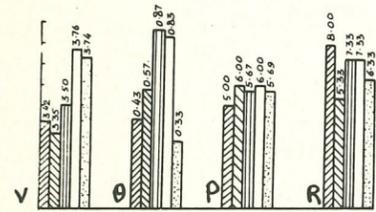
4) Effet de l'effort sur l'augmentation de la température



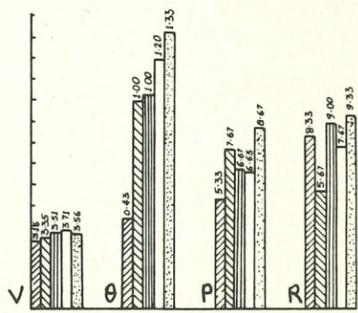
5) Performance des harnais pour un effort de 62 kg



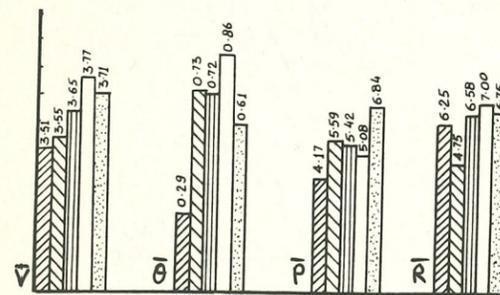
6) Performance des harnais pour un effort de 105 kg



7) Performance des harnais pour un effort de 150 kg



8) Performance des harnais pour un effort de 210 kg



9) Comparaison des performances des différents harnais pour un effort moyen

V = Vitesse (km/h)  
 Q = Augmentation de la température (°C)  
 P = Augmentation du pouls (nbre/mm)  
 R = Augmentation du rythme respiratoire (nbre/mm)  
 $\bar{V}$  = Vitesse moyenne (km/h)

= 1  
 = 2  
 = 3  
 = 4  
 = 5

PROTOCOLE D'ETUDE DE SALAZAR (BOLIVIE)

1. MATERIEL

Pour la paire de boeufs l'auteur compare le joug de nuque, le joug frontal, le joug de garrot, le joug frontal bavarois et le collier.

Pour un boeuf l'auteur compare le joug frontal bavarois et le collier.

Pour la mesure de la puissance maximum soutenue (PMS) les boeufs sont attelés au dispositif de la Fig. 1 et travaillent en décrivant un cercle Fig. 2.

Pour la mesure de la force de traction maximum les boeufs sont attelés au même dispositif (Fig. 1) et travaillent en ligne droite sur une piste de 60 m.

2. METHODES

2.1. Mesure de la PMS pour une journée de travail

On obtient la PMS par la formule :

$$P = F \times V$$

P = puissance en (CV) 1 CV = 75 kgf

F = force en kgf

V = vitesse en m/s

Mesure de la force

On étalonne d'abord l'appareil en mettant différents poids dans le traineau et en mesurant la force sur le dynamographe. En connaissance l'angle que fait le timon avec le sol on obtient la force horizontale.

Poids dans le traineau → force au timon → force horizontale

Pour la mesure on met différents poids dans le traineau :

Poids dans le traineau → force horizontale → calcul de la PMS (en connaissant V et α)

Mesure de la vitesse

L'auteur mesure le nombre de tours, la longueur du trajet, le temps et détermine une vitesse moyenne à partir de 160 mesures environ.

Mesure de la puissance maximum soutenue (PMS)

La puissance maximum soutenue est déterminée avec la charge limite maximum que la paire de boeuf peut tirer pendant 6 heures dans la journée.

A noter que les boeufs se reposent tous les 1/4 heures, travaillent 90 mn et se reposent 30 mn, avec 3 à 4 jours de repos entre chaque essai.

2.2. Mesure de la force de traction maximum

On procède de la même façon : étalonnage puis lecture directe et calculs. On fait tirer des charges de plus en plus lourdes. La force de traction maximum est déterminée par la charge maximum que la paire de boeufs peut tirer sur une distance minimum de 10 mètres.

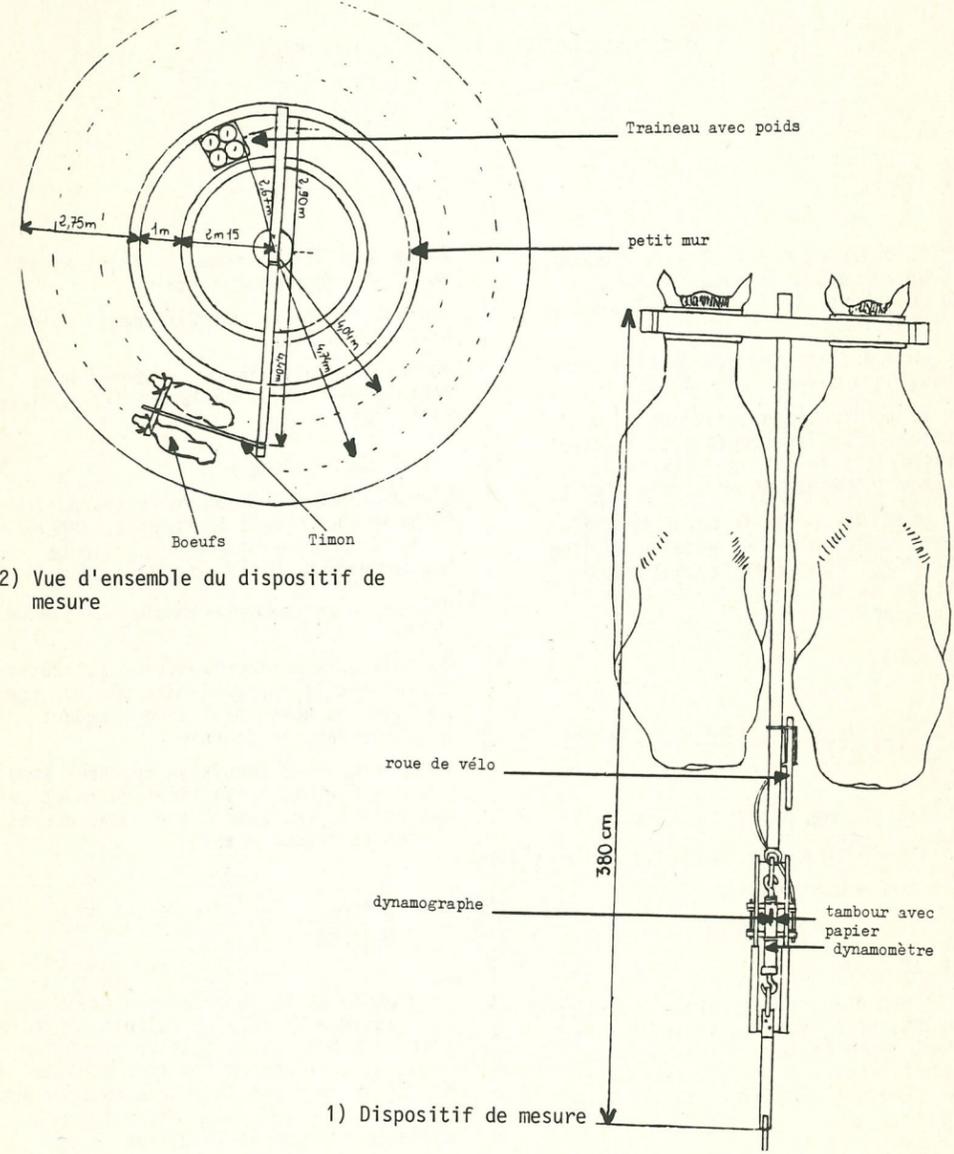
Cette notion correspond au "coup de collier" nécessaire à certains moments dans les travaux de culture attelée.

2.3. Observations qualitatives

L'auteur fait un certain nombre d'obser-

vations qualitatives telles que : fatigabilité, contrôle sur les animaux, position de traction, danger de blessure etc.

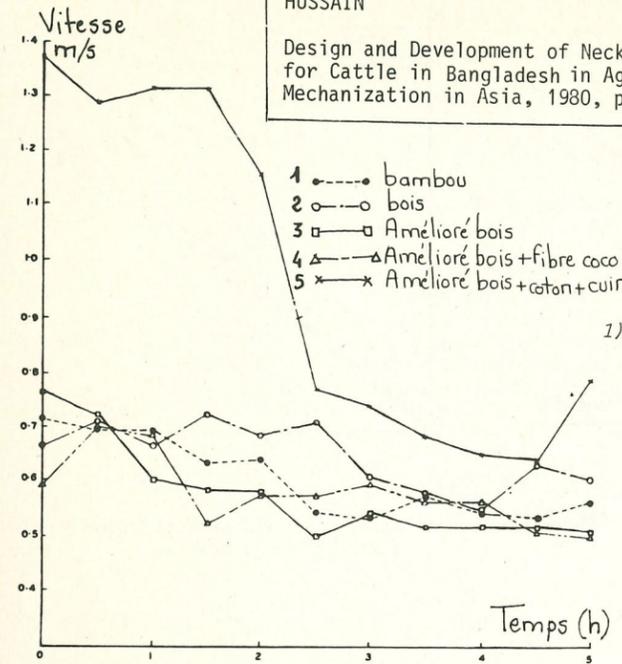
Pendant chaque essai les animaux sont entraînés à porter le harnais testé pendant quelques jours.



2) Vue d'ensemble du dispositif de mesure

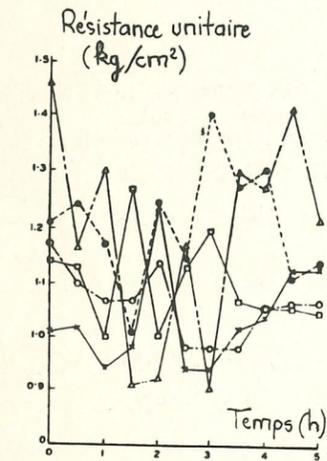
1) Dispositif de mesure

RESULTATS D'ETUDE DE MAINUL, HOSSAIN, HUSSAIN  
Design and Development of Neckharness for Cattle in Bangladesh in Agricultural Mechanization in Asia, 1980, pp. 85-89.

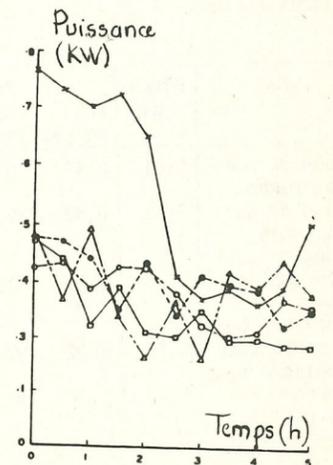


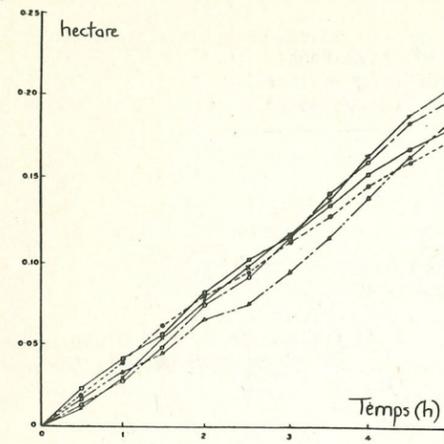
1) Vitesse de travail d'une paire de boeufs avec différents harnais

2) Résistance unitaire au travail avec les différents harnais

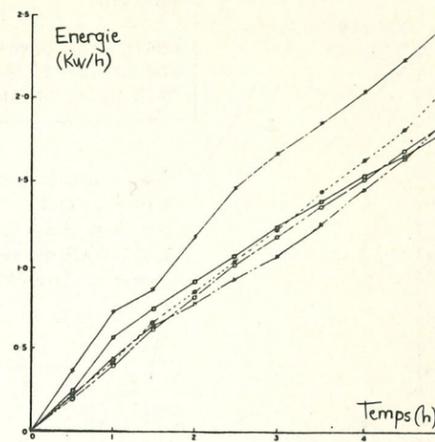


3) Performance de la paire de boeufs avec différents harnais





5) Surface totale travaillée durant l'expérience



4) Energie totale produit selon les différents harnais

6) Performance des jougs selon les états du sol.

JOUGS	POIDS (kg)	PUISSANCE (kw)			FORCE PRODUITE (kg)		
		sol compact	sol enherbé	sol travaillé	sol compact	sol enherbé	sol travaillé
1 joug de garrot bambou	1,81	0,40	0,67	0,82	84,77	68,18	70,36
2 joug de garrot bois	3,62	0,42	0,46	0,73	69,63	69,59	68,18
3 joug de garrot amélioré bois	5,68	0,39	0,64	0,85	85,00	66,54	81,36
4 amélioré bois + fibre coco	6,79	0,32	0,36	0,85	87,72	71,82	80,64
5 amélioré bois + coton + cuir	5,43	0,46	0,65	0,99	94,54	78,64	89,27

DIMENSIONNEMENT DES PIÈCES DE HARNAIS (LEVROT : Le livret du bourrelier-sellier-harnacheur, Paris, 1924, pp. 125-129)

Nous ne citons que les dimensions de harnais pour âne ou petit poney, ou pour fort poney. Les mesures pour chevaux ne correspondent pas du tout au petit gabarit des chevaux des pays en voie de développement. Nous rappelons que ces mesures sont données à titre indicatif et que rien ne remplace la mesure sur l'animal.



## HARNAIS D'ANE OU PETIT PONEY

DESIGNATION DES PIECES DE HARNAIS	LONGUEURS	LARGEURS	POIDS	FACON
BRIDE				
Dessus de tête.....	0,50 m	41 mm	0,135 kg	0,25 h.
Petits montants.....	0,26 m	20 mm	0,070 kg	
Grands montants.....	0,50 m	20 mm	0,185 kg	1 h.
Oeillères (façon 2 heures).....				
Dessus de nez.....	0,35 m	20 mm	0,050 kg	0,10 h.
Muserolle une boucle.....	0,65 m	20 mm	0,095 kg	0,20 h.
Muserolle découpée avec sanglons	0,50 m	37 mm	0,120 kg	0,25 h.
Sous-barbe.....	0,15 m	20 mm	0,040 kg	0,25 h.
Sous-gorge.....	0,45 m	20 mm	0,085 kg	0,25 h.
Frontail cuir.....	0,38 m	28 mm	0,075 kg	0,20 h.
Petit côté de rênes.....	0,40 m	20 mm	0,065 kg	
Grand côté de rênes.....	1,20 m	20 mm	0,160 kg	0,40 h.
Porte-mors, la paire.....	0,25 m	20 mm	0,170 kg	
Ronds de rênes, la paire.....	0,35 m	20 mm	0,120 kg	
Porte-mors ronds de rênes, la				1,10 h.
paire.....	0,20 m	20 mm	0,055 kg	
Plat de rênes.....	1,20 m	20 mm	0,165 kg	0,20 h.
Collier pointu, taille moyenne..	0,40 m		1,185 kg	6 h.
BRICOLE POITRAIL				
Corps de bricole, cuir replié...	0,75 m	0,06 m		
Blanchet de bricole avec mains				
d'olive.....	0,65 m	32 mm	0,175 kg	5 h.
Boucleaux de dessus de cou				
(écartement 0,62 m).....	0,10 m	20 mm	0,070 kg	
Dessus de cou, cuir replié.....	0,40 m	0,04 m		
Dessus de cou, blanchet.....	0,70 m	20 mm	0,090 kg	
Traits doublés avec mains d'olive	1,20 m	32 mm	1,100 kg	5 h.
Boucleaux de traits, la paire.	0,25 m	32 mm	0,210 kg	2 h.
SELLETTE BATTINE				
Quartiers de sellette.....	0,42 m	3 p. 1/2	0,850 kg	5 h.
Sanglons de sellette.....	0,30 m	27 mm	0,100 kg	0,40 h.
Dossier doublée.....	0,80 m	32 mm	0,340 kg	1,30 h.
Ronds de dossier sans sanglon.	0,35 m	32 mm	0,295 kg	1,15 h.
Sanglons de ronds de dossier..	0,50 m	27 mm	0,220 kg	0,15 h.
Sanglons de porte-brancard.....	0,50 m	27 mm	0,115 kg	0,45 h.
Sangle.....	0,45 m	27 mm	0,115 kg	0,30 h.
SOUS-VENTRIERE				
Corps avec boîte.....	0,70 m	32 mm	0,180 kg	
Sanglon de sous-ventrière.....	0,65 m	32 mm	0,105 kg	0,30 h.

DESIGNATION DES PIECES DE HARNAIS	LONGUEURS	LARGEURS	POIDS	FACON
RECULEMENT				
Barre de reculement doublée.....	0,85 m	35 mm	0,455 kg	5 h.
Boucleaux de reculement (4)	0,10 m	23 mm	0,150 kg	1,15 h.
Feutre de croupière.....	0,50 m	41 mm	0,135 kg	
Blanchet de croupière.....	0,32 m	23 mm	0,050 kg	1 h.
Sanglon de croupière.....	0,90 m	23 mm	0,135 kg	
Culeron (2 chappes).....	0,10 m	20 mm	0,030 kg	0,30 h.
Culeron cuir replié.....	0,50 m	23 mm	0,130 kg	0,45 h.
Barre de fesses simple.....	0,80 m	23 mm	0,115 kg	0,15 h.
Barre de fesses à fourche.....	0,85 m	42 mm	0,220 kg	0,25 h.
Surdos.....	0,70 m	23 mm	0,110 kg	0,15 h.
Courroies de reculement.....	0,95 m	23 mm	0,350 kg	0,45 h.
GUIDES				
Coupées en 4 longueurs de 1,60 m	6 m	20 mm	0,810 kg	
Porte-mors.....	0,27 m	20 mm	0,070 kg	1,15 h.
TRAITS				
Doublés deux coutures.....	1,40 m	32 mm	1,175 kg	6 h.
Boucleaux de traits.....	0,25 m	32 mm	0,210 kg	2 h.
LICOL ORDINAIRE				
Tour de cou.....	0,95 m	23 mm	0,165 kg	
Montants.....	0,25 m	23 mm	0,075 kg	1 h.
Muserolle.....	0,75 m	23 mm	0,120 kg	
BRICOLE DE LABOUR				
Coussins (diamètre).....		0,20 m	0,230 kg	
Branches d'enrènement.....	0,55 m	23 mm	0,110 kg	
Branche de culeron.....	0,25 m	41 mm	0,095 kg	
Culeron cuir replié (coupé 45 mm.				
de large).....	0,50 m	23 mm	0,180 kg	
Porte-traits.....	0,40 m	23 mm	0,150 kg	
Boucleaux porte-traits.....	0,20 m	23 mm	0,095 kg	
Porte-palonnier.....	0,70 m	23 mm	0,230 kg	5,30 h.
Boucleaux porte-palonnier.....	0,35 m	23 mm	0,210 kg	
Grandes branches d'épaules.....	0,85 m	23 mm	0,275 kg	
Boucleaux de grandes branches..	0,15 m	23 mm	0,090 kg	
Traits cuir doublés.....	0,10 m	41 mm	1,200 kg	
Boucleaux de traits.....	0,25 m	41 mm	0,270 kg	
Surdos.....	0,70 m	23 mm	0,120 kg	
Boucleaux de surdos.....	0,20 m	23 mm	0,045 kg	
Sangle.....	0,60 m	23 mm	0,12 kg	
Sanglon de sangle.....	0,30 m	23 mm	0,060 kg	
Fourreaux de traits (coupés en				
14 cm de large).....	0,60 m	0,06 m	1 kg	2,15 h.

## HARNAIS DE FORT PONEY

DESIGNATION DES PIECES DE HARNAIS	LONGUEURS	LARGEURS	POIDS	FACON
BRIDE				
Dessus de tête.....	0,55 m	41 mm	0,145 kg	0,25 h.
Petits montants.....	0,28 m	20 mm	0,080 kg	
Grands montants.....	0,50 m	20 mm	0,140 kg	1,15 h.
Oeillères (façon 2,15 h.).....				
Dessus de nez.....	0,38 m	20 mm	0,055 kg	0,10 h.
Muserolle une boucle.....	0,75 m	20 mm	0,110 kg	0,20 h.
Muserolle découpée avec sanglons.	0,58 m	37 mm	0,090 kg	0,25 h.
Sous-barbe.....	0,18 m	20 mm	0,045 kg	0,20 h.
Sous-gorge.....	0,45 m	20 mm	0,085 kg	0,25 h.
Frontail cuir.....	0,38 m	23 mm	0,080 kg	0,20 h.
Petit côté de rênes.....	0,40 m	20 mm	0,070 kg	
Grand côté de rênes.....	1,30 m	20 mm	0,175 kg	0,45 h.
Porte-mors.....	0,28 m	20 mm	0,080 kg	
Ronds de rênes.....	0,55 m	20 mm	0,165 kg	1,30 h.
Porte-mors de ronds de rênes.....	0,24 m	20 mm	0,070 kg	
Plat de rênes.....	1,50 m	20 mm	0,200 kg	0,15 h.
COLLIER				
Collier pointu, taille moyenne..	0,48 m		1,220 kg	7 h.
BRICOLE-POITRAIL				
Corps de bricole, cuir replié....	1 m	0,14 m		
Blanchet de bricole avec mains d'olive.....	0,90 m	37 mm	0,275 kg	
Boucleaux de dessus de cou (é- cartement 0,75 m).....	0,10 m	27 mm	0,090 kg	6,30 h.
Dessus de cou cuir replié.....	0,50 m	0,06 m		
Dessus de cou, blanchet.....	0,85 m	27 mm	0,150 kg	
Traits doublés avec mains d'olives	1,65 m	37 mm	0,700 kg	6 h.
Boucleaux de traits.....	0,28 m	37 mm	0,265 kg	2,15 h.
SELLETTE				
Quartiers de sellette.....	0,55 m	5 P.	1,200 kg	7 h.
Sanglons de sellette.....	0,35 m	27 mm	0,125 kg	0,25 h.
Dossier doublée.....	0,95 m	37 mm	0,435 kg	2,15 h.
Dossier à boîte.....	1,75 m	37 mm	0,815 kg	5,15 h.
Ronds de dossier sans sanglon..	0,35 m	37 mm	0,335 kg	4 h.
Ronds de dossier avec sanglons.	0,80 m	37 mm	0,580 kg	4,30 h.
Sanglons de porte brancard.....	0,50 m	27 mm	0,250 kg	0,30 h.
Sangle cuir replié.....	0,60 m	0,07 mm		
Sangle blanchet.....	0,50 m	25 mm	0,125 kg	1,30 h.

DESIGNATION DES PIECES DE HARNAIS	LONGUEURS	LARGEURS	POIDS	FACON
SOUS-VENTRIERE				
Corps avec botte.....	0,85 m	41 mm	0,295 kg	
Sanglons de sous-ventrière.....	0,60 m	41 mm	0,165 kg	1,30 h.
RECULEMENT				
Barre de reculement doublée.....	1,20 m	41 mm	0,800 kg	4,30 h.
Boucleaux de reculement (4).....	0,10 m	20 mm	0,160 kg	1,15 h.
Feutre de croupière.....	0,55 m	45 mm	0,165 kg	
Blanchet de croupière.....	0,40 m	27 mm	0,070 kg	0,40 h.
Sanglon de croupière.....	1 m	27 mm	0,180 kg	
Culeron (2 chappes).....	0,10 m	20 mm	0,040 kg	0,45 h.
Culeron cuir replié.....	0,50 m	23 mm	0,130 kg	1 h.
Barre de fesses à fourche.....	1,15 m	60 mm	0,450 kg	0,30 h.
Surdos.....	1,10 m	20 mm	0,150 kg	0,15 h.
Courroies de reculement.....	1,20 m	23 mm	0,400 kg	1 h.
GUIDES				
Coupées en 4 longueurs de 1,80 m....	7 m	20 mm	0,945 kg	
Porte-mors.....	0,30 m	20 mm	0,080 kg	1 h.
TRAITS				
Doublés 4 coutures.....	1,70 m	37 mm	1,600 kg	8 h.
Boucleaux de traits.....	0,30 m	37 mm	0,300 kg	3 h.
LICOL ORDINAIRE				
Tour de cou.....	1 m	27 mm	0,215 kg	
Montants.....	0,30 m	27 mm	0,110 kg	1 h.
Muserolle.....	0,75 m	27 mm	0,135 kg	
LICOL AVEC DES ET ANNEAUX				
Boucleaux de dessus de tête.....	0,07 m	27 mm	0,040 kg	
Sanglon de dessus de tête.....	0,50 m	27 mm	0,110 kg	
Sous-gorge.....	0,35 m	23 mm	0,075 kg	
Montants.....	0,22 m	27 mm	0,120 kg	
Muserolle (largeur du feutre 41 mm)....	0,35 m	27 mm	0,090 kg	4,30 h.
Sous-barbe.....	0,35 m	27 mm	0,080 kg	
Boucleaux de sous-barbe.....	0,07 m	27 mm	0,040 kg	
Alliance en cuir.....	0,15 m	27 mm	0,070 kg	
BRIDON				
Montants.....	0,28 m	20 mm	0,095 kg	
Porte-mors.....	0,28 m	20 mm	0,075 kg	
Dessus de tête.....	0,55 m	41 mm	0,140 kg	
Sous-gorge.....	0,45 m	18 mm	0,075 kg	3,45 h.
Frontail.....	0,38 m	20 mm	0,075 kg	
Rènes.....	2,50 m	20 mm	0,345 kg	
Porte-mors.....	0,28 m	20 mm	0,075 kg	
BRICOLE DE LABOUR				
Branche d'enrènement.....	0,65 m	27 mm	0,145 kg	
Branche de culeron.....	0,25 m	41 mm	0,060 kg	
Culeron cuir replié (45 mm de large)....	0,50 m	23 mm	0,200 kg	
Porte-traits.....	0,45 m	27 mm	0,150 kg	
Boucleaux porte-traits.....	0,15 m	27 mm	0,080 kg	
Porte-palonnier.....	0,65 m	27 mm	0,270 kg	
Boucleaux porte-palonnier.....	0,35 m	27 mm	0,150 kg	
Grandes branches d'épaules.....	1,10 m	27 mm	390 kg	
Boucleaux de grandes branches.....	0,15 m	27 mm	0,125 kg	7,30 h.
Rond de cuir pour coussin, diamètre....		20 cm	0,275 kg	
Traits cuir doublés.....	1,30 m	37 mm	1,300 kg	
Boucleaux de traits.....	0,20 m	37 mm	0,290 kg	
Surdos.....	1 m	27 mm	0,200 kg	
Boucleaux de surdos.....	0,15 m	27 mm	0,200 kg	
Sangle.....	0,70 m	27 mm	0,150 kg	
Sanglon de sangle.....	0,35 m	27 mm	0,080 kg	
Fourreaux de traits.....	0,70 m	9 cm	1,500 kg	

## LISTE D'OUTILS DE BOURRELIER

*Découpe de cuir* : couteau à pied, tranchet, cutter, lame de rasoir, sécateur à cuir ou plus simplement un couteau bien aiguisé. Pour les trous emporte-pièce de différentes tailles + marteau.

*Couture* : Pince de sellier, fil poissé, aiguilles, alènes, griffes (ou roulettes)

*Finition* : buis, abacar, poinçons, teinture.

*Outillage spécialisé* :

- couteau mécanique : pour la découpe rapide de lanières de cuir
- compas à rondelle : pour la découpe de rondelles de cuir
- machine à coudre le cuir
- outillage de travail du bois (découpe des attelles) : scie à chantourner, rabot, vilebrequin, rape, serre joint etc.

Un descriptif complet des différents outils du bourrelier est disponible au Service Documentation du GRET; ce descriptif très exhaustif a été réalisé par M. CATEL

L'outillage minimum de travail du cuir est :

- 1 couteau bien aiguisé (+ pierre à aiguiser)
- du fil poissé, des aiguilles, une alène

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DES ADRESSES  
CONCERNANT LE CUIR, LE TANNAGE ET LES  
METHODES DE TRAVAIL

## BIBLIOGRAPHIE

- Méthodes artisanales de tannage, Col-  
lection FAO N°68 1962, 256 p.
- ATEN A., FARADAY INNES, KNEW : Cuirs  
et peaux, dépouillement et conservation  
en tant qu'industrie rurale, FAO,  
Rome, 1955, 136 p.
- JEANNIN, LOBRY, ROBINET : Manuel de con-  
ditionnement des cuirs et peaux en  
zone tropicale, IEMVT, 1971, 143 p.
- Tanning of hides and skins, Interna-  
tional Labour Office, Technology Series  
1981, 225 p.

ADRESSES : Centres de Recherche ou  
Instituts Techniques

## ARGENTINE

Centro de Investigacion de Tecnologia  
del Cuero (ITEC), Avenida 52 entre  
121 y 122, La Plata, Buenos Aires

## BRESIL

Centro Tecnológico de Cuero, Calçados e  
Afins, Rua Joaquim Pedro Soares,  
5403 Andar, CP 468,  
93300 Novo Homburgo

## GUATEMALA

Instituto Centroamericano de Investiga-  
cion Tecnologia Industrial (ICAIT)  
Avenida la Reforma 4-47  
Zona 10

## INDE

- Central Leather Research Institute,  
Adayar, Madras 600200

- College of Leather Technology  
Calcutta
- Institute of Leather Technology,  
Canal Road, Adayan, Madras 600200

## INDONESIE

- Indonesia Leather Institute,  
Dj1 Diponegoro NO 101 Djakarta
- Leather Research Institute,  
Jalan Sohonandi 3  
Yogyakarta

## MAROC

Institut National du Cuir et du Textile  
BP 1725 Fes

## NIGERIA

Leather Research Institute  
PB 1052 Zaria

## PAKISTAN

- Pakistan Society of Leather Technolo-  
gists, PO BOX 7542, Bombino Chambers,  
Garden Road, Karachi 3
- Leather Research Centre  
PCSIR Karachi

## SOUDAN

Hides, Skins and Leather Institute  
PO BOX 8 Khartoum

## TUNISIE

Centre National du Cuir et de la  
Chaussure  
6 rue Djebel Mansour, Tunis

ORIGINE DES ILLUSTRATIONS

- 1, 43, 46, 142 à 145, 171-172, 174 POUSSET J : Le cheval énergie douce pour l'agriculture.
- 2, 82 à 94, 96, 99, 100, 102, 113 à 120, 146 BARWELL I. AYRE M. The harnessing of draught animals
- 3, 4, 5, 6 SPRUYTTE J. : Etudes expérimentales sur l'attelage
- 7 à 17, 29, 30 CRUVEILLER J.P.C. : Contribution à l'étude de l'attelage, son évolution, sa portée sociale.
- 18, 147 Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical IEMVT.
- 19, 27, 28, 97, 98 BUTEZ J. : De la traction bovine par la base de l'encolure
- 21 à 26 VARSHNEY, MISHRA, KUMAR, SINGH : Performances of harness used for draught animals
- 31 à 36 SALAZAR E.R.C. : Estudio comparativo de diferentes yugos y arneses como elementos para mejorar la traccion de los bovinos.
- 37 à 42 MAINUL, HOSSAIN, HUSSAIN : Design and development of neck-harness for cattle in Bangladesh
- 52, 53 SARDA J. : Mises au point et expérimentations d'un équipement de pompage à traction animale.
- 55, 56 BOIE W., LÖWE P., Göpelschöpfwerke in Agypten
- 57, 58 LÖWE P. : Le manège
- 59 à 68 JEST C. : Le joug en Aveyron
- 69 à 81 CATEL Y. : Le collier
- 101 : Fiche technique des comptes rendus de l'opération URER de Tananarive
- 104 : Manuel de culture avec traction animale CEEMAT
- 121 LAVALARD E. : Le cheval dans ses rapports avec l'économie rurale et les industries du transport
- 122 DUPUIS FOUILHOUX : Catalogue de vente
- 123 à 132 : Anonyme, Etude sur le collier pour cheval, étude sur le collier pour âne - SATEC
- 133, 134 CHARVIN C. : Le cheval de bât
- 135 à 137 RINGELMAN : Génie rural aux Colonies
- 138 HOFFEN : L'outillage agricole dans les régions arides et tropicales
- 152 à 156 MARQUART J.J. : Observations sur les harnais de chevaux de trait paysans en Lorraine (à paraître)
- 157 à 164
- 165 à 168 HUET : Aide-mémoire du moniteur de culture attelée.



ACHEVÉ D'IMPRIMER PAR  
CORLET, IMPRIMEUR, S.A.  
14110 CONDÉ-SUR-NOIREAU

N° d'Imprimeur : 4584  
Dépôt légal : octobre 1984

*Imprimé en France*