



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

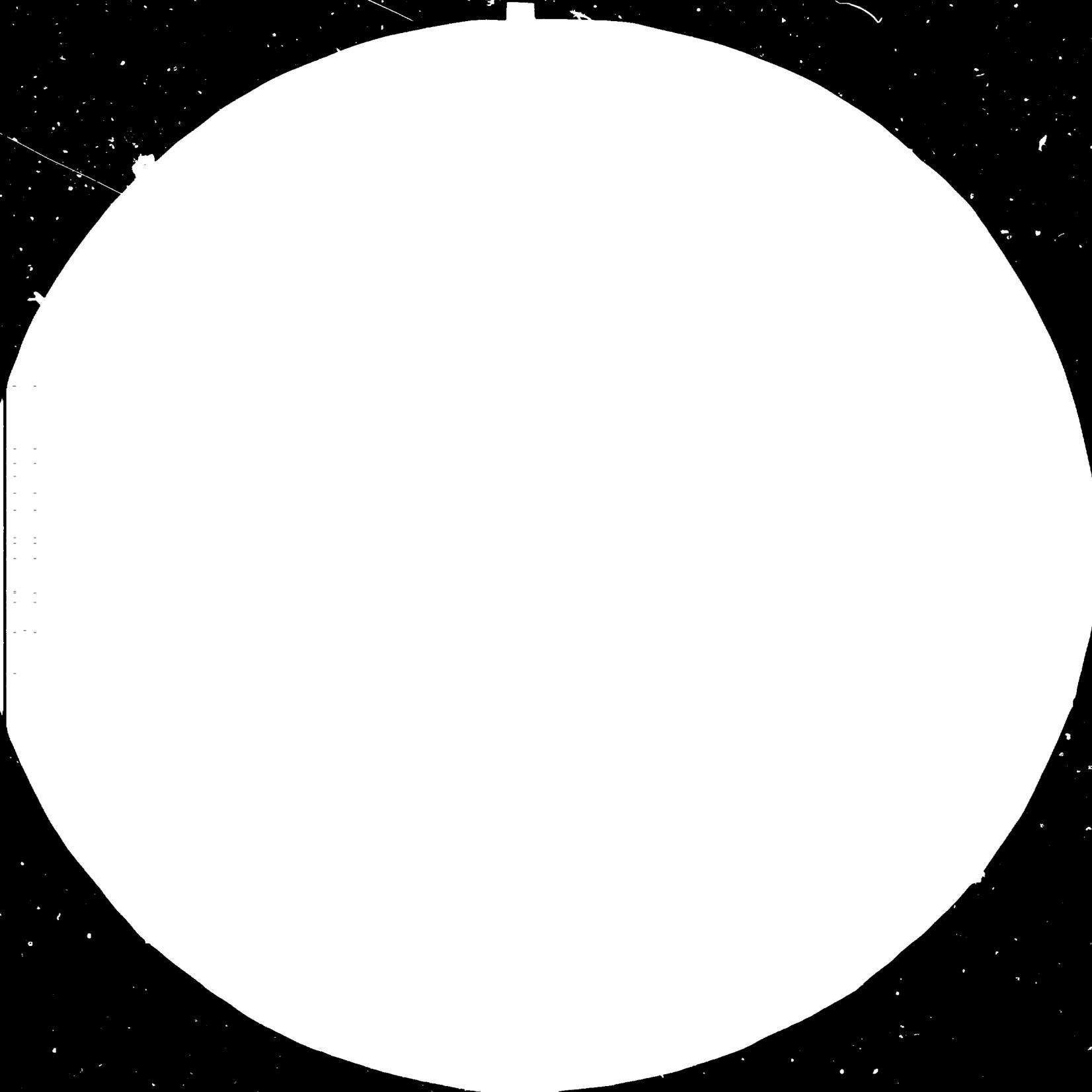
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





# 12004-F

Distr. RESTREINTE

UNIDO/IO/R.38

28 décembre 1982

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

EVALUATION TECHNIQUE DES TRACTEURS  
A FAIBLE PUISSANCE  
POUR LA REPUBLIQUE DU KENYA  
US/KEN/78/268  
REPUBLIQUE DU KENYA

Rapport technique : Méthode d'essai pour l'évaluation  
technique des tracteurs à faible puissance pour l'Afrique\*

Etabli pour le Gouvernement de la République du Kenya par  
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

D'après les travaux de D. Bordet  
du Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme  
Agricole Tropical (CEEMAT), sous-traité par l'ONUDI, au  
CEEMAT sous le No.80/40

\* Les opinions exprimées dans le présent rapport, dont l'original n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle, sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du secrétariat de l'ONUDI.

V.82-35204 (EX)

## TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
I - PARAMETRES A MESURER ET METHODES D'ESSAI	3
1. Description du tracteur	3
2. Essai au dynamomètre	3
2.1 Mesure de la puissance	3
2.2 Paramètres variables	4
2.3 Matériel de mesure	4
3. Essais sur le terrain	5
3.1 Paramètres à mesurer et matériel de mesure	6
3.1.1 Capacité de travail	6
3.1.2 Consommation de carburant	6
3.1.3 Conditions atmosphériques	7
3.1.4 Glissement des roues	7
3.1.5 Nature du sol	7
3.1.6 Remarques générales concernant l'emploi du tracteur	9
3.2 Méthode de mesure	9
3.3 Analyse des résultats et conclusions	10
4. Essai de longévité	11
4.1 But d'un essai de longévité	11
4.2 Mesures	11
II - METHODE D'ESSAI DES TRACTEURS A FAIBLE PUISSANCE - PROPOSITION	12
1. Dispositions générales	12
1.1 Echantillonnage	12
1.2 Instructions du constructeur	12
1.3 Période de rodage	12
1.4 Fiche technique	12
1.5 Equipements entraînés par le moteur	12
1.6 Conditions d'essai	12
2. Mesures au dynamomètre	13
2.1 Dispositions générales	13
2.2 Mesure de la puissance maximale	13
2.3 Mesures à divers régimes - charge maximale	13
2.4 Mesure au régime nominal de la prise de force	13
2.5 Mesure à charge partielle	13
2.6 Courbes des résultats	14
2.7 Mesures directes sur le moteur	14

	<u>Page</u>
3. Essais sur le terrain	14
3.1 Choix de l'équipement	14
3.2 Etat du sol	14
3.3 Conditions générales d'essai	14
3.4 Consignation des résultats	15
4. Essai de longévité	16
4.1 Dispositions générales	16
4.2 Gamme d'équipements	16
4.3 Conducteur	16
4.4 Défaillances	16
4.5 Consignation des résultats	16
 III - RAPPORT D'ESSAI TYPE	 17
1. Fiche technique du tracteur	17
2. Essai au dynamomètre, mesures sur prise de force	20
3. Essai sur le terrain	21
4. Essai de longévité	23
 ANNEXES	 26
 BIBLIOGRAPHIE	 43

## INTRODUCTION

Avant de présenter une méthode d'essai pour les tracteurs à faible puissance convenant aux pays africains, il est sans doute utile de préciser la nécessité d'une telle méthode alors qu'il existe dans les pays de l'OCDE des modalités d'essai qui ont donné satisfaction depuis de nombreuses années.

En premier lieu, le besoin d'une méthode spécifique à l'Afrique résulte sans doute des conditions de travail particulières à ce continent, des caractéristiques du matériel faisant l'objet des essais ainsi que des moyens d'essai existants.

Les conditions de travail dans lesquelles les tracteurs sont utilisés en Afrique ne diffèrent guère de celles des pays à climat tempéré, et les contraintes imposées aux machines ne sont pas plus sévères. Les systèmes de refroidissement, par exemple, sont généralement prévus pour faire face aux températures ambiantes les plus élevées. Les problèmes de poussière dans l'air et d'impuretés dans le carburant, qui sont typiques de l'Afrique, sont généralement résolus par les concessionnaires en surdimensionnant les systèmes de filtrage. Néanmoins, certains éléments tels que ceux entrant directement en contact avec le sol (pneus, dents, disques, etc.) peuvent s'user rapidement dans les sols très abrasifs. En Afrique, l'usure rapide du matériel motorisé - le phénomène a souvent été constaté - est principalement imputable aux lacunes en matière d'entretien et de réparation plutôt qu'aux conditions de travail difficiles.

Dès lors, il n'est pas nécessaire d'imposer des conditions d'essai plus exigeantes pour les tracteurs destinés à l'Afrique que pour ceux destinés aux pays développés.

Le matériel que nous envisageons d'essayer est différent de celui testé dans les centres OCDE. Les essais de l'OCDE portent sur des tracteurs classiques, alors que nous sommes concernés ici par des petits tracteurs de conception simple, parfois inhabituelle. Même si les modalités d'essai de l'OCDE sont applicables à la plupart des tracteurs à faible puissance (pourvus d'une prise de force), des méthodes d'essai spécifiques sont requises pour certaines particularités de conception telles que l'absence de prise de force, les transmissions hydrauliques ou par courroie, les attelages non conformes aux normes.

Les moyens d'essai existant dans les pays en développement sont moins importants que ceux des centres OCDE. La méthode d'essai OCDE requiert des modalités et du matériel d'essai donnant une grande précision, mais ce matériel est onéreux. De plus, certains de ces essais sont faits dans des conditions recréées artificiellement qui donnent des résultats de peu d'utilité pour les fermiers, techniciens et ingénieurs concernés par les petits tracteurs en Afrique. Nous préférons recréer des conditions d'essai qui se rapprochent davantage des conditions réelles rencontrées sur le terrain et qui, d'autre part, sont moins onéreuses.

### Principaux buts des essais :

- Mesurer les performances des tracteurs en termes quantifiables et non-quantifiables ;
- Ce faisant, disposer de moyens pour comparer des machines différentes essayées dans les mêmes conditions.

- Avoir la possibilité de déterminer le matériel le plus approprié eu égard aux conditions locales et au coût d'exploitation.

A cet effet, nous considérons que les trois types d'essai suivants sont requis :

#### Essai au dynamomètre

Un dynamomètre d'absorption convenant pour les mesures de puissance à la prise de force constitue un instrument très utile que l'on trouve dans la plupart des stations d'essai de matériel agricole africaines.

Les données obtenues à partir de ces essais - principalement la puissance à la prise de force et la consommation de carburant - sont les éléments qui se prêtent le mieux aux comparaisons d'un tracteur à l'autre étant donné qu'il y a très peu de paramètres qui viennent influencer les mesures.

#### Essais sur le terrain

L'essai de traction à la barre recommandé par l'OCDE nécessite une piste en tarmacadam inexistante dans la plupart des stations d'essai africaines et chère à la construction. De plus, les renseignements obtenus sont artificiels et ne tiennent pas compte de l'équilibre général de la machine et de ses équipements sur le terrain. C'est la raison pour laquelle nous recommandons des essais sur le terrain qui fournissent des renseignements beaucoup plus utiles concernant les possibilités réelles des machines sur le plan de la capacité de travail, force à la barre, simplicité de conduite, équilibre, limites d'application, etc.

#### Essai de longévité

L'essai de longévité, qui n'est pas exigé par la procédure OCDE, est néanmoins utile pour déterminer la fiabilité des machines et leur aptitude à faire face aux diverses conditions de travail.

## I - PARAMETRES A MESURER ET METHODES D'ESSAI

### 1. Description du tracteur

Un examen attentif des caractéristiques - taille, marque, mode de fonctionnement - peut donner un premier aperçu des performances que l'on peut attendre du tracteur.

Par exemple :

- à partir du nombre de cylindres, de l'alésage et de la course et du type de moteur (diesel ou essence), il est possible de faire une estimation de la puissance au niveau de la mer ;
- l'effort de traction maximal à la barre est estimé à partir du poids sur les roues motrices et de la taille de ces roues ;
- la taille du vérin hydraulique et sa pression maximale, la vitesse de la pompe et la géométrie de l'attelage permettent d'évaluer la capacité de levage.

Ces caractéristiques doivent être fournies par le constructeur et vérifiées par le responsable de l'essai. Les caractéristiques dont il faut disposer sont mentionnées au chapitre III, dans le Rapport d'essai type.

### 2. Essai du dynamomètre

#### 2.1 Mesure de la puissance

Le dynamomètre à frein mesure le couple T fourni par le moteur au niveau de l'arbre de prise de force. Si S est la vitesse de rotation du moteur, la puissance se détermine au moyen de la formule  $P=kTS$ , où

$$\begin{aligned} P &= \text{puissance en kilowatts} \\ T &= \text{couple en Newtons-mètres} \\ S &= \text{régime moteur en tr/min} \\ k &= \frac{1}{9549,305} \end{aligned}$$

Le couple et la puissance varient en fonction du régime moteur. Il nous faut connaître les courbes de puissance, de couple et de consommation de carburant, qui sont toutes fonction du régime moteur, et cela dans les deux modes de fonctionnement :

- dans la plage d'action du régulateur de pompe, commande des gaz à fond, c'est-à-dire le mode dans lequel le moteur est appelé à travailler le plus souvent ;
- à pleine charge, commande des gaz à fond, afin de déterminer la réserve de couple disponible et la plage de régimes dans laquelle le moteur est réellement utilisable pour les travaux lourds (entre le régime de couple maximum et le régime maximal à vide).

Il y a lieu de déterminer quelques points précis au sujet de ces courbes :

- puissance et régime au couple maximum
- couple et régime à la puissance maximum
- couple et puissance au régime nominal de la prise de force (540 ou 1000 tr/mn).

## 2.2 Paramètres variables

Le couple, la puissance et la consommation de carburant varient en fonction de quelques autres paramètres qu'il y a lieu de noter.

La température de l'air et du carburant, ainsi que la pression atmosphérique, font varier la densité de l'air et du carburant. Dès lors ils ont une action sur la puissance fournie par le moteur. Comme la pression atmosphérique baisse de 1,33 millibars par 12 mètres d'augmentation d'altitude, cette dernière joue un rôle déterminant dans les performances du moteur.

L'humidité relative joue également un rôle. Plus l'air est humide, plus la puissance du moteur diminue. Se référer à l'Annexe I qui contient les tables des coefficients de correction de la puissance des moteurs en fonction des variations de température, d'altitude et d'humidité de l'air.

Ensuite, il est nécessaire de prendre note de ces paramètres et, si possible, des limites de leurs variations.

- Il faut disposer d'un lieu d'essai bien aéré où la température n'excède pas 35°C. S'il apparaît que la température ambiante dans laquelle le moteur est normalement appelé à travailler est supérieure à 35°C, un essai doit avoir lieu à cette température.
- Si les excès de carburant retraversent l'appareil de mesure de la consommation, un système de refroidissement est requis pour maintenir la température du carburant constante tout au long de l'essai.
- Le lieu d'essai doit être pourvu d'un dispositif d'évacuation des gaz d'échappement. Ceux-ci seront captés au niveau du collecteur. En principe, le débit d'évacuation doit être le même que le débit de gaz refoulé par le moteur, à savoir :

$$\text{Débit F} = \frac{\text{cylindrée}}{2} \times \text{tr/mn, en litres/minute}$$

pour un moteur 4-temps.

La qualité du carburant doit être la même pour tous les essais.

## 2.3 Matériel de mesure

Le dynamomètre d'absorption est l'élément principal et le plus onéreux des appareils de mesure. La plupart des constructeurs de dynamomètres fournissent également des instruments mesurant le régime moteur et la consommation de carburant de même que des transducteurs de couple.

Les deux principaux types de dynamomètres fixes utilisés dans les stations d'essai sont :

- Le dynamomètre d'absorption hydraulique : celui-ci fonctionne comme une pompe centrifuge à eau de très faible rendement. L'eau est utilisée pour l'opération de freinage et pour le refroidissement afin d'éliminer l'énergie absorbée et transformée en chaleur (voir Annexe 2).

- Le dynamomètre d'absorption à courants de Foucault : le freinage est produit par la rotation du rotor, réalisé en matériau conducteur, dans le stator, qui est pourvu de bobinages produisant un champ magnétique. Les courants d'induction et de freinage engendrent un échauffement qui est absorbé par le circuit de refroidissement (voir Annexe 3).

A l'Annexe 5 figure la plage des puissances absorbées par certains dynamomètres de fabrication allemande. On peut y constater que la puissance maximale aux régimes lents (500 tr/min) est généralement très basse par rapport à la puissance maximale. Si l'on désire, par exemple, mesurer la puissance à la prise de force d'un tracteur à faible puissance, qui fournit environ 10 à 25 kW entre 300 et 700 tr/min, il est nécessaire de faire appel à un dynamomètre dont la plage de mesure s'étend jusqu'à 600 kW. En termes de comparaison, les dynamomètres électriques peuvent être moins surdimensionnés que les modèles hydrauliques.

Les mesures de puissance à la prise de force des tracteurs requièrent des dynamomètres surdimensionnés. Certaines stations d'essai ont contourné ce problème en intercalant une démultiplication entre le dynamomètre et l'arbre de prise de force afin d'accroître le régime du dynamomètre. Mais ceci a l'inconvénient d'introduire un nouveau paramètre variable, à savoir la perte de puissance dans le réducteur, qui fausse la mesure.

Si de tels types de dynamomètres représentent une dépense trop élevée, les essais au banc peuvent être faits à l'aide d'un dynamomètre mobile (ie = M x W - P 400 B).

### 3. Essais sur le terrain

Lors des essais sur le terrain, le principal équipement à utiliser avec les tracteurs est la charrue, tant du point de vue de la force de traction requise que de celui de l'équilibre général du tracteur, la charrue imposant à la machine des conditions de travail plus difficiles que tout autre équipement. Nous sommes d'avis que les essais avec charrue soient obligatoires, et que les essais avec d'autres équipements soient facultatifs ; par là nous entendons que si le tracteur est en mesure de travailler de manière satisfaisante avec une charrue, il conviendra également pour toute autre tâche à laquelle il pourra être affecté.

A cet effet, le constructeur du tracteur doit fournir une charrue à disques et une charrue à soc afin que des essais comparatifs puissent avoir lieu.

Etant donné qu'il sera nécessaire de procéder à plusieurs essais dans des situations différentes, il faudra toujours faire appel au même conducteur spécialisé qui se sera familiarisé avec l'engin pendant la période de rodage.

### 3.1 Paramètres à mesure et matériel de mesure

#### 3.1.1 Capacité de travail

La capacité de travail du tracteur sera déterminée par les principales caractéristiques du travail effectué et par la vitesse d'exécution. À partir de ces indications, nous pouvons déduire le temps T qui est nécessaire pour labourer une surface d'un hectare :

$$T = \frac{1}{\text{Largeur} \times \text{vitesse}} \text{ heures/hectare}$$

T est le temps effectif nécessaire pour labourer un hectare, non compris la durée des manoeuvres à la fin de chaque passe et les temps morts.

Le rapport entre le temps total Tt et le temps effectif, à savoir

$$\frac{100 \times Tt - T}{Tt} \%$$

est le rendement du tracteur dans le travail à la charrue.

Le rendement dépend de la variabilité du tracteur, sa constance et sa simplicité de conduite, mais elle dépend également de la longueur des passes. Plus les passes sont longues, plus le rendement est élevé.

Pour éviter que le paramètre "longueur des passes" n'interfère avec les valeurs relevées lors des essais à la charrue, tous les essais doivent avoir lieu sur des passes de même longueur. Une distance de 100 m convient parfaitement pour obtenir des mesures précises.

#### 3.1.2 Consommation de carburant

La consommation de carburant à l'heure et à l'hectare est une bonne indication de la manière dont le tracteur transforme l'énergie en travail.

En se référant aux courbes obtenues lors des essais au dynamomètre, nous pouvons déterminer quelle puissance a été absorbée par le tracteur durant le travail (c'est-à-dire les pertes de puissance dans la transmission, la résistance au roulement et le glissement des roues en plus de la puissance utilisée pour retourner la terre). Dès lors, nous sommes en mesure d'évaluer le taux de charge du moteur au travail et son aptitude à faire le travail requis.

Théoriquement, la consommation de carburant doit être la plus élevée possible à l'heure, mais la plus faible possible à l'hectare, ce qui signifie que le tracteur travaille à pleine charge, mais pendant un temps minimum par hectare. La mesure de la consommation de carburant peut se faire par l'appoint du réservoir après une période de temps donnée. Cette méthode est assez imprécise et une erreur de 20cm<sup>3</sup> est courante. Aussi, pour obtenir une erreur inférieure à 2%, le conducteur doit utiliser la machine pendant le temps requis pour consommer au moins 1000 cm<sup>3</sup> de carburant, c'est-à-dire une durée dépassant une heure et demie dans le cas d'un tracteur à faible puissance.

Un appareil de mesure de consommation précis est le débitmètre de marque Solex, de type micro-oval, alimenté par courant 12V (voir Annexe 6). La cellule volumétrique envoie une impulsion électrique à un compteur pour chaque cm<sup>3</sup> de carburant. La précision est au cm<sup>3</sup> le plus proche, et dès lors l'erreur relative de 2% est obtenue pour une consommation d'environ 50 cm<sup>3</sup> de carburant, ce qui représente 1,5 minute de travail (environ une passe de 100 m de labour). Sur cette distance, la consommation de carburant est comparativement faible, et dès lors il est possible de recommencer les mesures à plusieurs reprises afin de s'assurer de la précision du résultat.

### 3.1.3 Conditions atmosphériques

Tout comme lors de l'essai au dynamomètre, les performances du tracteur sur le terrain varient en fonction de la température de l'air, de l'hygrométrie et de la pression atmosphérique (altitude), paramètres qu'il y a lieu de noter.

### 3.1.4 Glissement des roues

Le glissement des roues est un paramètre important dont la valeur fait apparaître l'aptitude du tracteur à fournir à l'effort de traction requis par la charrue. La définition du glissement des roues est défini comme suit :  $PR = \frac{100 \times N1 - Nc}{N1} \%$

N1 est le nombre de tours de roue du tracteur pour labourer une distance de D mètres. Nc est le nombre de tours de roue lorsque le tracteur se déplace en marche AV sur la même distance, mais sans la charrue (on suppose que le glissement est nul lorsque le tracteur se déplace en marche AV avec la charrue relevée).

La méthode de mesure la plus simple consiste à marcher à côté du tracteur tout en comptant le nombre de tours de roue sur la distance parcourue. Pendant cet essai, le différentiel, si la machine en est équipée, doit être bloqué. Au lieu d'un homme marchant à côté de la machine, on peut placer un compteur sur la prise de force, ce qui donne un résultat plus précis. Le différentiel étant bloqué (transmissions mécaniques seulement), le nombre de tours de la prise de force est proportionnel au nombre de tours de roue : N tours p.d.f. = k N tours de roue.

Le glissement des roues est :

$$PR = \frac{k N1 \text{ roue} - k Nc \text{ roue}}{k N1 \text{ roue}} = \frac{N1 \text{ p.d.f.} - Nc \text{ p.d.f.}}{N1 \text{ p.d.f.}}$$

### 3.1.5 Nature du sol

Les performances d'un tracteur dépendent principalement des caractéristiques du sol, et dès lors elles ne peuvent être étudiées indépendamment d'elles.

Les principales caractéristiques du sol qu'il y a lieu de prendre en considération sont :

- L'état de surface : quantité d'émondes, chaume, hauteur des herbes, humidité qui tous influencent le glissement des roues.
- L'importance moyenne de la végétation enfouie (racines) et en surface, qui peuvent causer des bourrages et donc des temps morts qui se traduisent par une diminution du rendement.
- L'humidité du sol et sa composition (teneur en sable ou en argile), la date du dernier labour. Des mesures pénétrométriques sont utiles pour apprécier la dureté du sol, mais ne constituent pas des mesures dynamiques de la résistance du sol à l'avance de la charrue.

Un moyen de mesurer approximativement la résistance moyenne du sol à la traction consiste à relier le tracteur d'essai à la barre d'un tracteur plus puissant, cela au moyen d'une chaîne horizontale et d'un dynamomètre enregistreur. Le plus gros des tracteurs tire ensuite le plus petit sur la même distance et à la même vitesse que dans les conditions d'essai.

$F_0$  étant la force de traction moyenne avec la charrue terrée et  $F_1$  la force de traction moyenne avec la charrue levée (tracteur seul),

la différence  $F_0 - F_1 = F$  est la force de traction moyenne fournie par le petit tracteur, soit son effort à la barre.

La puissance fournie par le tracteur pour retourner le sol est  $P = F \times S$  ( $S =$  vitesse).

Le rapport  $R_s = \frac{F}{L \times P}$  ( $L =$  largeur de coupe,  $P =$  terrage moyen)

est une des caractéristiques du sol sur lequel le tracteur est essayé.  $R_s$  est la résistance spécifique du sol. Pour un sol donné, la valeur de  $R_s$  dépend de la forme et de l'action de l'outil qui retourne la terre ainsi que de la vitesse de travail.

Certains centres d'essai (Wageningen, aux Pays-Bas, CNEEMA, en France) ont mis au point des dispositifs de mesure de la résistance spécifique des sols. Un tel dispositif est formé d'une dent standard, dont la forme et la profondeur de travail sont très précises. Cette dent est tirée par un tracteur à une vitesse donnée, et un tensomètre mesure la force horizontale requise qui est ensuite enregistrée au moyen d'un appareil graphique ou magnétique. Il s'agit du système le plus précis qui soit, mais il n'est pas commercialisé.

Sans la mesure de  $R_s$ , il n'y a pas de comparaison possible entre deux essais effectués dans des sols différents. Aussi, pour rendre la comparaison entre deux tracteurs possible, ils doivent être essayés le même jour et sur le même terrain.

### 3.1.6. Remarques générales concernant l'emploi du tracteur

Il y a lieu de noter toutes les caractéristiques de fonctionnement du tracteur :

- simplicité de conduite et maniabilité,
- stabilité de la charrue dans le sillon, stabilité du tracteur,
- possibilités de réglage de la charrue,
- poids supplémentaire requis pour l'adhérence, pour l'équilibre du tracteur ou pour la pénétration de la charrue,
- capacité du système de levage, garde au sol, simplicité d'emploi,
- utilisation de la puissance, taux de charge, fumée noire, étagement approprié de la boîte,
- qualité du travail effectué : profondeur, retournement du sol, ensevelissement des herbes, pente.

Pour considérer que l'essai est concluant, la qualité du travail doit atteindre un minimum imposé en fonction des conditions locales et des évaluations de l'agronome.

- toutes défaillances, et leurs causes, survenues au cours des essais doivent être notées.

### 3.2 Méthode de mesure

Voici une méthode de mesure ne nécessitant qu'une série d'instruments simples :

- Les instruments de mesure de la consommation de carburant, du nombre de tours de la prise de force et du temps (total et partiel), tous électriques, sont réunis dans un boîtier et placés à côté du conducteur du tracteur (voir Annexe 7).
- Six piquets enfoncés dans le sol déterminent deux lignes distantes de 100 m (Annexe 7). Lorsque le tracteur passe sur la ligne A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> A<sub>3</sub>, il met les instruments en marche et lorsqu'il arrive à l'autre bout (ligne B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> B<sub>3</sub>), il arrête les instruments.
- Les mesures de temps, de consommation de carburant et de nombre de tours de la p.d.f. sont notés sur le formulaire d'essai (Annexe 8).
- Dix piquets sont placés à intervalle égaux le long de chaque passe ; la largeur et la profondeur sont mesurées devant chacun d'eux.

Les mesures peuvent être faites séparément pour chaque passe, alors que les totalisateurs cumulent les renseignements pour une série de passes. Le temps mesuré sur une passe représente le temps effectif (plus les temps morts) alors que les totalisateurs mesurent le temps total.

### 3.3 Analyse des résultats et conclusions

Le glissement des roues doit être analysé par rapport à l'effort à la barre. Son importance varie corrélativement avec la qualité des performances du tracteur. On estime généralement que le glissement des roues ne doit pas dépasser environ 20%, et cela en fonction de la nature du sol. Si le glissement est trop important, la perte de puissance est trop grande et dès lors la capacité de travail ainsi que la consommation de carburant ne peuvent être satisfaisantes. De plus, les pneus s'usent trop rapidement.

A partir d'une approche théorique (voir Annexe 9), on peut conclure ce qui suit :

(1) Plus le poids sur les roues motrices est grand, plus l'effort à la barre est important. Il est possible de remédier à un excès de glissement des roues par adjonction de poids sur les jantes ou en lestant les pneus avec de l'eau, ou encore en améliorant le transfert de poids sur les roues motrices par contrepoids sur la partie frontale du tracteur (deux roues motrices)<sup>1/</sup> et un réglage approprié de la charrue.

(2) Plus la surface de contact avec le sol est grande, plus l'effort à la barre est important. De même, plus la pression des pneus est faible, meilleure est l'adhérence. L'augmentation du diamètre et de la largeur des pneus ainsi que l'emploi d'une faible pression de gonflage diminuent le glissement.

Ces remèdes visant à réduire le glissement des roues sont possibles jusqu'au moment où c'est la puissance du moteur qui devient insuffisante.

Le conducteur doit trouver le meilleur compromis entre poids, dimensions des roues, l'importance du travail ou du labourage et la vitesse du travail qui permet d'obtenir les performances les plus satisfaisantes. Ce compromis changera en fonction de la nature du sol. Dans le cas de sols très difficiles (performances de très faible niveau), il peut arriver qu'aucun compromis ne soit possible.

Par cette série d'essais, il est possible d'évaluer le tracteur dans un nombre de conditions différentes aussi grand que possible afin de déterminer ses limites d'utilisation ; conditions telles que sol humide et sol sec, terres défrichée ou non, sol argileux, etc.

S'il apparaît que certaines modifications sont nécessaires pour améliorer les performances du tracteur ou de la charrue, il est nécessaire de les faire conformément aux instructions et avec l'approbation du constructeur, et elles doivent être notées dans le rapport d'essai.

---

<sup>1/</sup> Si le lestage est fait trop en avant de l'essieu antérieur d'un tracteur à deux roues motrices, le transfert de charge peut devenir négatif au cours des essais sur des pistes en dur (procédure d'essai OCDE).

#### 4. Essai de longévité

##### 4.1 But d'un essai de longévité

Lors de cet essai, la machine est placée dans des conditions qui se rapprochent le plus possible de celles dans lesquelles elle sera utilisée afin de déterminer la résistance de ses éléments constitutifs et déceler tout problème qui ne serait pas apparu au cours des essais précédents.

Le tracteur doit être conduit par un conducteur spécialisé - un fermier, si possible - ayant toute l'expérience voulue en matière d'agriculture, un minimum de 300 heures de conduite et si possible pendant toute une saison agricole.

Au cours de cette période, il est nécessaire d'utiliser tous les équipements requis par le type de culture envisagé.

##### 4.2 Mesures

Il est nécessaire de faire des relevés quotidiens précis du fonctionnement du tracteur :

- nombre d'heures de travail par jour et type d'activité (labour, hersage, plantation, transport, travail en poste fixe, etc.)
- la consommation de carburant horaire et journalière
- le temps/hectare et la surface travaillée
- les conditions de travail (état du sol, température, pression atmosphérique)
- le type de travail effectué
- toutes les remarques concernant l'utilisation du tracteur : possibilités de réglage, équilibre.

Pour tous ces relevés, se référer à Annexe 10 : Relevés quotidiens  
Annexe 11 : Relevés mensuels

Ces informations donneront bien entendu une estimation brute quant à la longévité réelle du tracteur. Le meilleur essai reste toujours celui de l'expérience pratique. Pour cette raison, cet essai convient davantage aux tracteurs qui sont encore à l'état de prototypes. Cependant, pour les tracteurs qui sont déjà commercialisés, cet essai doit être effectué par quelques fermiers utilisant la machine sur leurs propres terres.

## II - METHODE D'ESSAI DES TRACTEURS A FAIBLE PUISSANCE - PROPOSITION

### 1. Dispositions générales

#### 1.1 Echantillonnage

Le tracteur à soumettre à l'essai doit être choisi par le constructeur sur sa chaîne de production, en accord avec la station d'essai. La machine doit être un modèle de production standard et à tous points de vue elle doit être strictement conforme aux caractéristiques fournies par le constructeur.

#### 1.2 Instructions du constructeur

Au cours des essais, le tracteur doit toujours être utilisé conformément aux directives du constructeur, et tout réglage, entretien ou réparation doit être fait conformément au "Manuel de l'utilisateur". Si la modification d'une pièce quelconque est requise afin d'améliorer les performances de la machine, elle ne doit être faite qu'avec l'accord du constructeur. Tout réglage, réparation ou modification fait au cours des essais doit être noté dans le rapport.

#### 1.3 Période de rodage

Le rodage de la machine peut être fait par le constructeur ou la station d'essai. Les réglages préliminaires de la pompe d'injection, du carburateur ou du régulateur seront faits au cours de cette période et ne seront pas changés au cours des essais (sauf si des variations d'altitude importantes requièrent une modification des réglages).

#### 1.4 Fiche technique

Le constructeur doit fournir les caractéristiques techniques couvrant tous les points figurant dans le rapport d'essai type. Ces caractéristiques doivent être contrôlées par la station d'essai.

#### 1.5 Equipements entraînés par le moteur

Au cours des essais, aucun équipement (par exemple la pompe hydraulique) ne doit être débranché, sauf si l'opération peut être faite par l'utilisateur dans les conditions normales d'utilisation sans qu'il ait à se servir d'une clé.

#### 1.6 Conditions d'essai

Au cours de chaque phase d'essai, les renseignements suivants doivent être notés :

- pression atmosphérique
- humidité relative
- température de l'air à la prise d'air du moteur ou température de l'air ambiant.

## 2. Mesures au dynamomètre

### 2.1 Dispositions générales

Toutes les valeurs de couple et de puissance figurant dans les rapports d'essai devront pouvoir être lues sans qu'il soit nécessaire d'y apporter une correction résultant des pertes dues à la transmission. La transmission entre la prise de force et le dynamomètre doit être aussi directe que possible. La température ambiante de l'air doit être comprise entre 15°C et 35°C, ou s'approcher de celle des conditions locales.

En cas d'utilisation d'un dispositif d'évacuation des gaz d'échappement, celui-ci ne doit pas modifier les performances du moteur.

Les différents essais doivent être exécutés de manière continue, avec la commande des gaz à fond.

### 2.2 Mesure de la puissance maximale

Pour cet essai, le tracteur doit fonctionner pendant deux heures, après un temps d'échauffement suffisant pour stabiliser la puissance.

La puissance maximale figurant dans le rapport d'essai est la moyenne de plusieurs mesures (au moins six) faites au cours de ces deux heures.

### 2.3 Mesure à divers régimes - charge maximale

La consommation horaire de carburant, le couple et la puissance sont mesurés à divers régimes.

### 2.4 Mesure au régime nominal de la prise de force

Si le régime moteur recommandé par le constructeur pour la mesure de la puissance maximale ne correspond pas au régime nominal de la prise de force, le couple, la puissance et la consommation de carburant seront notés ce régime nominal et rapportés sur les courbes.

### 2.5 Mesure à charge partielle

La consommation horaire de carburant, le couple et le régime sont notés en fonction de la puissance, dans la plage d'action du régulateur. Lors de l'essai, certains points de la courbe doivent être précisés. Il s'agit de la puissance, du régime et de la consommation de carburant aux charges partielles telles que :

- à 75% du couple fourni à la puissance maximale
- à 50% du même couple
- à 25% du même couple
- à vide (il est nécessaire de déconnecter le dynamomètre si la charge résiduelle est supérieure à 5% de ce couple).

## 2.6 Courbes des résultats

Les courbes suivantes doivent figurer dans le rapport d'essai :

- puissance en fonction du régime,
- couple (équivalent de vilebrequins en fonction du régime (sauf dans le cas de transmissions hydrauliques)
- consommation horaire de carburant et consommation de carburant spécifique en fonction du régime
- consommation de carburant spécifique en fonction de la puissance.

## 2.7 Mesures directes sur le moteur

Si le tracteur est dépourvu de prise de force ou si cette dernière ne peut transmettre la pleine puissance du moteur dans les conditions précitées, le moteur doit être essayé séparément dans mes mêmes conditions.

## 3. Essais sur le terrain

### 3.1 Choix de l'équipement

Le tracteur sera essayé avec deux charrues différentes, l'une à soc, l'autre à disques. Le choix et la livraison de ces charrues seront faits par le constructeur, ou par la station d'essai, avec l'accord du constructeur.

### 3.2 Etat du sol

Le tracteur subira des essais sur autant de terrains différents que la station d'essai estime nécessaire, et cela en fonction des conditions réelles dans lesquelles le tracteur est appelé à travailler. Un minimum de deux terrains différents est requis : sol humide ou terre défrichée et sol sec ou terre non défrichée. Le tracteur sera essayé jusqu'au point que le responsable estime être sa limite de travail, c'est-à-dire un travail d'une importance donnée et des performances données dans un certain type de sol. Cette limite sera détaillée dans le rapport.

Pour chaque essai, toutes les observations concernant les conditions du sol seront notées, à savoir état de surface, herbes, émondes, chaumes, humidité, quantité de racines, indices pénétrométrique et tout autre facteur intervenant sur le rendement du tracteur.

La résistance spécifique à la traction moyenne du sol sera notée pour chaque essai. La méthode de mesure ainsi que la taille et la forme de l'outil de pénétration du sol utilisé pour la mesure seront spécifiées.

### 3.3 Conditions générales d'essai

3.3.1 La commande des gaz sera à fond lors de tous les essais.

3.3.2 La charrue sera réglée le mieux possible, de manière à fournir un travail acceptable sur le plan agronomique.

3.3.3 Tous les essais avec un ou plusieurs tracteurs sur un même terrain seront exécutés par le même conducteur spécialisé.

3.3.4 Le rapport choisi pour l'essai sera celui recommandé par le constructeur, ou celui qui se prête le mieux au type de travail. Au cas où deux rapports conviennent, le tracteur sera essayé alternativement dans chacun de ces rapports.

3.3.5 Toute modification de la taille des roues motrices et toute adjonction de poids aux roues du tracteur au cours de la séance d'essai sera notée. Pour chaque essai, le rapport doit préciser le poids sur l'essieu moteur et la taille des pneus.

3.3.6 Pour chaque essai, le tracteur fonctionnera sur une distance de 100 m.

3.3.7 L'ouverture du terrain se fera conformément aux méthodes recommandées. Les mesures ne commenceront que plusieurs passes après l'ouverture du terrain, lorsque la profondeur de travail s'est stabilisée.

#### 3.4 Consignation des résultats

Les renseignements suivants doivent figurer dans les rapports d'essai :

3.4.1 La vitesse moyenne de travail mesurée sur chaque passe, non compris les virages.

3.4.2 Profondeur et largeur moyennes de travail.

3.4.3 Le temps total  $T_t$  requis pour labourer un hectare, y compris les virages et les temps morts.

3.4.4 Le temps théorique  $T_e$  requis pour labourer un hectare, non compris les virages et temps morts.

3.4.5 Le rendement au travail :  $100 \frac{T_t - T_e}{T_t} \%$

3.4.6 Les consommations de carburant à l'heure et à l'hectare. Ces consommations seront mesurées sur le temps total, c'est-à-dire labourage, virages et temps morts.

3.4.7 Le glissement des roues : si  $N$  est le nombre de tours de roue sur la distance  $D$  lorsque le tracteur est au travail,

et que  $N_0$  est le nombre de tours de roue sur la même distance lorsque le tracteur circule à vide (sans labourage),

le glissement des roues est :  $100 \frac{N - N_0}{N} \%$

3.4.8 La qualité du travail effectué. Il est nécessaire de noter le degré d'acceptabilité du travail en fonction de critères agronomiques.

#### 4. Essai de longévité

##### 4.1 Dispositions générales

Le tracteur sera soumis à un essai d'un minimum de 300 heures sous des conditions qui se rapprochent le plus possible de celles sous lesquelles il sera utilisé. Si possible, le tracteur devra être essayé dans une ferme où il sera affecté à toutes les tâches normalement requises au cours d'une saison agricole.

4.2 La gamme d'équipements fournis avec le tracteur doit être aussi complète que possible. Charrues à soc et à disques, pulvérisateur ou herse à dents, cultivateur à dents, butoir, extirpateur, planteuse, remorque, pour lesquels la conformité du tracteur sera évaluée.

4.3 Le conducteur doit être un spécialiste, si possible un fermier travaillant sur ses propres terres.

4.4 Toute défaillance du matériel survenant au cours de l'essai sera notée et soigneusement analysée afin d'en déterminer l'origine, qu'il s'agisse d'une défaillance technique du tracteur résultant d'un défaut de conception ou de fabrication, d'une erreur de conduite ou d'un accident, ou encore d'une lacune au niveau de l'entretien et des interventions.

##### 4.5 Consignation des résultats

Pour chaque type de travail sur le terrain, seront établis des relevés portant sur la consommation de carburant, le temps de travail, la surface couverte et les conditions de travail telles qu'elles figurent dans le modèle de rapport d'essai type.

Les résultats seront suivis de l'évaluation générale par le conducteur et le responsable de l'essai quant au comportement du tracteur avec chacun des équipements.



dimensions .....  
 système de commande .....  
 Boîte - marque, type .....  
 nombre de rapports .....  
 capacité d'huile .....  
 Essieu arrière - marque, type .....  
 blocage de différentiel .....  
 commandé par .....  
 capacité d'huile .....  
 Autres renseignements concernant la transmission .....

Nombre de rapports	Nombre de tours moteur par tour de roue	Vitesse au régime nominal du moteur (km/h)

Prise de force :

Type de transmission .....  
 Nombre de cannelures ..... conforme/  
 non conforme à la norme ISO .....  
 Régime ..... tr/min pour .....  
 tr/min moteur  
 Plage de vitesses : de.... à..... tr/min

Système de levage :

Marque, type .....  
 Capacité d'huile ..... type d'action du  
 vérin .....  
 Autres caractéristiques .....

Attelage :

Conforme/non conforme à la norme ISO  
 Catégorie .....  
 Taille de la barre .....  
 Garde au sol du crochet .....

Roues :

- Taille des roues motrices .....  
 Nombre de plis .....  
 Charge maximale .....  
 Pression de gonflage .....  
 - Taille des roues directrices .....  
 Nombre de plis .....  
 Charge maximale .....  
 Pression de gonflage .....

Poids :

Tracteur, sans conducteur, avec plein de carburant

	Avant (kg)	Arrière (kg)	Total
Sans lest			
Avec lest			

Lests existants :                    avant :                    kg  
                                          sur roues :                    kg sur chaque roue (sans eau)

Réglage de voie :                    de ..... cm à ..... cm

Emplacement du centre de gravité :

	Tracteur	
	Lesté	Non lesté
Hauteur au-dessus du sol		
Distance en avant du plan vertical de l'axe des roues arrière		
Distance du plan médian parallèle à l'axe longitudinal situé à mi-voie		

2. Essai au dynamomètre, mesure sur prise de force

Date et lieu :

Marque du dynamomètre :

	Puissance	Régime		Consommation carburant	
		Régime moteur	Régime pdf	litre/ heure	spécifique en g/kWh
Essai de 2 heures à la puissance maximale					
Essai au régime nominal de la p.d.f.					
Charge partielle					
75% du couple de la puissance maximale					
50% "					
25% "					
A vide					

Régime maximal du moteur à vide : tr/min  
 Couple au régime maximal : Nm  
 Couple maximal : Nm à tr/min  
 Conditions atmosphérique moyennes : température °C  
 pression millibars  
 humidité relative de l'air %

Remarques

3. Essai sur le terrain No :

Date et lieu :  
 Equipement essayé :  
 Tracteur :

Conducteur :  
 Lest AV : kg  
 AR : kg  
 Poids total sur essieu  
 AR

Charrue : Largeur de coupe : cm/élément

Conditions atmosphériques moyennes :

Température : °C  
 Pression : mbars  
 (Altitude) : m  
 Humidité de l'air : %

Etat du sol :

Résultats

	Largeur moyenne cm	Profondeur moyenne cm	Vitesse km/h	Temps total h/ha	Temps théori- h/ha	Consom- mation carbur.	Rende- ment	Glisse- ment des roues
1								
2								
(...)								

(1) et (2) et (...) correspondant à divers réglages du tracteur (rapport de boîte, lest, réglage de profondeur ou de largeur ...)

<p>Résistance moyenne à la traction du sol : <math>R_s = \dots \frac{N}{dm^2}</math></p> <p>Effort à la barre moyen : <math>F = \dots N</math></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Méthode de mesure de  $R_s$  et  $F$  :

Remarques

ESSAIS SUR LE TERRAIN : Conclusions et recommandations générales

Remarques sur le fonctionnement du tracteur : (équilibre, possibilités de réglage, maniabilité, niveau de performances)

Conditions extrêmes du sol :

Recommandations ou modifications proposées :

Autres remarques :

4. Essai de longévité

Lieu de l'essai :  
Dates :           Entre le .....    et le .....  
Conducteur :  
Equipement :  
  Tracteur :                    Lest :  
  Equipements :

A. Nombre total d'heures de travail effectuées

	Total des heures	Consommation carburant heures moyenne	Surface totale	Temps moyen/ha
Labourage				
Hersage				
Plantation				
Cultivage Extirpation				
Transport				
Travail en poste fixe à la p.d.f.				
Trajets vers et depuis le champ				
Autre				
Total				

B. Remarques générales concernant la simplicité d'emploi :

Aptitude au démarrage :

Accessibilité des points d'entretien :

Graissage :

Réglages :

Interventions courantes :

Vidange d'huile :

Durée moyenne de l'entretien journalier :

Réglage de l'attelage :

Aptitude de l'attelage à différents équipements :

Maniabilité, équilibre, stabilité et largeur de travail :

Charrue :

Herse :

Cultivateur :

Butoir :

Autres :

Maniabilité au cours des déplacements :

sur route :

dans le champ :

Etagement de boîte :

Ergonomie : disposition des commandes, siège du conducteur,  
bruit :

C. Remarques spécifiques et défaillances du tracteur :

Moteur :

Circuit de carburant :

Circuit de graissage :

Circuit de démarrage :

Circuit de refroidissement :

Direction :

Régulateur :

Embrayage :

Boîte :

Transmission :

Commandes :

Roues, pneus :

Freins :

Batterie :  
Circuit électrique :  
Accouplement :  
Levage hydraulique :  
Châssis :  
Autres :

(préciser après combien d'heures la panne s'est produite)

D. Autres remarques et recommandations :

Améliorations au niveau de la conception, modifications, etc.

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 : Tableau de conversion des puissances du moteur en fonction de la température, de l'altitude et de l'hygrométrie.
- ANNEXE 2 : Schéma de dynamomètre hydraulique.
- ANNEXE 3 : Dynamomètre à courant de Foucault.
- ANNEXE 4 : Systèmes de réglage et courbes d'absorption.
- ANNEXE 5 : Quelques courbes d'absorption pour différents modèles.
- ANNEXE 6 : Le déditmètre micro oval Solex pour mesures de consommation de carburant.
- ANNEXE 7 : Série d'instruments pour essais sur le terrain.
- ANNEXE 8 : Formulaire type d'essais sur le terrain.
- ANNEXE 9 : Glissement des roues (g) et effort à la barre (f).
- ANNEXES 10 et 11 : Formulaire journalier et mensuel pour essais de longévité.

ANNEXE 1

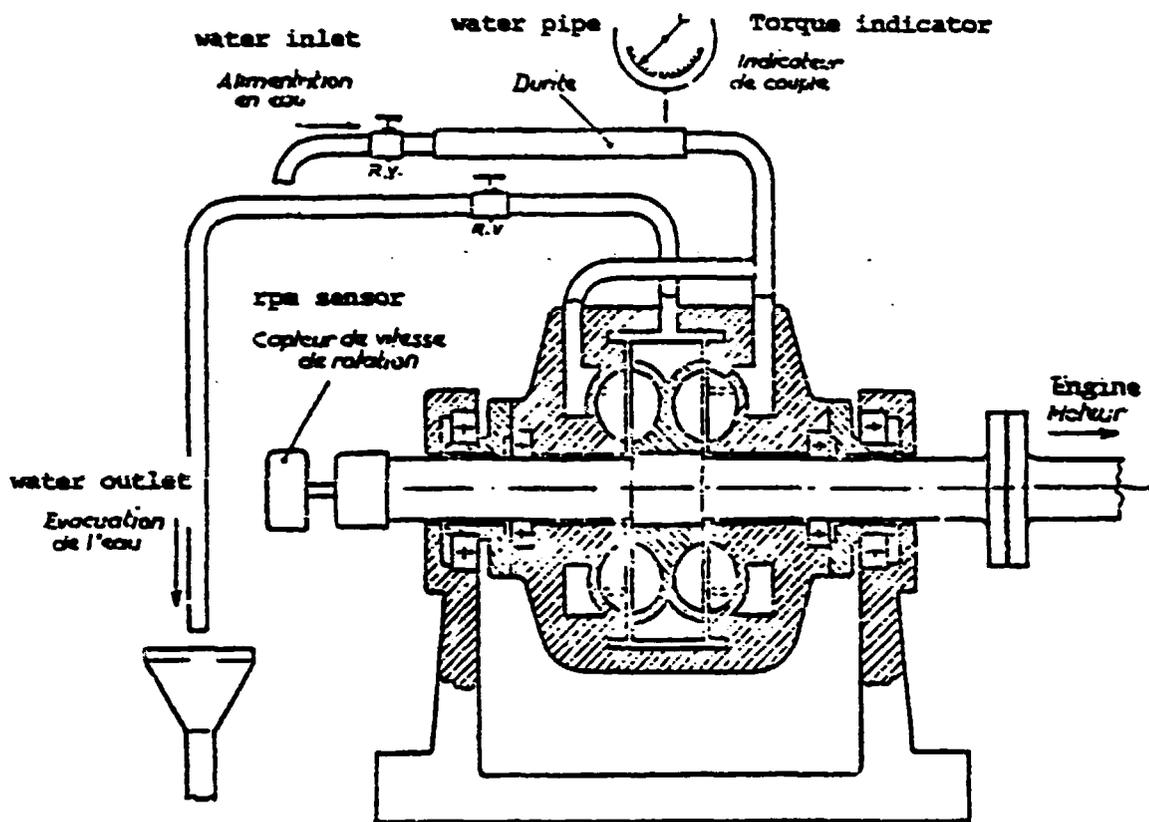
Coefficient de correction de la puissance des moteurs en fonction des conditions ambiantes par rapport aux conditions normales selon normes DIN 6270.

Ces coefficients (en %) s'appliquent aux moteurs diesel et essence non suralimentés ainsi qu'aux moteurs suralimentés par soufflante dont la puissance est limitée pour les conditions atmosphériques et dont le rendement mécanique est de 85%.

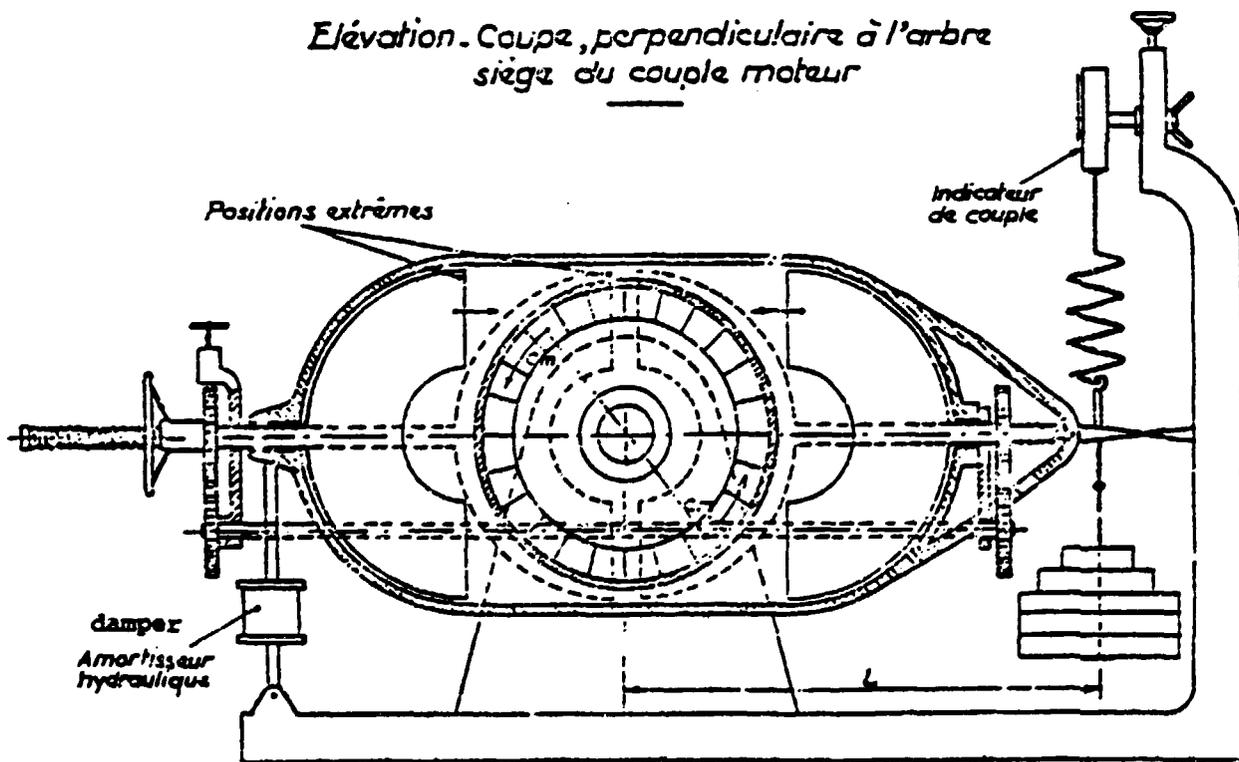
Altitude (mètres)	Pression atmosphérique (mm Hg)	Température de l'air aspiré en degrés Celsius																							
		A une humidité atmosphérique relative de 60%												A une humidité atmosphérique relative de 100%											
		0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°		
0	760	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	
100	751	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	
200	742	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	
300	733	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	
400	725	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
500	716	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
600	708	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	
700	699	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
800	691	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	
900	682	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	
1000	674	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
1100	666	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
1200	658	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	
1300	650	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
1400	641	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
1500	634	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	
1600	626	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
1700	618	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	
1800	611	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
1900	604	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	
2000	596	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
2100	589	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	
2200	582	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	
2300	574	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
2400	567	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	
2500	560	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
2600	553	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
2700	546	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	
2800	539	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
2900	532	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
3000	526	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
3100	519	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
3200	513	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
3300	506	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	
3400	500	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
3500	493	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	
3600	487	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
3700	481	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
3800	474	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
3900	468	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	
4000	462	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
4100	456	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
4200	451	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
4300	445	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	
4400	439	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
4500	433	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
4600	427	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
4700	421	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
4800	415	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
4900	410	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
5000	405	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	

ANNEXE 2 : SCHEMA D'UN DYNAMOMETRE HYDRAULIQUE

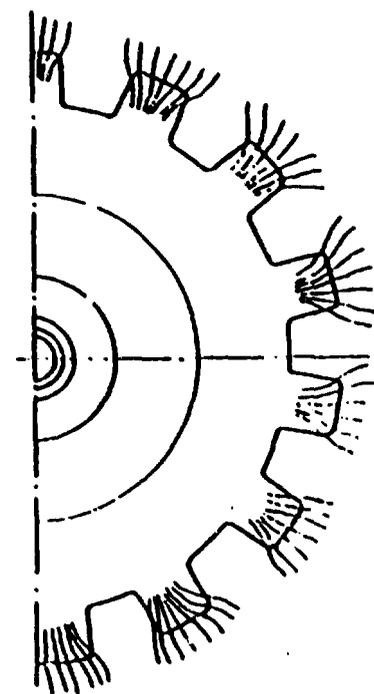
Dynamomètres d'absorption hydraulique HEENAN-FROUDE, Type DPX  
Coupe dans l'axe de l'arbre, siège du couple moteur



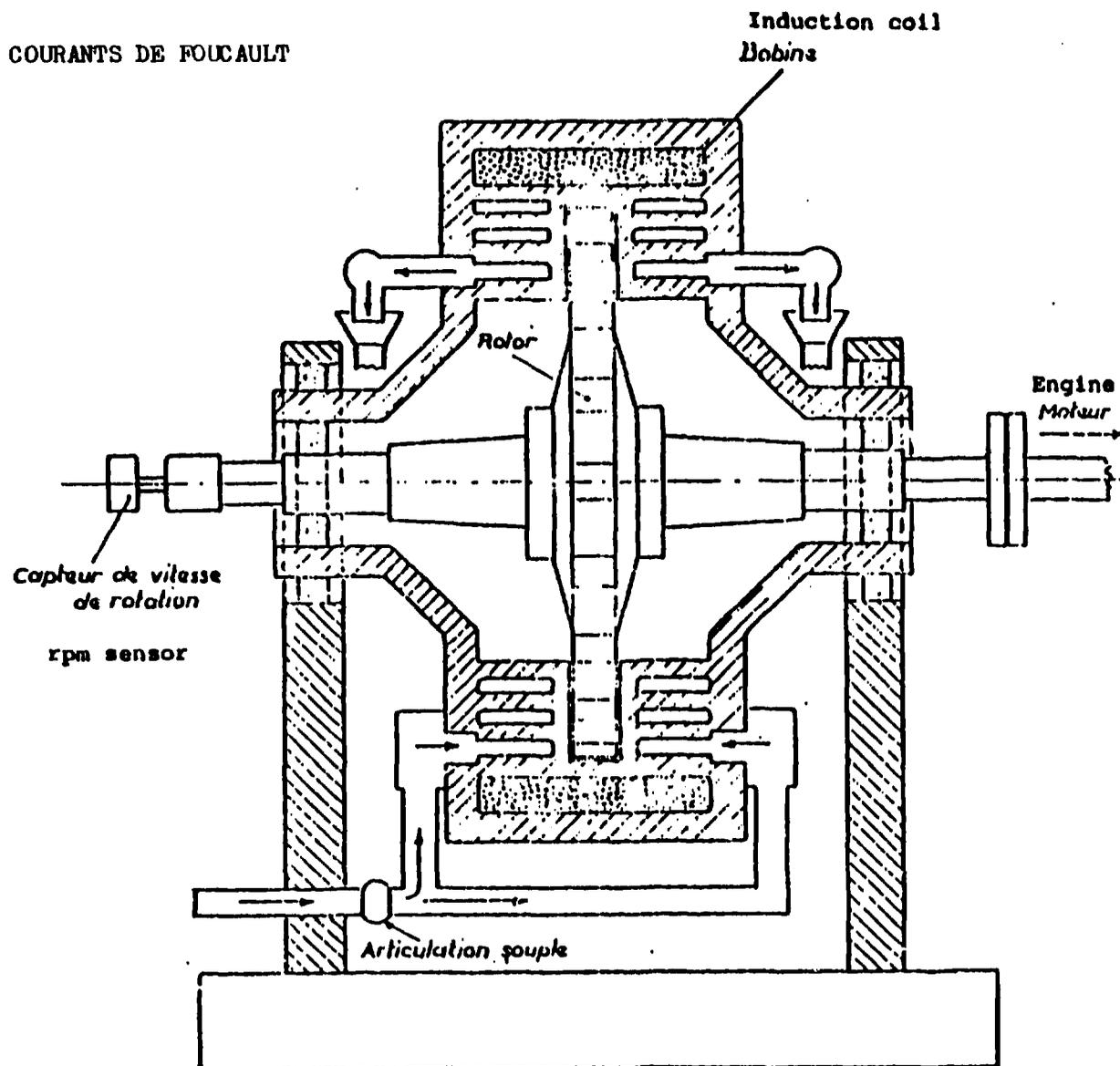
Élévation - Coupe, perpendiculaire à l'arbre  
siège du couple moteur



ANNEXE 3 : DYNAMOMETRE A COURANTS DE FOUCAULT



Rotor



Dynamomètres d'absorption à courants de Foucault SCHENCK, Type W

#### ANNEXE 4 : DISPOSITIFS DE REGLAGE ET COURBES D'ABSORPTION

Les dynamomètres hydraulique et électrique peuvent tous deux être équipés de dispositifs de réglage qui réduisent les erreurs de mesure et qui permettent des lectures directes.

Ces dispositifs peuvent être de plusieurs types :

- Réglage "couple constant".
- Réglage "vitesse constante".
- Réglage "courbes caractéristiques à forte inclinaison".

La stabilité optimale de la mesure s'obtient lorsque l'angle entre les courbes caractéristiques d'absorption du dynamomètre et la courbe du couple du moteur soumis à l'essai est aussi proche que possible de 90°C (figure 1).

Pour les essais de tracteurs et de moteurs pourvus d'un régulateur, il faut de préférence un dynamomètre pourvu de deux dispositifs de réglage :

- Réglage "Régime constant" pour lecture dans la partie de la courbe où le moteur travaille à pleine charge (le régime varie beaucoup, le couple varie peu) (figure 2).
- Réglage "Couple constant" lorsque le moteur fonctionne dans la plage d'action du régulateur de pompe (le régime varie peu, le couple varie beaucoup) (figure 3).

L'ensemble de la courbe caractéristique des absorptions (en nombre illimité) constitue une "famille" dont les limites sont déterminées par l'emploi du dynamomètre. Ces limites très précises sont imposées par la conception du dynamomètre et le choix du matériau. Ces limites apparaissent dans la figure 4 sous forme du périmètre O A B C D.

- La section OA représente le couple maximum de freinage que le dynamomètre peut fournir à bas régime.
- AB : limite à laquelle les différentes parties du banc peuvent résister aux contraintes (couple maximal).
- BC : limite d'échauffement que peut supporter le banc (puissance constante correspondant à la chaleur maximale).
- CD : régime maximum accepté par le banc (vibrations, résistance mécanique).
- DO : Couple minimal du banc sous lequel aucune mesure n'est possible.

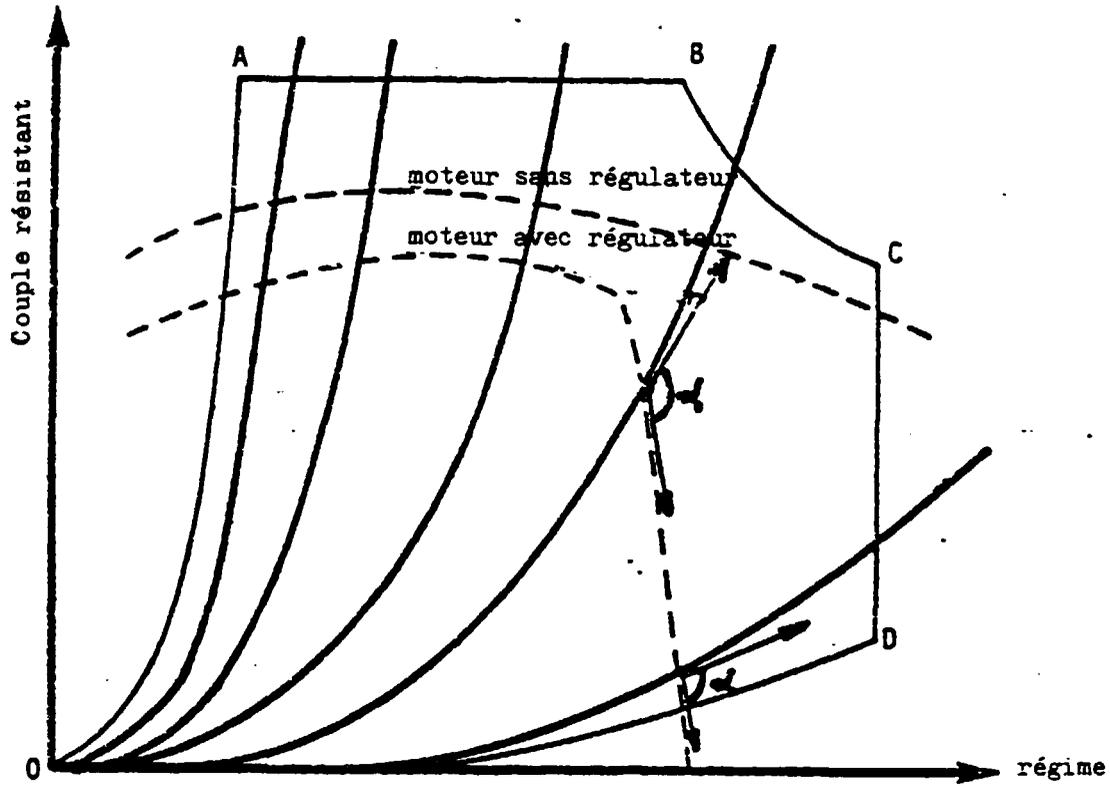


Fig. 1 : Courbes caractéristiques d'absorption du couple sans réglage particulier

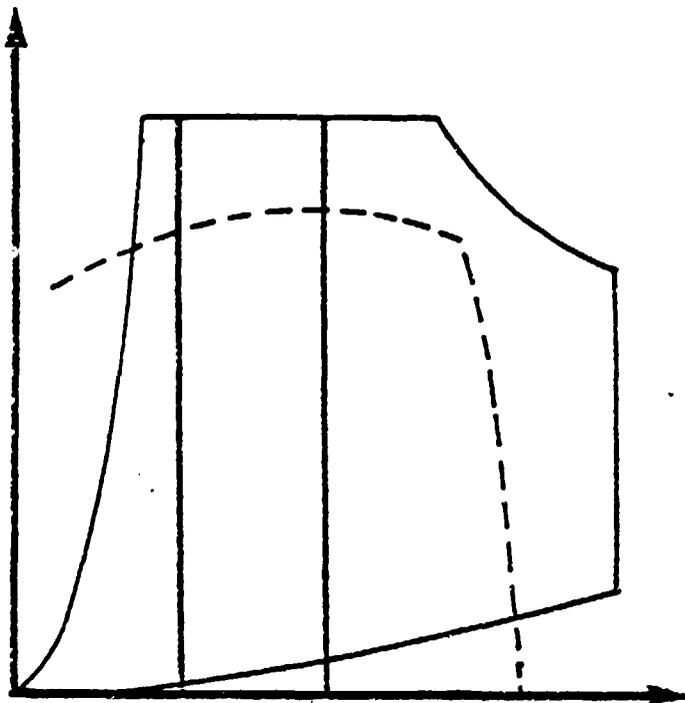


Fig. 2 : Au réglage "Régime constant"

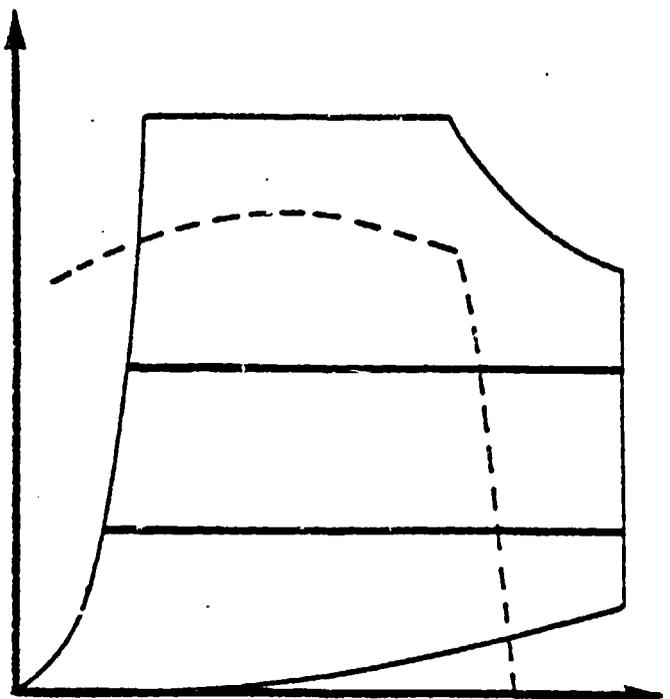
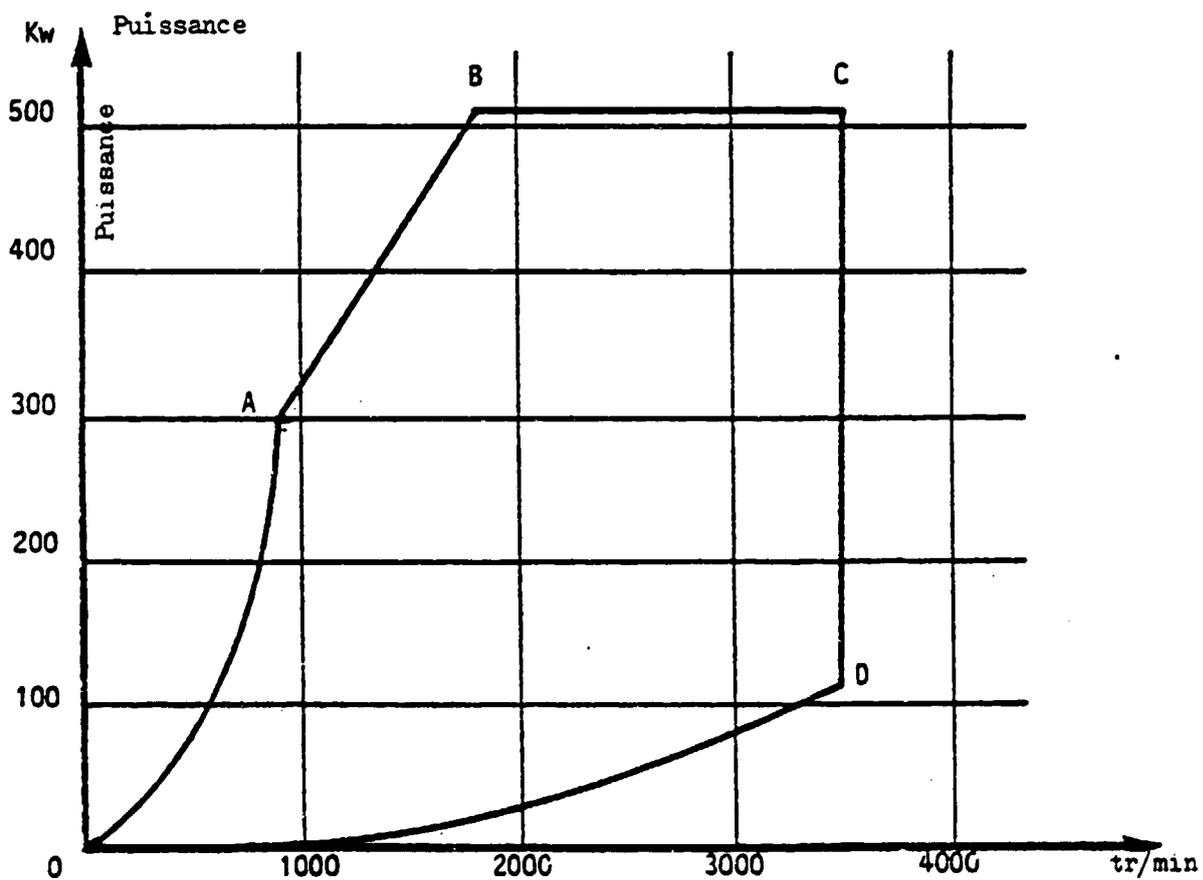
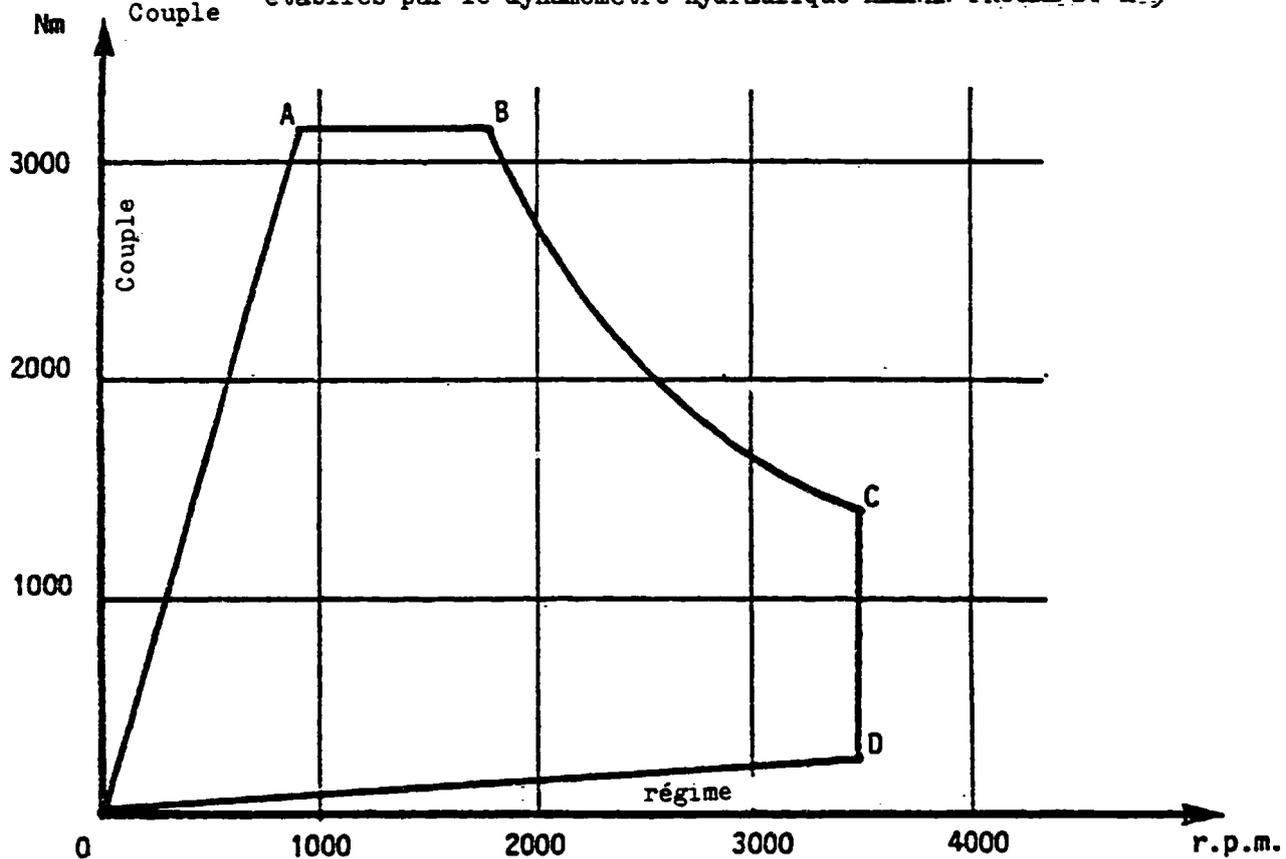
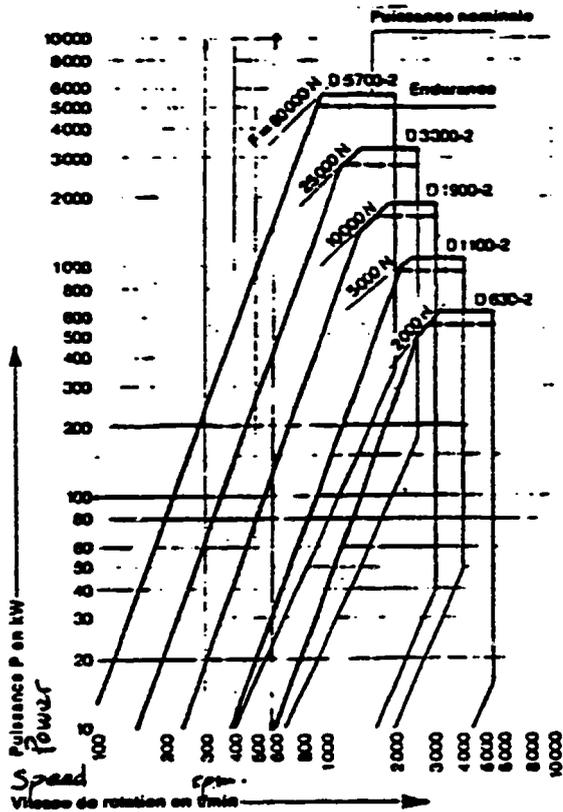


Fig. 3 : Au réglage "Couple constant"

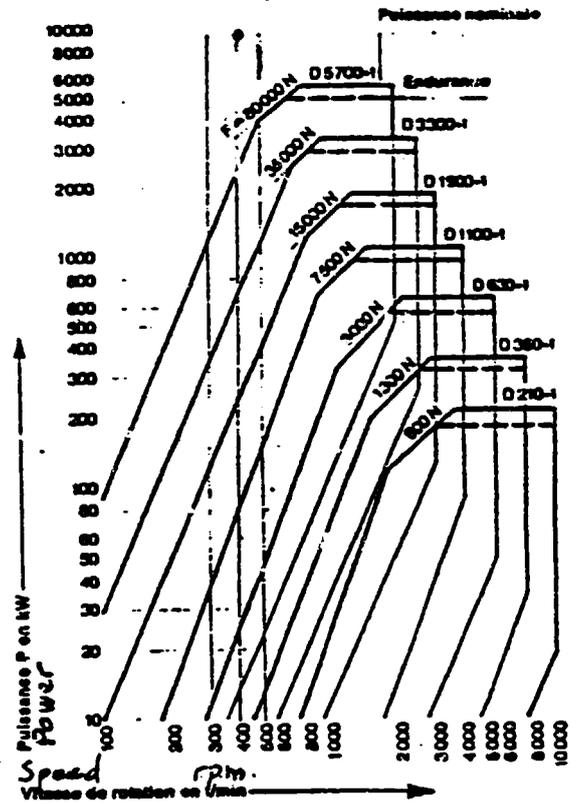
Fig. 4 : Courbes des couples et puissances maximum et minimum établies par le dynamomètre hydraulique HEENAN-FROUDE DP x.5



ANNEXE 5 : QUELQUES COURBES D'ABSORPTION POUR DIFFERENTS MODELES

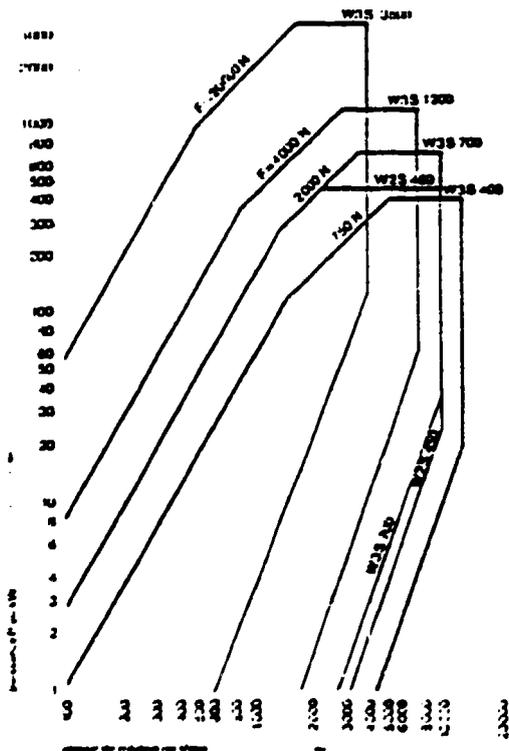


Bancs hydrauliques à deux sens de rotation

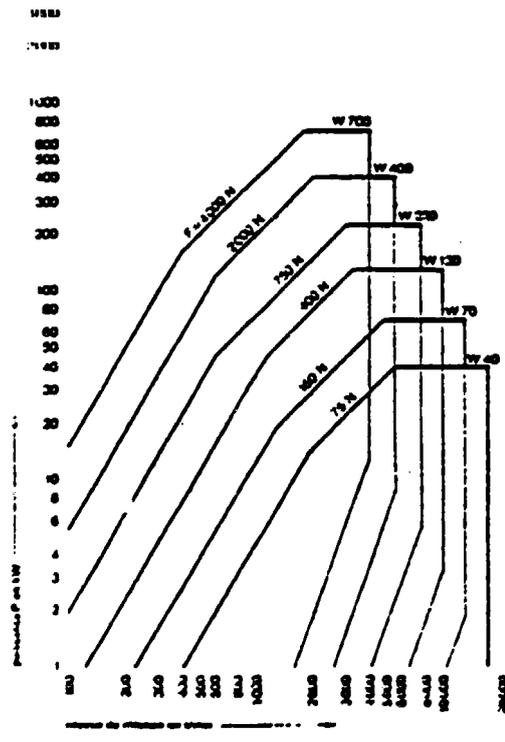


Bancs hydrauliques à sens de rotation unique

1. Bancs hydrauliques



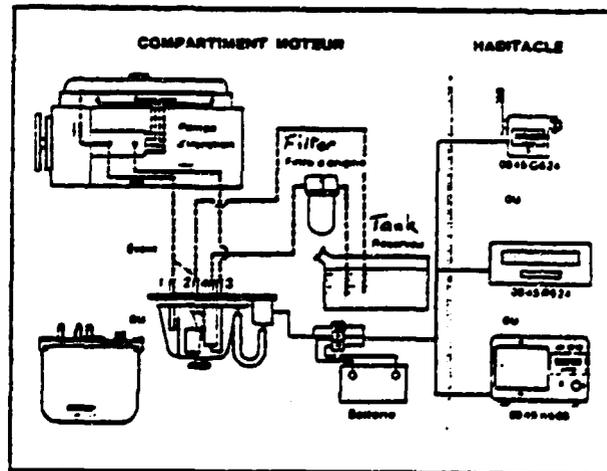
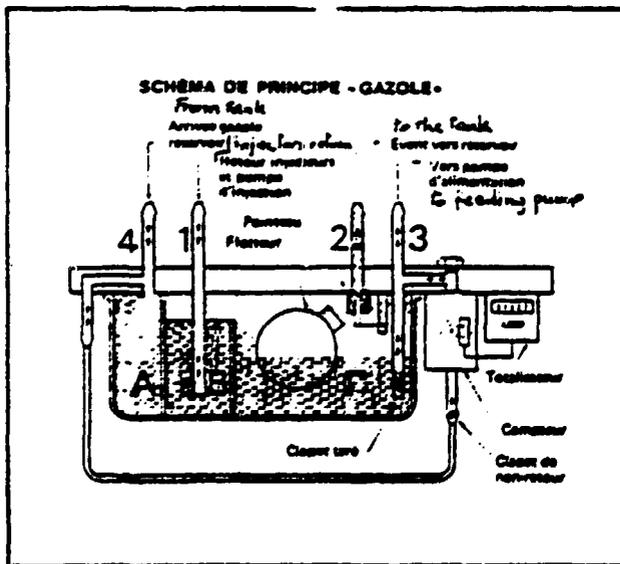
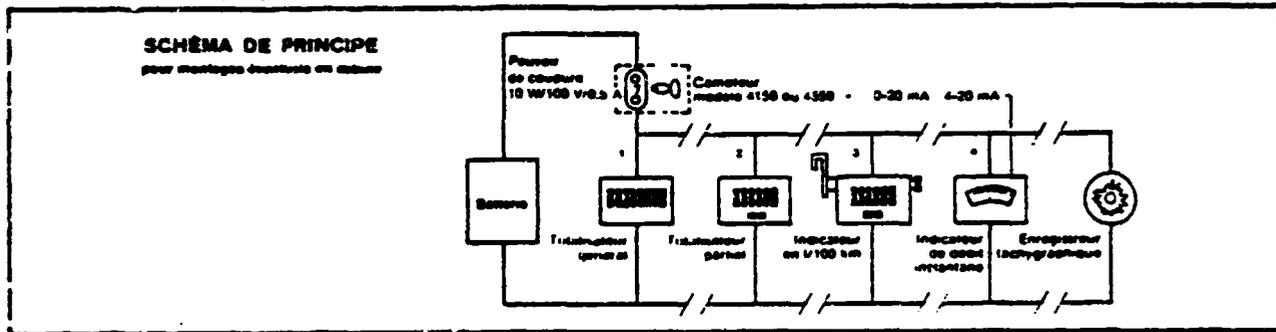
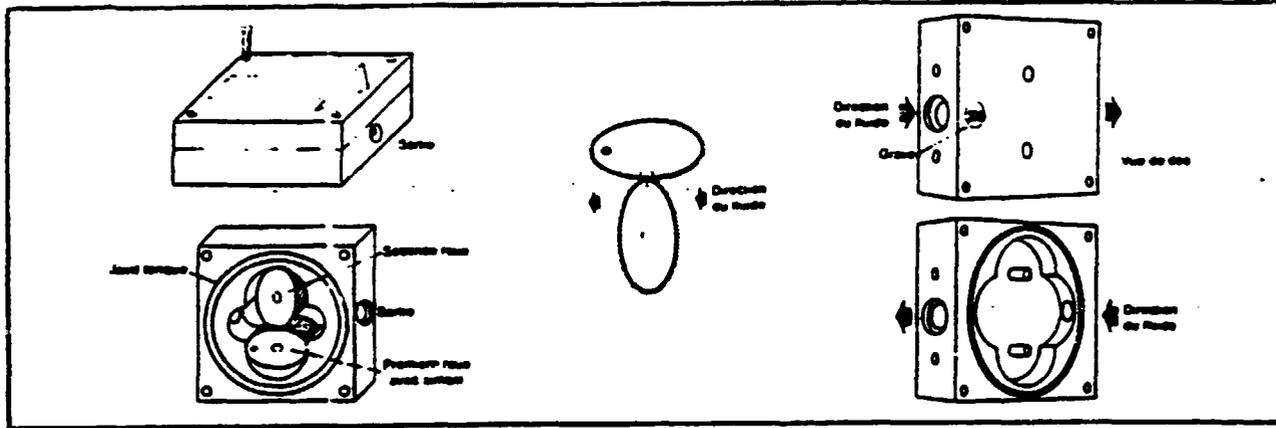
gamme de puissance des types de constructions W25/W35



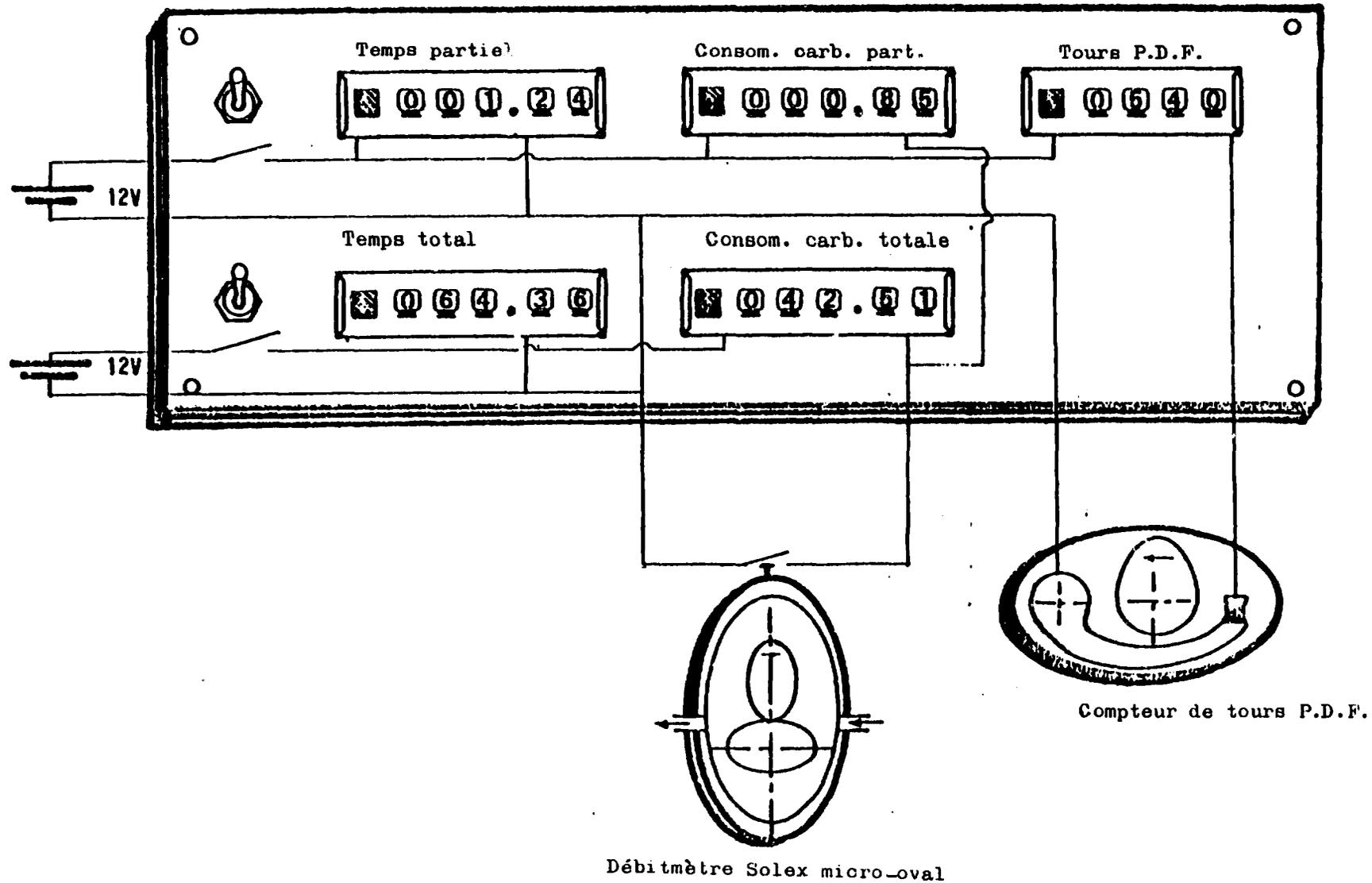
gamme de puissance du type de construction W

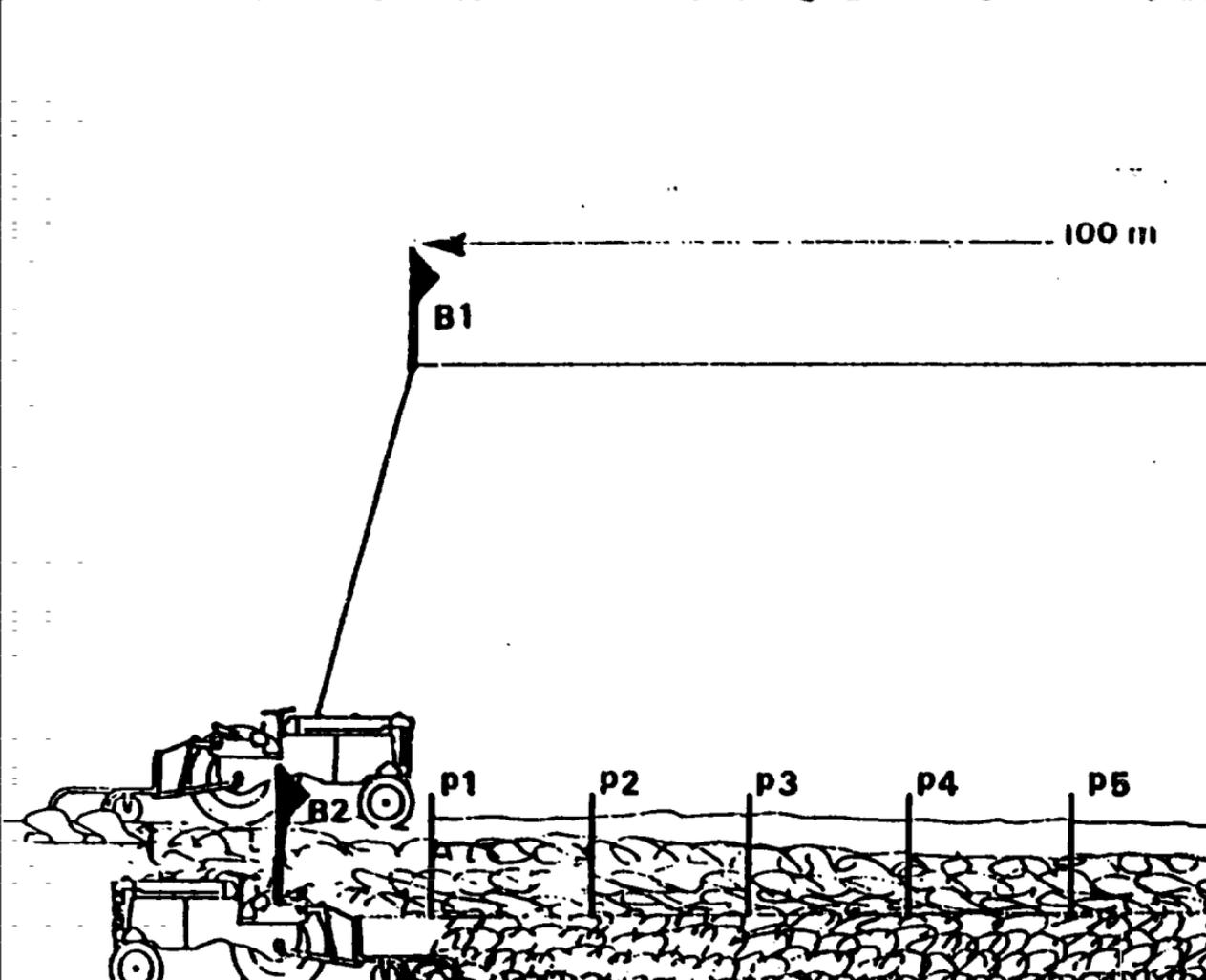
2. Bancs électriques

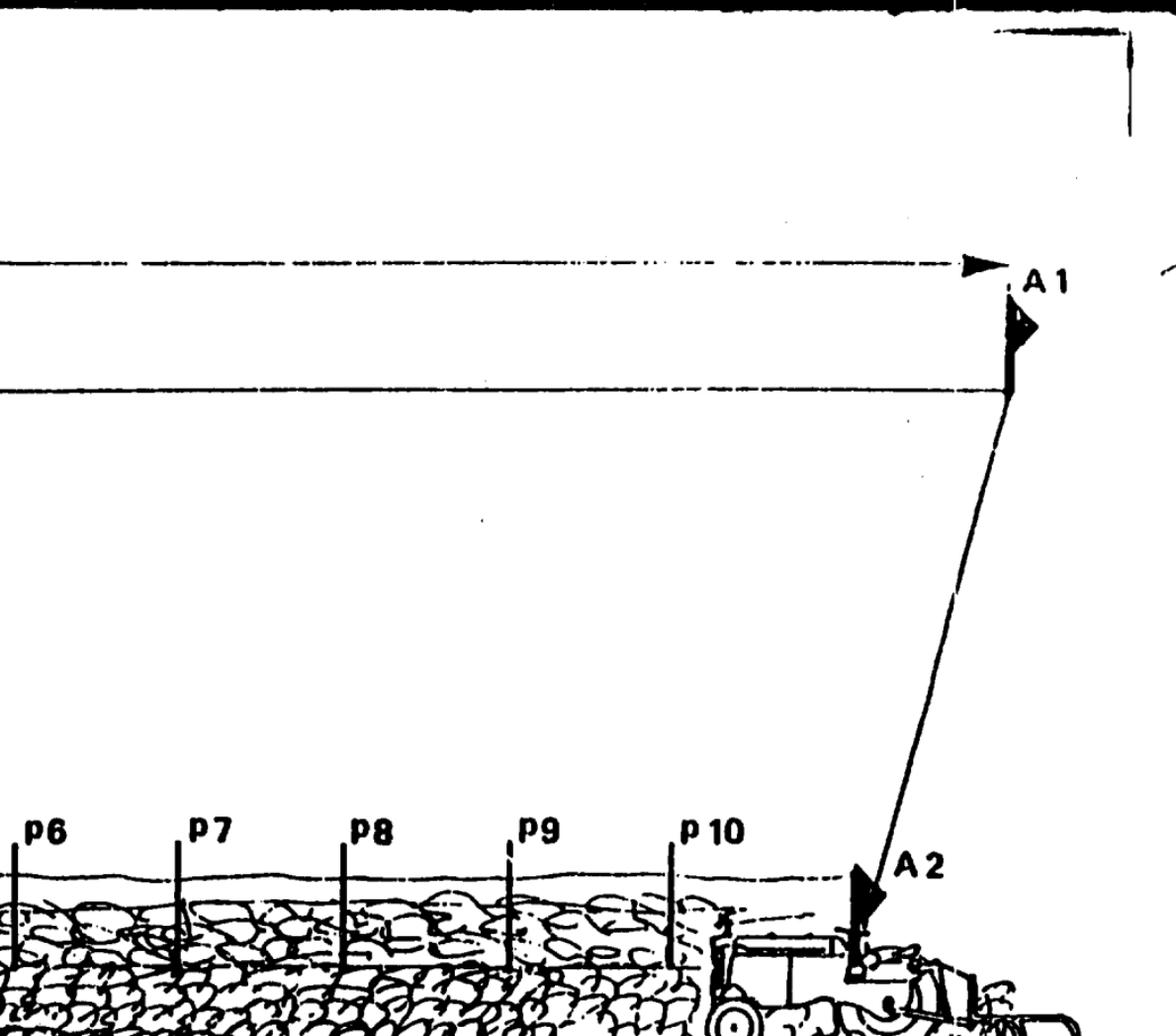
ANNEXE 6 : DEBITMETRE SOLEX MICRO OVAL POUR  
MESURES DE CONSOMMATION DE CARBURANT



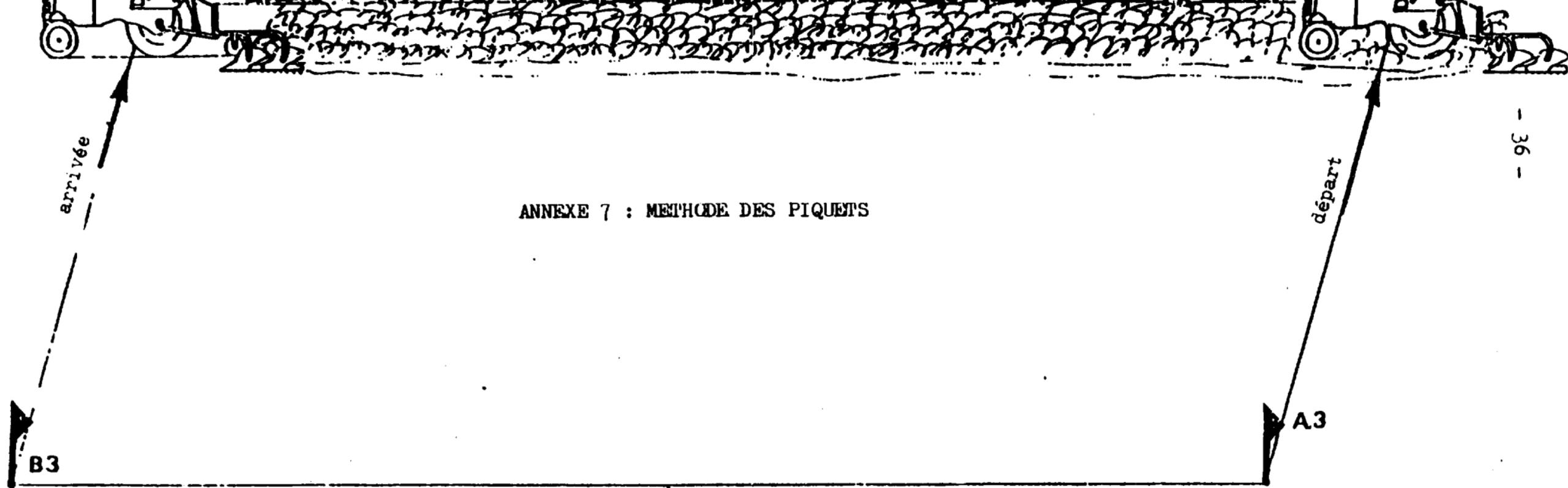
ANNEXE 7 : SERIE D'INSTRUMENTS POUR ESSAIS SUR LE TERRAIN







ANNEXE 7 : METHODE DES PIQUETS



**ANNEXE 8 : FORMULAIRE TYPE D'ESSAI SUR LE TERRAIN**

Date : ..... Lieu de l'essai : ..... Tracteur : ..... Equipement .....

Température : .....°C Humidité relative de l'air ....% Pression atmosphérique : ... m/bars Altitude : .... m

Etat du sol : .....

(Etat de surface, herbes, émondes, humidité, teneur en argile, indice pénétrométrique, etc.)

**Résultats**

Résistance moyenne à la traction du sol :  $R_s = \dots\dots\dots \frac{N}{dm^2}$       Effort moyen à la barre :  $F = \dots\dots\dots N$

Vitesse moyenne km/h	Profondeur moyenne cm	Largeur moyenne cm	Temps total h/ha	Temps théorique h/ha	Consomm. carburant l/heure	Consomm. carburant litres/ha	Rendement	Glissement des roues

Remarques : (maniabilité, équilibre, réglage, défaillances, travail effectué, etc)

FORMULAIRE D'ESSAI (Annexe 8)

Passé No		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Moyenne	Temps effec.	Temps total	Consom. carb.	Tours P.D.F. ou roues
1	L P															
2	L P															
3	L P															
4	L P															
5	L P															
6	L P															
7	L P															
8	L P															
9	L P															
10	L P															
												Moyenne				
L = Largeur      P = Profondeur												Tours de roue ou de P.D.F. sans labourage				

ANNEXE 9 : GLISSEMENT DES ROUES (g) ET EFFORT A LA BARRE (F)

Le taux d'adhérence est  $f = \frac{F}{N}$

F = effort à la barre  
N = poids sur les roues motrices et transfert de charge sur ces roues motrices

La relation entre l'adhérence et le glissement a été déterminée expérimentalement :

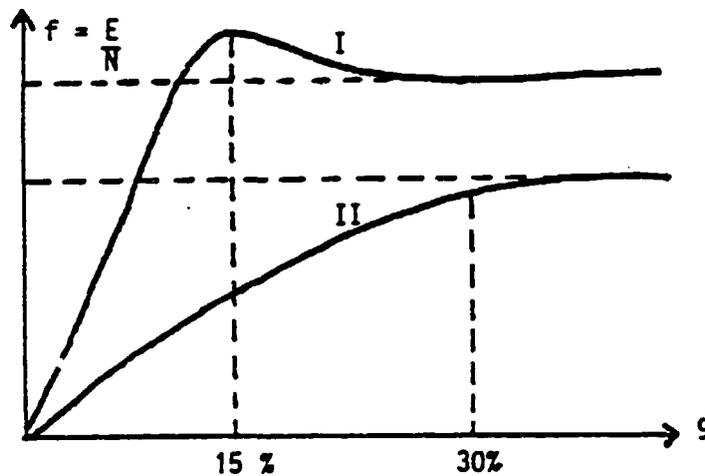


Fig. 1

- I : Sols cohésifs
- II : Sols peu cohésifs (sable)

Jusqu'à sa valeur maximale, l'adhérence peut être considérée comme étant proportionnelle à  $g$ .

$f = kg$      $K = (\text{env.}) 0,6$  - sols cohésifs  
               $K = (\text{env.}) 0,3$  - sols peu cohésifs (argile sèche)

- sur un sol cohésif, l'adhérence maximale est atteinte à un taux de glissement relativement faible (15 à 20%). Dès lors il est inutile de travailler à des taux de glissement plus élevés.
- sur un sol non cohésif (sable), l'adhérence maximale peut ne pas être atteinte avant 25 ou 30%. Pour cette raison, il est possible de travailler avec un taux de glissement élevé.
- Quels sont les facteurs qui influencent l'adhérence ?

La formule théorique de Coulomb se présente comme suit :

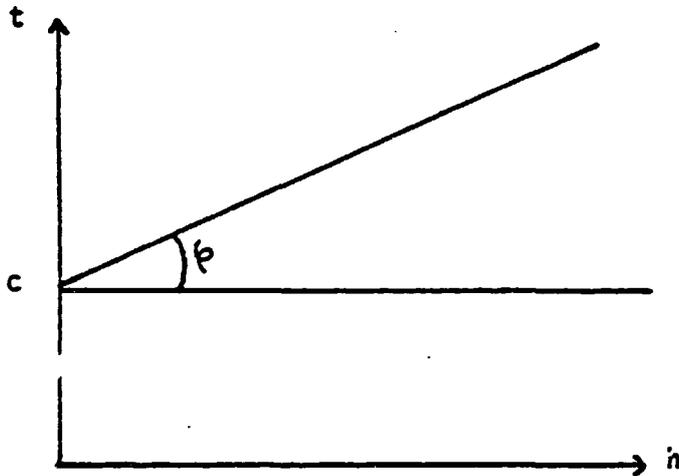
$$t = c + htg\phi$$

t = force tangentielle requise pour faire glisser une couche de terre sur la suivante,

c = cohésion, caractéristique du sol,

h = force orthogonale appliquée aux sols

$\phi$  = "angle de friction", une autre caractéristique du sol



Pour une roue motrice portant un poids N et pour une surface de contact avec le sol S, cette formule donne :

$$t = c + \frac{N}{S} tg$$

L'effort à la barre rendu par la roue au point où le glissement débute est :

$F = ts = cs + Ntg$	(1)
$f = \frac{F}{N} = \frac{C}{P} + tg$	(2)

$$P = \frac{N}{S} \text{ pression unitaire sur le sol}$$

ANNEXE 10 : ESSAI DE LONGEVITE : FORMULAIRE JOURNALIER

Tracteur :  
Conducteur :

Date	1ère application	2ème application	3ème application
Heure de départ			
Heure d'arrêt			
Durée du trajet aller-retour ferme-champ			
Nature du travail			
Equipement			
Caractéristiques du travail : largeur profondeur autres			
Vitesse de travail			
Conditions atmos- phériques			
Etat du sol			
Consommation de carburant			
Surface couverte			
Temps/hectare			
Remarques :	1er travail		
	2ème travail		
	3ème travail		

Défaillances :

Entretien :

vidange d'huile  
graissage  
nettoyage filtre carburant  
nettoyage filtre à air  
appoint batterie  
contrôle pression des pneus

oui	non

Autres :



BIBLIOGRAPHIE

1. Les dynamomètres.  
H. MURAT - CEMAGREF, Antony (France)
2. Méthodes de mesure et d'enregistrement des grandeurs physiques  
au cours du fonctionnement des machines agricoles.  
Etude CNEEMA No 372, Antony (France)
3. Etude des différents paramètres qui interviennent dans le phénomène  
de l'adhérence.  
Etude CNEEMA No 393, Antony (France)
4. L'adhérence du tracteur.  
Etude CNEEMA No 244, Antony (France)
5. Projet d'équipement d'un tracteur Bouyer TE pour effectuer des  
mesures au champ.  
R. PIROT - CNRA Bambey, ISRA (Sénégal)
6. Méthode de mesure de la puissance dont dispose au travail l'utilisateur  
d'un monoculteur ou d'une motohoue.  
Etude CNEEMA No 469, Antony (France)
7. Code normalisé de l'OCDE pour les essais officiels relatifs aux  
caractéristiques de fonctionnement de tracteurs agricoles.  
O.C.D.E., Paris (France)
8. The philosophy and Practice of Farm Machinery Evaluation in Kenya  
T. B. MUCKLE - January 1980, AMTU, Nakuru (Kenya)
9. Regional Workshop on Farm Testing Procedures.  
January 1981 - Nakuru (Kenya).

