



**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.

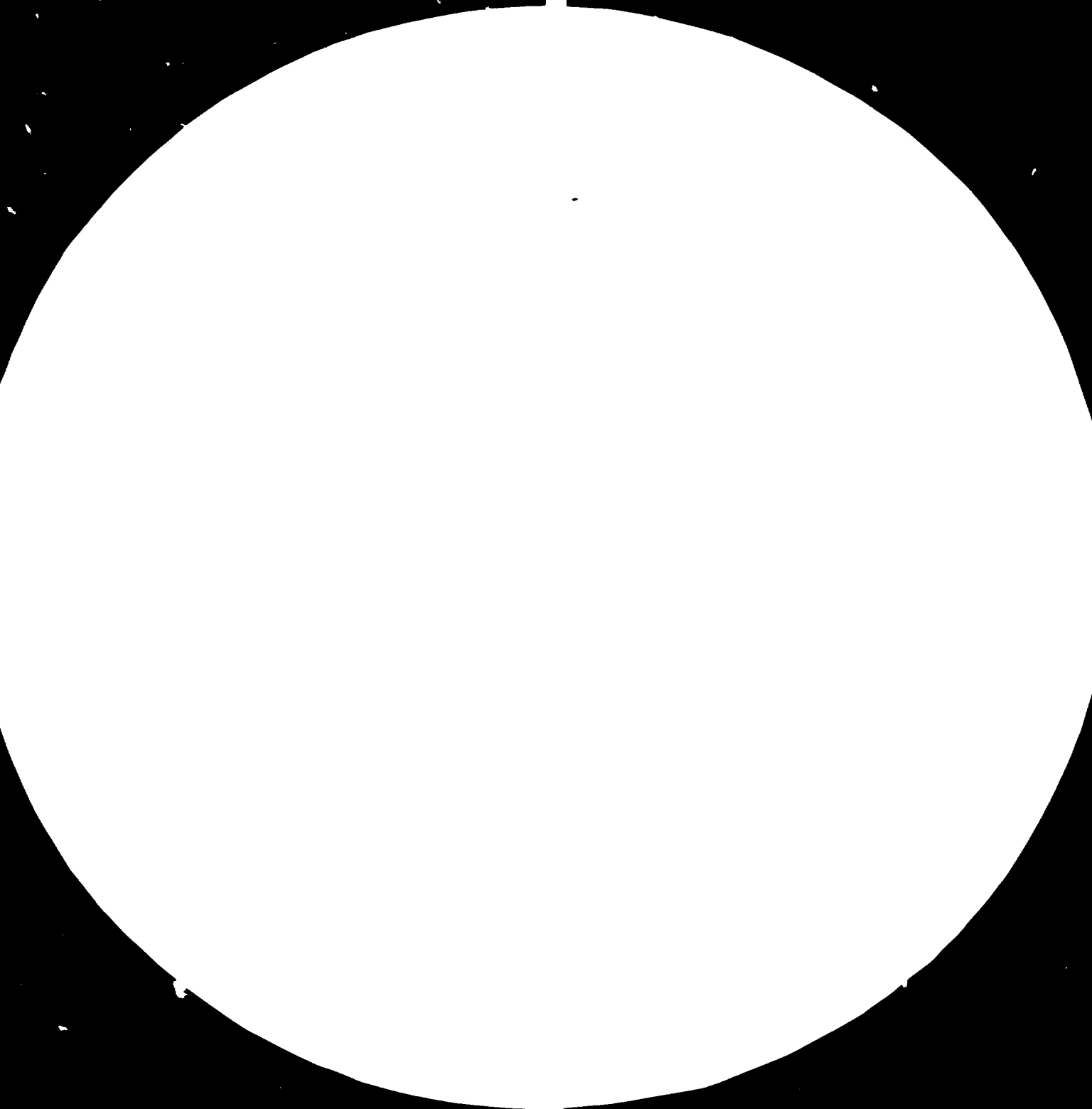
## FAIR USE POLICY

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)





ANSI/ISO Resolution Test Chart, 1963, 1973, 1983, 1993, 2000

Copyright © 2000 by SPIE Press, Inc.

Distr. RESTREINTE

09690

DP/ID/SER.A/235  
28 mars 1980

FRANCAIS  
Original : ANGLAIS

ASSISTANCE A LA PRODUCTION DE TOURBE - ENGRAIS

SI/EDI/78/801

BURUNDI

Rapport technique : Extraction, préparation et utilisation de la tourbe\*

Etabli pour le Gouvernement du Burundi

par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Organisme chargé de l'exécution du Programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de M. K.H. Richard, expert en extraction de la tourbe

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Vienne

---

\* Le présent document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

Première partieExtraction, préparation et utilisation de la tourbe au Burundi

par

M. Karl-Heinrich RICHARD, Düsternortstr. 20, D 2870 Delmenhorst (R.F.A)

Aperçu des techniques envisagées pour l'extraction de la tourbe en vue de son utilisation comme combustible au Burundi.

Introduction

La plus ancienne méthode d'extraction de la tourbe consiste à l'enlever à l'aide d'un louchet. La tourbe est découpée ou extraite sous forme de mottes que l'on étale pour les faire sécher.

Dès 50 après J.-C., Pline l'Ancien, qui suivait alors l'armée romaine en qualité de correspondant de guerre, avait remarqué que les Chauci malaxaient la tourbe. On savait donc déjà que la tourbe ne devient un bon combustible que si elle a été malaxée et pressée. Comme le malaxage manuel est un travail pénible et peu productif, on a peu à peu pris l'habitude d'étaler la tourbe sur le sol et de la piétiner puis de la presser, et enfin de l'aplanir et de la couper en mottes.

Née en Hollande, cette méthode très ancienne de préparation de la tourbe à brûler était fort répandue au Moyen-Age. Obtenu au prix d'un dur travail manuel, ce combustible était compact et de bonne qualité. En consultant les plus anciennes archives sur la question (1658), on constate que la tourbe était utilisée non seulement pour les besoins domestiques, mais aussi pour la fabrication de la bière, de la chaux, des briques, du plâtre, du verre, du sel et du savon ainsi qu'à de nombreuses autres fins.

Mottes de tourbe à brûler

Nous savons donc que pendant presque 2 000 ans, on n'a jamais obtenu de bonne tourbe à brûler sous la forme simplement de mottes coupées, mais toujours par malaxage.

Avec la mise en application, au dix-neuvième siècle, des techniques modernes dans les tourbières, le malaxage a été mécanisé. Afin d'exploiter toutes les couches du marais de manière à obtenir des mottes particulièrement fermes et homogènes, la tourbe était extraite en terrasses qui descendaient jusqu'à la couche sous-jacente.

La tourbe était alors étalée pour sécher à proximité de la tourbière. Etant donné qu'il faut disposer de grandes aires de séchage pour étaler horizontalement les mottes enlevées verticalement, la tourbe, une fois malaxée, devait être transportée au moyen de tombereaux, déchargée, puis étalée, ce qui exigeait beaucoup de temps et de main-d'oeuvre.

Au début du siècle, la technique a permis de mettre au point l'épandeur consistant en un convoyeur à bande qui déversait les mottes automatiquement sur les aires de séchage. De même, l'extraction de la tourbe en terrasse et son chargement sur l'élévateur furent dès lors assurés par un transporteur à godets. Ce passage de l'extraction manuelle à l'extraction mécanisée, a abouti à l'excavateur à godets avec malaxeur et épandeur, qui a été utilisé à des milliers d'exemplaires dans toutes les tourbières de l'hémisphère nord.

#### Tourbe boueuse

L'excavateur n'est pas utilisable dans tous les marais. Pour l'exploitation de la tourbe dans des conditions difficiles (surfaces exigües, tourbe contenant beaucoup de racines, tourbières basses à niveau d'eau élevé, climat défavorable, etc.) les spécialistes ont rapidement cherché d'autres méthodes d'extraction.

Dans les parcelles résiduelles, notamment en Hollande et en Scandinavie, la tourbe était mise en suspension et entraînée vers les aires de séchage voisines. De nombreuses variantes de cette méthode ont été employées. Un des meilleurs produits obtenus était la tourbe hollandaise dite "tourbe d'excavateur", appellation qui n'a rien à voir avec l'engin mentionné plus haut. La tourbe, chargée dans des élévateurs, était envoyée dans un réservoir où elle était transformée en boue par adjonction d'eau et agitation, puis dirigée par pompage vers l'aire de séchage où très vite l'eau en excédent s'évaporait ou s'infiltrait dans le sol. Il n'y a pas si longtemps que la tourbe a cessé d'être exploitée en Hollande, et dans les parcelles résiduelles où les excavateurs ne pouvaient passer, elle a été extraite de cette manière.

#### Tourbe hydraulique

Le système à tort dénommé "système de la tourbe hydraulique" repose sur le même principe, mais il est appliqué pour une autre raison. En Europe orientale, en Finlande et dans le Sjaelland (province du Danemark), où la tourbe contient

beaucoup de racines, on la sépare de celles-ci à l'aide d'un puissant jet d'eau, puis on l'envoie par pompage, avec l'excédent d'eau, vers l'aire de séchage. Ce procédé a été abandonné il y a 25 ans environ, car il exigeait des moyens techniques et financiers trop importants à cause de l'énorme quantité d'eau nécessaire.

#### Extraction de la tourbe dans les tourbières basses

Il y a 150 ans déjà, du "matériel d'extraction sous l'eau" permettait d'exploiter les tourbières basses à niveau d'eau élevé. La machine de BROSOFSKI à manivelle et à traction humaine ou animale, première machine à tourbe connue, a été utilisée à des milliers d'exemplaires pour exploiter les tourbières basses. Par la suite, ces machines ont été munies de moteurs et la technique a été améliorée. Il y a 20 ans à peine, des machines encore plus perfectionnées étaient en service en République démocratique allemande. Leur châssis coupant en forme de U et long de plusieurs mètres, découpait, à mesure qu'il s'enfonçait dans l'eau, un bloc de tourbe qui le remplissait. En fin de course, un couteau sectionnait la base du bloc en se rabattant pour constituer la partie inférieure du châssis. Celui-ci était alors remonté et ramenait ainsi sur la terre ferme le bloc coupé sous l'eau. La tourbe pouvait être transportée de façon continue par des camions à benne basculante jusqu'aux aires de séchage ou elle était moulée.

L'expansion économique et le fait que l'on ait préféré utiliser les tourbières basses pour l'élevage ont conduit à l'abandon de cette méthode d'extraction il y a une vingtaine d'années, même en République démocratique allemande.

#### Séchage artificiel

Les experts se sont toujours préoccupés du problème posé par la teneur en eau extrêmement élevée de la tourbe brute et ont essayé de l'abaisser sur place ou à proximité de la tourbière en faisant appel à la technique ou à la chimie. Les "inventions" et les essais dans ce domaine sont légion. Bien rares sont sans doute les problèmes apparemment aussi simples que le séchage de la tourbe qui aient, pendant plus d'un siècle, absorbé autant de ressources financières, suscité autant d'idées techniquement ambitieuses poussées jusqu'à l'absurde et donné lieu à autant de déceptions.

On trouvera ci-après un bref aperçu des procédés mis au point et essayés pour être ensuite abandonnés :

1. Séchage chimique

On a eu recours à l'électro-osmose pour décomposer l'eau contenue dans la tourbe en hydrogène et en oxygène. Le gaz oxyhydrique obtenu a fait "exploser" cette idée séduisante qui n'a jamais été reprise.

2. Compression

Si l'eau est retenue par capillarité, il est relativement facile de l'exprimer par les larges pores de la tourbe. Pour sécher d'importantes quantités de tourbe, on peut utiliser une grande presse munie d'un filtre. Il est techniquement possible d'atteindre les pressions nécessaires pour ramener la teneur en eau à 70 %, et l'on peut même l'abaisser encore en laboratoire. Avec cette méthode, on obtient un gâteau de tourbe qui a perdu la majeure partie des substances actives solubles dans l'eau. L'eau extraite, de faible pH, attaque le matériel si celui-ci n'est pas fabriqué en métaux résistant aux acides. La plupart des installations ont été mises hors d'usage par une corrosion irrémédiable. C'est ce qui est arrivé aux célèbres installations MADROCK dans les années 50. Plus tard, d'autres essais ont été entrepris par les sociétés SULZER, ESCHER WYSS et INGERSOLL sur de la tourbe peu décomposée.

L'abaissement de la teneur en eau de 90 à 75 % par exemple, qui réduit le volume de la tourbe brute à 60 % de sa valeur initiale n'entraîne aucune perte de temps si on étale la tourbe sur des aires de séchage, car grâce à l'action du vent, à la faible humidité atmosphérique et à la chaleur, il est réalisé à moindre frais en quelques jours. Si les conditions voulues ne sont pas réunies, on peut envisager pour la tourbe peu décomposée, d'exprimer l'eau retenue dans les gros réseaux capillaires. Le séchage thermique de la tourbe peu décomposée n'est rentable que si la teneur en eau ne dépasse pas 30 %.

Si l'eau est fixée sous forme de solution colloïdale, il est hors de question de recourir au procédé de la compression mécanique. La floculation nécessaire pour pouvoir exprimer l'eau ne peut être induite que par l'action du gel ou de la chaleur ou par addition d'électrolytes. Dans les zones tempérées, il gèle rarement. La méthode consistant à ajouter des électrolytes à la tourbe brute ne s'est pas imposée en raison des quantités d'électrolytes nécessaires et de leur prix élevé, qui en font une technique non rentable.



### 3. Carbonisation humide

Dès 1907, Ekenberg a chauffé de la tourbe boueuse sous pression, puis en a exprimé l'eau, créant ainsi la méthode de carbonisation humide de la tourbe. Cette méthode a été constamment adaptée en fonction des progrès techniques et scientifiques. C'est ainsi qu'une installation moderne a été créée en Suède, il y a une vingtaine d'années. Ce fut une réussite indéniable du point de vue technique, mais un échec manifeste du plan commercial.

Des projets plus récents, repris à la suite de la crise mondiale de l'énergie et adaptés à l'évolution des techniques, devront d'abord faire l'objet d'études poussées en ce qui concerne le rendement, ainsi que d'essais prolongés pour ce qui est de la résistance à la corrosion, au cas où leurs promoteurs disposeraient des moyens nécessaires et seraient assez optimistes pour courir ce risque dans le cas de la tourbe.

### 4. Tourbe en mottes

Dès 1848, EXTER avait pris la mesure du problème posé par le séchage complémentaire d'une tourbe qui doit contenir moins de 75 % d'eau. Il a ameubli la couche supérieure de tourbe de manière à faciliter l'évaporation et l'action du soleil. De cette façon, il a facilement atteint le premier stade de la déshydratation et jeté les bases de la méthode dite de la "tourbe fraisée" (Frästorf). Il se proposait de recourir à des procédés thermiques pour achever le séchage de la tourbe pré-séchée en couches meubles et de l'agglomérer finalement en briquettes. Les premières presses à briquettes mises au point à l'époque pour la tourbe ont servi par la suite pour le lignite.

### 5. Tourbe fraisée (Frästorf)

La méthode lancée par EXTER, qui consistait à ameubler la surface d'une tourbière de manière à assurer le pré-séchage d'une mince couche de tourbe, a abouti au procédé de la tourbe fraisée qui permet d'obtenir de la façon la plus économique de la tourbe pré-séchée pour alimenter les centrales et les chaudières et produire des briquettes. La production de tourbe fraisée nécessite beaucoup d'espace si l'on veut que la production soit en rapport avec le matériel nécessaire. Les conditions requises étant réunies en URSS, en Irlande et en Finlande, l'industrie de la tourbe fraisée progresse régulièrement dans ces pays.

### Conclusions

Il conviendrait de mettre à l'essai les systèmes les plus répandus de production de tourbe pour déterminer s'ils peuvent être utilisés au Burundi.

#### 1. Kisosi

Cette tourbière prédrainée d'une superficie de 25 hectares seulement, devrait donner une tourbe de bonne qualité si l'on malaxe celle-ci comme on le faisait déjà il y a 2 000 ans.

#### 2. Kuruyange

Pour cette petite tourbière de forme allongée, qui est elle aussi prédrainée, l'emploi d'un excavateur à tourbe muni d'un convoyeur à godets, d'un malaxeur et d'un épandeur permettrait d'obtenir une tourbe de bonne qualité.

#### 3. Buyongwe

On peut espérer extraire de cette tourbière des quantités importantes de tourbe eu égard aux réserves qu'elle recèle. Les méthodes classiques de production sont inapplicables. Les procédés fondés sur le séchage artificiel, qui ont été proposés par des bureaux d'études de renommée mondiale, n'ont pas encore fait l'objet d'essais. Tant qu'aucun de ces procédés n'aura été utilisé avec succès pendant un certain temps pour produire de la tourbe dans des conditions rentables, il est inutile de songer à les appliquer au Burundi.

Dans le cas du complexe Akanyagu-Buyongwe, si l'on veut produire de la tourbe et la tester, il conviendrait de recourir aux méthodes classiques pour la récupérer sous la couche de papyrus et de la faire sécher de façon naturelle. Une méthode à cet effet a été proposée.

---

Bibliographie : Götlich, Moer- und Torfkunde

Recommandations : Deux études de Richard, en date des 9 et 10 septembre 1979

2<sup>ème</sup> Partie

Extraction, préparation et utilisation de la tourbe au Burundi  
Etude préliminaire sur l'extraction de la tourbe dans les marais à papyrus

Les grandes vallées du Nord du pays sont couvertes de papyrus atteignant deux mètres de haut. Les plantes qui meurent à la base de cette végétation se transforment en tourbe. KAULE décrit ce processus de la façon suivante :

"La tourbe est formée par des dépôts stratifiés de résidus végétaux (sédimentation) qui ne se décomposent pas entièrement par suite du ralentissement sensible de l'activité des micro-organismes contenus dans le sol à cause de la très forte humidité ambiante, qui se traduit par un manque d'air et d'un pH faible". On peut donc supposer que les terrains marécageux de la région de l'Akanyagu dans le Nord du Burundi résultent de l'accumulation de résidus de papyrus. On peut également supposer que cette plante est caractéristique de ces marécages. Les résidus végétaux s'accumulent normalement en couches compactes qui finissent par émerger de l'eau, mais moins fortement en saison des pluies qu'en saison sèche. Comme on pouvait le prévoir - et cela a été confirmé par l'échantillonnage - on ne trouve ni boue, ni eau noire sous l'amas de papyrus, mais un lit de tourbe qui repose sur une couche sous-jacente (sédimentaire ou marécageuse) caractéristique des tourbières basses. La tourbe immergée a une teneur en eau inférieure à 90 %, plus faible donc que celle des tourbières hautes, peu ou pas du tout drainées au préalable.

On a proposé d'utiliser les techniques suivantes pour l'extraction de la tourbe du Bujongwe :

1. La boue, formée d'environ 97 % d'eau, devrait être préparée à l'aide d'agitateurs, puis pompée dans des aires de drainage. Cette méthode implique la manutention de 24 tonnes de boue pour obtenir une tonne de tourbe séchée à l'air. La préparation et le pompage de la boue exigent une grande quantité d'énergie. En outre, il faut, pour sécher la tourbe, disposer d'aires de drainage de grandes dimensions, plates et perméables;

2. Comme il n'est pas possible de trouver ces aires de drainage dans le Bujongwe, la boue pompée doit être déshydratée artificiellement. Diverses méthodes de carbonisation humide sont envisagées à cette fin. Les usines qui appliquent cette technique pour la production de tourbe ne sont pas encore très nombreuses dans le monde.

A mon avis, on peut extraire la tourbe des tourbières basses du Nord du Burundi même sans utiliser les deux techniques susmentionnées, car la tourbe présente sous la couverture végétale est solide et peut être enlevée en mottes; en d'autres termes, on peut découper la tourbe immergée avec des pelles ou des bèches et la sortir de l'eau. A mon sens, une agitation relativement faible ne suffirait pas pour mettre la tourbe en suspension de façon qu'elle puisse être pompée. En revanche, la tourbe des tourbières basses, bien qu'entourée ou recouverte d'eau, a une teneur en eau plus faible que celle des tourbières hautes qui retiennent l'eau par capillarité. Si nous supposons que la tourbe brute doit contenir 97 % d'eau pour pouvoir être pompée et que la tourbe des tourbières basses a une teneur en eau de 89 %, nous avons alors le rapport  $\frac{100 - 97}{100 - 89} \times 100 = \frac{300}{11} = 27$  kg. Il s'ensuit que pour rendre l'opération possible, il faudrait pomper 73 kg d'eau pour 100 kg de tourbe brute extraite.

Afin d'éviter ce travail, il est suggéré de recourir à la méthode exposée ci-après. En partant du bord, on pourrait lancer dans le marais de Bujongwe une drague du type "Amphidredge" qui découperait une large bande de papyrus. Un convoyeur à bande d'un mètre de large environ, monté sur des pontons, serait mis en place à côté de la drague sur la bande défrichée. Ce convoyeur irait jusqu'à la terre ferme. Un deuxième convoyeur, beaucoup plus long, serait installé parallèlement au bord du marais sur une bande de terrain d'environ 25 mètres de largeur qui pourra ne pas être absolument plane. Ce convoyeur irait en s'écartant du point de décharge du convoyeur No 1, c'est-à-dire qu'il serait perpendiculaire à ce dernier.

Il est préconisé d'adopter la méthode exposée ci-après pour l'extraction de la tourbe :

La drague enlèverait la tourbe en mottes, la placerait sur le convoyeur No 1, qui fonctionnerait en continu et la transporterait sur le convoyeur No 2 installé au bord du marais, lequel, à son tour la transporterait le long de la bande de terrain jusqu'à un malaxeur-épandeur mobile, où une

chicane l'acheminerait dans la trémie du malaxeur. Le matériau serait alors étalé sous forme d'un ruban large de 15 ou, si possible, de 20 mètres. A cet égard, il faudrait prévoir un lit d'herbe qui servirait de coussin d'air. Compte tenu de sa teneur en eau relativement faible, la tourbe pourrait être "découpée" au bout de trois jours, retirée et entassée 8 à 10 jours plus tard le long de la bande de terrain. La drague serait déplacée, de même que le convoyeur No 1, tandis que le convoyeur No 2 suivrait, de façon à alimenter en permanence le malaxeur-épandeur.

Lors de mon compte rendu de mission à Vienne, le 18 septembre 1979, j'ai eu l'occasion de prendre connaissance du rapport de M. Martin intitulé "Exploitation of Peat Resources in Rwanda" (DP/RWA/76/010/11-01/321D). J'ai constaté avec satisfaction qu'aux pages 27 et suivantes de ce rapport M. Martin décrit, pour l'extraction de la tourbe du marécage de Busoro, la méthode que j'ai moi-même suggérée pour le marais de Bujongwe, bien qu'à titre d'essai préliminaire suivant une technique entièrement manuelle.

Le fait que mes recommandations rejoignent celles qu'a formulées M. Martin, spécialiste chevronné de la tourbe, et dont je n'avais nullement connaissance au préalable prouve que la technique proposée est la seule valable et m'incite à la recommander chaudement.

- - - - -

3<sup>ème</sup> Partie

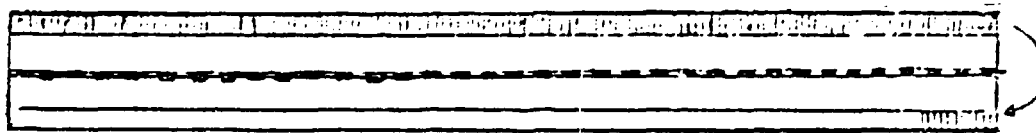
Proposition concernant l'exploitation des tourbières de Kuruyange -  
extraction de tourbe à brûler

Kuruyange est un marais bas qui a la forme d'une cuvette allongée dans laquelle se déversent des eaux de source et des eaux de rivière provenant des hauteurs avoisinantes. Une élévation de terrain située dans le marais dirige ces eaux vers les deux extrémités de la cuvette. Le marais est prédrainé par des rigoles. La couche de tourbe a une profondeur de plus de deux mètres. Dans certaines parties du marais, il y a des jonchères, où se forme une masse colloïdale qui se prête mal à l'extraction de tourbe à brûler; on envisage donc de n'utiliser la tourbe des jonchères que comme litière dans les étables.

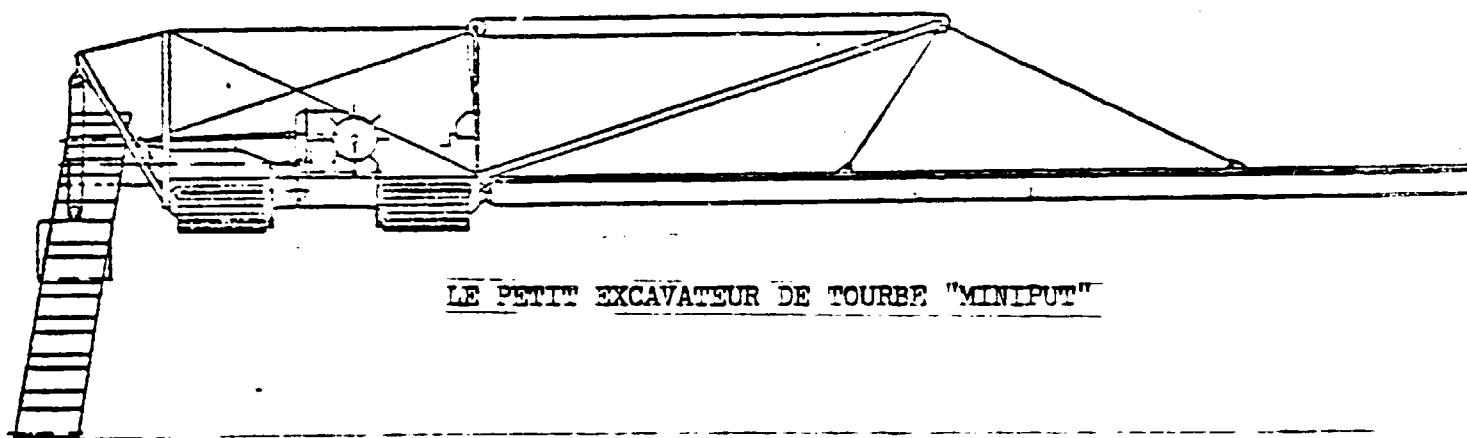
Le reste du marais, qui ne contient pratiquement pas de joncs et donnerait de la tourbe à brûler de bonne qualité, pourrait être exploité de la façon suivante :

1. Travail sur une aire d'un seul tenant, ayant au moins 1 200 mètres de long et 140 mètres de large.

Tourbe extraite  
épanchée  
Petits tas  
(séchage)



2. Utilisation d'un excavateur de tourbe, un "Miniput" par exemple. Ces engins sont fabriqués en Irlande. Il serait peut-être possible de s'y procurer assez rapidement un excavateur d'occasion.



LE PETIT EXCAVATEUR DE TOURBE "MINIPUT"

Caractéristiques techniques :

Poids . . . . .	8 t
Largeur de l'engin, épandeur et élince non compris. . .	4,3 m
Dimensions des chenilles. . .	1,2 x 3,8 m
Largeur des godets. . . . .	0,8 m
Profondeur d'excavation . . .	3 m
Longueur de l'épandeur . . .	15 m
Vitesse de fonctionnement . .	30 à 90 m/h
(Vitesse normale de fonction- nement : approximativement .	37 m/h
Vitesse maximum de déplacement, en avant et en arrière . .	1,6 km/h
Puissance nécessaire. . . . .	40-75 chevaux selon la teneur en humidité de la matière et le rendement exigé. (Les côtes d'encombrement de la machine, chenilles démontées, se situent dans les normes autorisées pour les transports internationaux sur voie ferrée.)

En admettant que l'excavateur travaillerait dans le sens de la longueur du marais et que l'élince atteindrait une profondeur de 2 mètres avec des godets de 0,8 m de large, on pourrait, sur les 2 400 m du parcours, aller et retour, extraire  $2 \times 0,8 \times 2\ 400\ m^3$  de tourbe brute, soit environ  $4\ 000\ m^3$ . En tenant compte du temps nécessaire pour les virages et les arrêts et pour le repos du personnel, on peut envisager une vitesse de fonctionnement de 12 m/h, ce qui donne, pour chaque passage de 2 400 m, une durée de  $2\ 400 : 12 = 200$  heures, c'est-à-dire 20 jours, à raison de 10 heures de travail par jour.

Pour les mois de janvier, février, juin, juillet, août, septembre et octobre, soit sept mois de 25 journées de travail de 10 heures, cela fait 1 750 heures d'excavateur disponibles ou, si l'on tient compte des retards possibles, 1 400 heures. A raison de 200 heures par passage, sept passages par an, ou un par mois, seraient possibles.

En laissant de côté les plaques de joncs, on peut obtenir une tonne de tourbe à brûler séchée à l'air à partir de  $8 \text{ m}^3$  de tourbe brute. Si le matériau est bien malaxé, la cohésion de la tourbe sera bonne, comme l'ont démontré les essais de malaxage. Si la teneur en fibre est plus élevée et la teneur en tourbe noire plus basse, il faudra creuser plus profondément afin de mélanger la tourbe superficielle à la tourbe plus décomposée des couches inférieures. Comme cette opération entraînerait une surcharge pour l'épandeur, l'élinde devrait être ajustée pour une largeur de coupe ne dépassant pas 0,60 m.

Après chaque passage, l'aire d'exploitation sera réduite, dans sa largeur, de deux bandes de 0,80 m chacune, c'est-à-dire que sa largeur diminuera de 1,60 m. A raison de sept passages par an, une bande de 11 m de large aura ainsi été exploitée. Par conséquent, pour creuser le marais à une profondeur de 2 m, il faudra théoriquement  $140 \div 11$ , soit au moins 12 ans.

Si on extrait  $4\ 000 \text{ m}^3$  de tourbe brute par passage, on obtiendra 500 tonnes de tourbe sèche, c'est-à-dire 3 500 tonnes au cours des sept passages annuels. Ce rendement, qui est élevé pour une superficie de 16 hectares, ne sera possible que si l'aire d'exploitation est régulièrement dégagée de la tourbe extraite.

Avec le "Miniput", la tourbe brute est extraite dans toute la profondeur des couches, puis déversée dans un malaxeur efficace à pale unique où elle est broyée et malaxée et arrive ensuite sous forme d'un cylindre ayant 14 cm de diamètre, sur un épandeur automatique de 15 mètres de long constitué par une plate-forme équipée d'un convoyeur qui se déplace à la vitesse d'un mètre par seconde environ. Ce cylindre, qui est alors tronçonné en éléments ("mottes") de 33 cm environ de long, est automatiquement éjecté sur l'aire de séchage dès qu'il atteint l'extrémité du convoyeur.

Pour une vitesse de fonctionnement de 12 m/h - ce qui est tout à fait raisonnable - et une bande de tourbe de  $1,60 \text{ m}^2$  de section,  $20 \text{ m}^3$  de tourbe environ par heure seront déposés sur l'aire de séchage. Pour obtenir un



tel rendement, la puissance nécessaire du moteur sera de 35 chevaux mais, étant donné l'altitude à laquelle se situe le lieu d'exploitation, c'est-à-dire 2 200 m, il faudra prévoir un moteur de 50 chevaux.

Pour plus de sûreté, il serait judicieux de choisir un moteur plus puissant. Je proposerais le moteur Diesel Deutz F5L 912 à refroidissement à air qui, à 1 800 tr/mn, a un rendement de 35 kW et consomme approximativement 162 g/cv de gasoline, soit environ 7,5 l à l'heure, ce qui représente à peu près 70 000 kcal. On sait que 2,5 t de tourbe sèche contiennent 10 millions de kcal (4 millions kcal/t). Par conséquent, il est évident que l'emploi du carburant Diesel est avantageux. L'extraction proprement dite de toutes les couches, la malaxation et la concentration intensives dans le malaxeur, ainsi que l'épandage automatique ne peuvent être que mécaniques. Pour pouvoir faire sept passages en sept mois, il faut évacuer rapidement la tourbe mise à sécher, de façon que l'excavateur n'ait pas à attendre entre deux passages. A cet égard, le très faible taux d'humidité et la chaleur de l'atmosphère constituent un avantage; il faut même mettre la tourbe à l'abri du soleil dès qu'elle est suffisamment ferme pour être déplacée. Au Burundi, les spécialistes estiment qu'au bout de trois jours à peine, une tourbe de bonne qualité est assez consistante pour être mise à sécher sur le terrain, c'est-à-dire qu'elle peut alors être transportée sans être brisée. Par conséquent, quatre jours après l'extraction, c'est-à-dire après exploitation d'une bande de 360 m (30 h x 12 m/h), les ouvriers peuvent commencer à travailler derrière l'excavateur et à mettre la tourbe en tas, selon une disposition dite "en anneaux". Les mottes de tourbe ainsi mises à sécher ne se trouvent plus en contact avec le marais et ne sont donc plus humidifiées par capillarité, de même qu'elles cessent d'être exposées à l'action directe du soleil qui aurait pour effet de craqueler leur surface si on les laissait trop longtemps étalées sur l'aire de séchage. En effet, la surface externe d'une motte se contracte rapidement au soleil alors que l'intérieur reste humide, d'où l'apparition de craquelures. Les mottes sont alors de médiocre qualité et il y a des pertes.

Les mottes qui proviennent du "Miniput" ont généralement une longueur de 33,3 cm. Elles se trouvent par la suite nettement séparées les unes des autres du fait de la contraction qui s'exerce dans le sens longitudinal pendant le séchage sur le terrain.

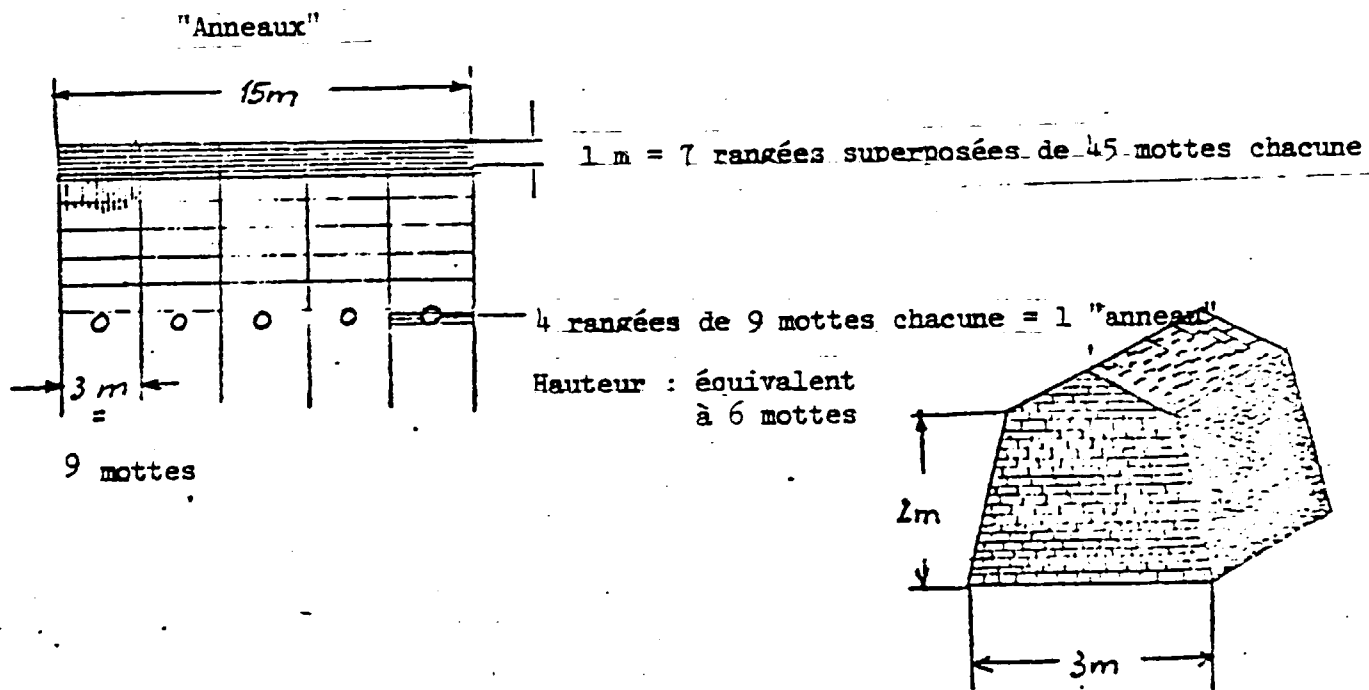
Afin que l'excavateur, qui se déplace à 12 m à l'heure, ne soit pas retardé, les mottes de tourbe doivent être disposées en "anneaux" et enlevées. Ces deux opérations doivent être effectuées à la main; étant donné le rendement de l'excavateur et la nécessité de protéger les mottes contre les rayons du soleil, elles doivent être parfaitement organisées.

La tourbe doit être non pas mise en sac, mais transportée en "anneaux", dans des mannes. De petits tas de tourbe sont formés au milieu du champ, les mottes étant disposées à plat les unes sur les autres, soit régulièrement, soit décalées comme les briques d'un mur. Des feuilles d'arbres posées sur chaque couche empêchent les rayons du soleil de pénétrer. A mesure que la quantité de tourbe augmente après un certain nombre de passages, les nouveaux tas sont disposés entre les tas plus anciens afin d'obtenir toujours une protection parfaite de la récolte en un temps très court. Cette disposition en tas permet aux mottes de sécher "doucement", ce qui leur assure une bonne apparence extérieure. Au Burundi, il n'est pas à craindre qu'elles contiennent trop d'humidité. Le séchage et la perte de poids continuent jusqu'à ce que le produit parvienne au consommateur.

Après quatre à huit semaines, les tas peuvent être enlevés. A cet effet, des remorques à bascule ayant une capacité d'environ  $6 \text{ m}^3$  - soit environ deux tonnes de tourbe - et équipées de pneus à basse pression sont tirées par des tracteurs jusqu'au quai de chargement des camions.

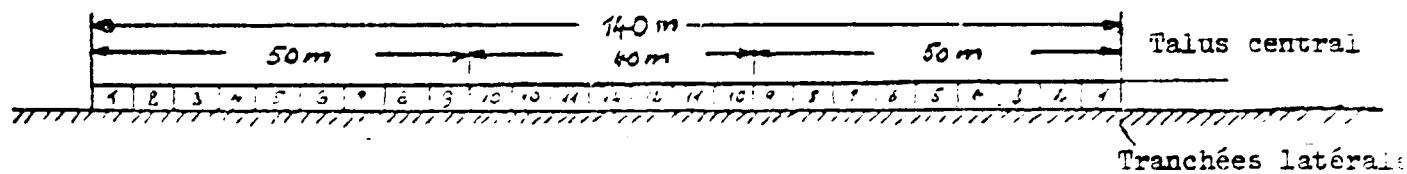
Voici quelques précisions concernant l'application de cette "méthode Miniput" à Kuruyange :

Longueur d'un parcours aller et retour	2 400 m
Section de la bande découpée	$1,6 \text{ m}^2$
Diamètre des mottes	14 cm
Section des mottes	$155 \text{ cm}^2$
Volume d'une rangée de 45 mottes	$0,23 \text{ m}^3$
Volume de 7 rangées superposées (hauteur totale 1 m) de 45 mottes chacune ( $0,23 \text{ m}^3 \times 7$ )	$1,6 \text{ m}^3/\text{m}$
Rendement de l'excavateur par parcours de 2400 m	$14\ 000 \text{ m}^3$
Production de tourbe à $30\%$ de $\text{H}_2\text{O}$ $\frac{100-90}{100-30} \times 4\ 000$	575 t
Pertes sur le terrain : approx. $15\%$	500 t
Rendement horaire réel : $12 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,6 \text{ m}^2/\text{m}$	$19,2 \text{ m}^3/\text{h}$



Petit tas, volume approximatif 12m<sup>3</sup>

Comme nous l'avons indiqué, sept passages par an permettront d'extraire une bande de tourbe de 5,60 m de large de chaque côté du champ, soit 11,20 m au total. Pour une aire d'exploitation de 140 m de large, il faudra donc, théoriquement, près de 12 ans (140 ÷ 11,2).



Au bout de neuf ans, le talus central n'aura plus que 40 m de large et il ne sera plus possible d'épandre deux lots, l'un à côté de l'autre; par contre, les tranchées latérales auront 50 m de large. On pourra donc procéder comme suit :

1. Le talus continuera d'être travaillé en fouille sur un côté.
2. L'autre côté du talus sera attaqué en butte par l'élinde raccourcie, travaillant en coupe libre, et la tourbe sera épandue dans la tranchée latérale.

Cette double opération pourra se poursuivre pendant une année.

3. Pour éviter d'avoir à raccourcir l'élinde en cours de campagne, on exploitera uniquement en butte à partir de la onzième année. A la fin de la douzième année, la première couche du marais devrait être extraite. A partir de la neuvième année, les tas sont disposés dans les tranchées latérales.

Ensuite, la couche suivante du marais pourra être exploitée pendant une nouvelle période de 12 ans, selon la même méthode, à condition toutefois :

- a) Que la tourbe située plus en profondeur soit d'une qualité satisfaisante;
- b) Que la résistance du sol du marais soit suffisante;
- c) Que l'on puisse drainer le marais;
- d) Que la profondeur du marais ne diminue pas trop sur les bords, ce qui réduirait notablement la surface d'exploitation. En principe, ceci n'est pas un obstacle, mais le volume de production s'en trouve diminué.

La méthode décrite ci-dessus a les avantages suivants :

1. Elle rend possible l'extraction mécanisée de toutes les couches du marais jusqu'à la profondeur de travail maximale de l'excavateur, le mélange des différentes couches de tourbe et le malaxage de la tourbe qui lui assure une consistance homogène. On obtient en fin de compte une tourbe à brûler résistant à l'abrasion et ayant un pouvoir calorifique et des caractéristiques de combustion au moins égaux à ceux des briquettes de lignite.

2. Elle limite la mécanisation du processus à l'extraction proprement dite, au malaxage et à l'épandage, opérations qui ne peuvent être faites manuellement, mais qui sont essentielles à une production de qualité. Les autres opérations - mise en "anneaux", collecte et mise en tas - doivent être faites à la main, mais, au Burundi, la main-d'oeuvre est bon marché.

3. Elle permet de compter sur une récolte annuelle de tourbe à brûler d'au moins 3 500 tonnes par couche, pendant 12 ans, car les calculs ont été faits très largement.

4. On pourrait augmenter le rendement annuel d'au moins 30 % avec la même méthode, mais en utilisant par exemple un excavateur de tourbe du type "Liliput"; il en résulterait cependant un épuisement plus rapide du marais et la nécessité pour les consommateurs de s'approvisionner plus tôt en tourbe d'autre provenance.

5. L'application de cette méthode n'est pas limitée à l'exploitation d'une aire de 1 200 x 140 m, soit 16 hectares, superficie que nous avons retenue d'après les données cartographiques disponibles. L'expérience montre que la délimitation définitive d'une aire d'exploitation s'écarte souvent du plan original. Dans le cas qui nous occupe, on pourrait fort bien, à partir des mêmes données, fixer à 1 600 m la longueur du site, ce qui se traduirait par une augmentation de 30 % de la production.

6. Le taux de production de tourbe à brûler ayant diminué en Europe, il serait peut-être possible de trouver un excavateur d'occasion remis à neuf. La fiabilité technique de ces engins est garantie par le nombre important d'unités en service. Il faudrait se procurer en même temps que l'excavateur les pièces de rechange nécessaires, ce qui, étant donné le faible pH et la teneur en cendres élevée du marais, est particulièrement important pour la lame hélicoïdale du malaxeur, les chaînes et les tambours de l'élinde ainsi que la chaîne et les galets de l'épandeur.

Il conviendrait d'installer sur le site un petit atelier comportant un poste de soudage et de prévoir un stock de pièces détachées, aucun excavateur ne pouvant fonctionner sans pannes ni usure.

Pour donner une idée des prix pratiqués : un "Miniput" neuf fabriqué en Irlande coûte 150 000 DM et un "Liliput" 250 000 DM f.o.b. Les excavateurs d'occasion, si tant est qu'on puisse s'en procurer, devraient coûter moitié moins cher.

7. A notre avis, la méthode d'excavation mécanique de la tourbe paraît particulièrement indiquée pour le marais long et étroit de Kuruyange, étant donné que seul un excavateur travaillant longtemps sans interruption peut avoir un rendement optimal et que les réserves du marais en question permettraient d'approvisionner régulièrement, pendant une période correspondant à la vie utile de l'excavateur, une usine de conditionnement de thé installée dans la région.

L'exploitation manuelle ne donne pas des résultats aussi bons que l'exploitation mécanique. En outre, l'altitude à laquelle se situe le marais, le caractère très pénible du travail, le risque de maladies et l'escalade des revendications salariales font que l'exploitation manuelle du marais ne garantirait pas une production satisfaisante.

8. Afin d'éviter des pertes de matière première par minéralisation, le site devrait être immergé entre les périodes d'exploitation.

- - - - -

**KHD**

KENNFIELD

F 51 912  
1976

Angabe

Seite

23, 24, 25

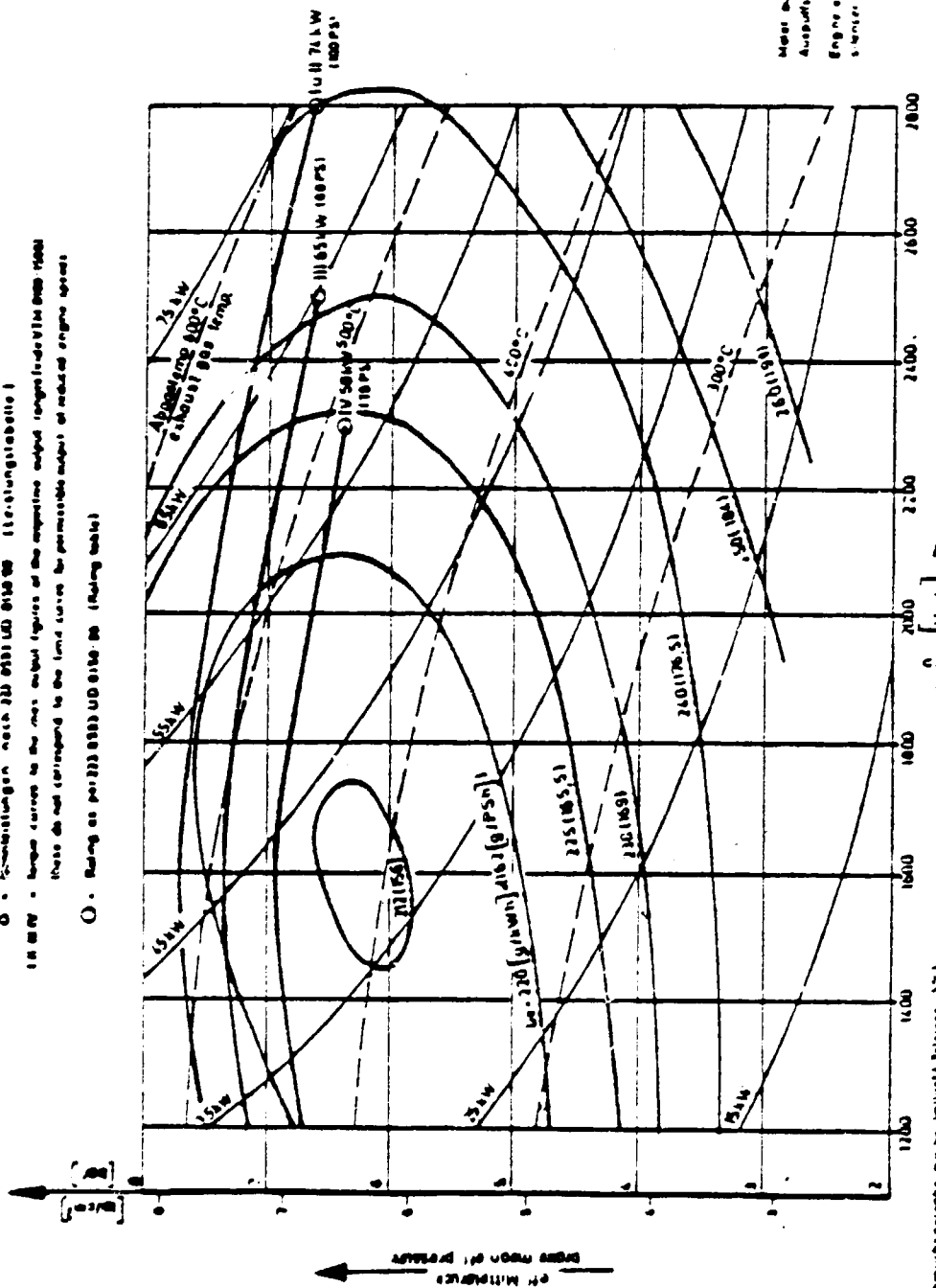
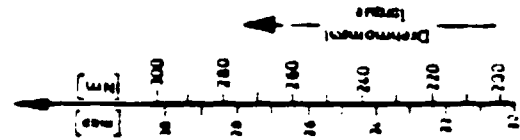
2, 3, 4

1. Darstellung

1.8 III IV - Drehmomentkurven in den Drehmomentgruppen der jeweiligen Leistungsklassen (siehe VM 0150 1988).  
Diese entsprechen nicht der Drehmomentkurve für die niedrigste Leistungsklasse bei reduzierter Motorbelastung.

○ - Drehmomentkurve bei 223 0678 UD 0150 99 (Leistungstabelle)  
○ - Drehmomentkurve bei der maximalen Drehmomentgruppe (Leistungstabelle) bei 1988  
Diese Drehmomentkurve ist die Drehmomentkurve für die maximale Drehmomentgruppe bei reduzierter Motorbelastung.

○ - Drehmomentkurve bei 223 0678 UD 0150 99 (Leistungstabelle)



Motor ausgerüstet mit Luftfilter,  
Auspuffschalldämpfer und Schutzklasse  
Engine equipped with air cleaner, air  
filter and noise abatement device.



Motorenhersteller: Druck AG  
Nummer: 223 0678 UD 0150-99  
Angabe vom 3.1.77

Motorhersteller: Druck AG  
Modell: F 51 912 (1976)

Kennfeld  
Characteristics  
(Motor mit Spindelverstellung)

AS	4 973	100%	100%
AS 10	4 973	100%	100%
AS 15	4 973	100%	100%
AS 20	4 973	100%	100%

Verbrauchsgrenze bei der maximalen Drehmomentgruppe: 57%  
Drehmomentkurve bei 223 0678 UD 0150 99 bei 1988  
Leistungstabelle: VM 0150 1988  
Consumption limit at the maximum torque: 57%  
Drehmomentkurve bei 223 0678 UD 0150 99 bei 1988  
Leistungstabelle: VM 0150 1988

