



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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.

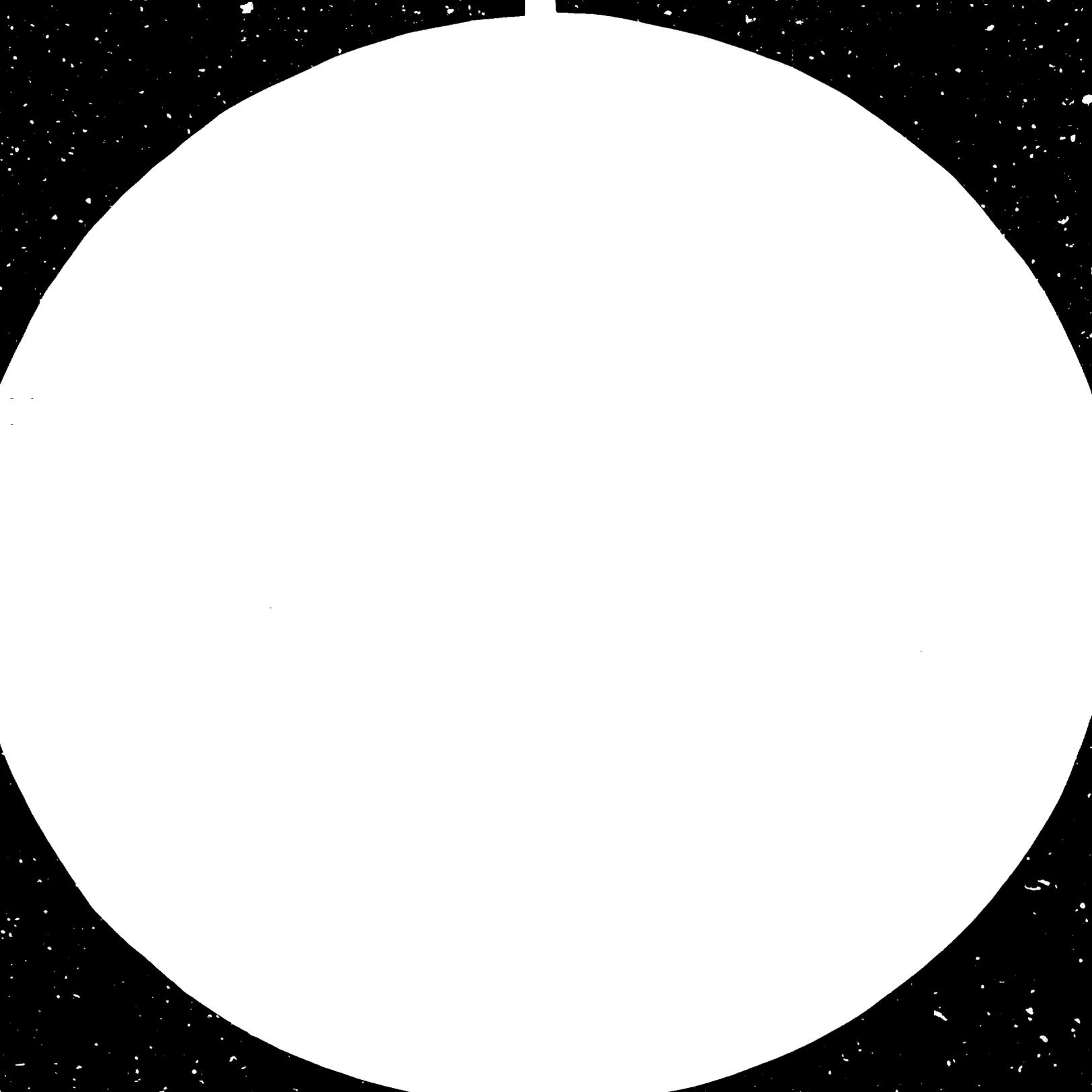
FAIR USE POLICY

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 for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





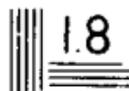
28



32



36



MICROSCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

10X MICROSCOPY, 1.0X MAGNIFICATION

U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1963

Distr. RESTREINTE

DP/ID/SER.A/495
8 février 1984
FRANCAIS

13630 - F

Burundi

ASSISTANCE A LA PRODUCTION DE TOURBE - ENGRAIS

SI/BLI/78/801

BURUNDI

Rapport technique :

La production des fertilisants à base de tourbe
et des produits organiques à partir de la tourbe du Burundi*

Etabli pour le Gouvernement burundais par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de M. Ferenc Gati,
expert en production des fertilisants à base de tourbe

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

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

V.84-31391

Résumé

La République du Burundi possède d'importantes ressources en tourbe / environ 500 millions de tonnes /, ce qui représente une grande quantité et une grande valeur des disponibilités de matières premières du pays. Il y a plusieurs terrains dans le pays où l'on extrait la tourbe, les lieux les plus importants sont Mashiru à Ijenda, Gishubi à Matana, Muruyange à Nisozi et Muyungwe.

Quant à l'extraction de la tourbe, elle se fait à bras ou à des moyens semi-mécanisés, toutefois la productivité de ce travail laisse à désirer. A Gishubi-Matana, la technologie moderne permet une extraction systématique et de haut niveau technique. Une grande partie de la tourbe extraite est utilisée pour le chauffage, pour les fins domestiques et industriels. La tourbe sert aussi à la production de l'énergie thermique, enfin en moindre partie à des fins agricoles. Quant à l'agriculture, la tourbe y peut être utilisée pour améliorer le sol, étant donné que les sols du Burundi contiennent en général peu de matières organiques et leur capacité d'adsorption est médiocre. Ces sols sont acides, leur pH est entre 4,1 et 6,5, c'est pourquoi on les calcifie. Or le mélange du calcaire et de la tourbe sert aussi de compost. Le mélange des tourbes avec du fumier d'étable, du calcaire et des phosphates bruts se fait à bras à la station d'expérimentation de ISABU à Nisozi. Le produit gagné est de très bonne qualité /N 2,5-3 %, P₂O₅ 0,4-0,6 % et N₂O 1,5-2 % /, il est utilisé pour des expériences et comme fertilisant des plantations caféières, théières et bananières des environs.

Le sujet de l'extraction des tourbes de Burundi a été traité dans une étude par L.A.H. Richard, le sujet des sols et des tourbes dans une étude par M.F. Penningsfeld. Les auteurs donnent des initiatives pour l'extraction et pour l'utilisation rationnelle des tourbes. Ces ouvrages suggèrent d'entreprendre

un travail intensif pour approfondir les connaissances sur la tourbe de Burundi. Ce n'est qu'en connaissant les qualités de ces tourbes qu'on puisse parler de son avenir. Cette étude-ci veut servir la cause de la production industrielle des produits et des différentes sortes d'engrais organiques à base de tourbe.

Les analyses chimiques et physiques prouvent que les tourbes de Burundi sont d'une qualité moyenne / par rapport au standard international / parce qu'elles ont une haute teneur en cendre, une basse teneur en matières nutritives, leur capacité de rétention de l'eau est médiocre. Leur avantage est d'avoir une bonne structure. Ces tourbes appartiennent à de différentes classes / II^e et III^e /, leur mode d'emploi et leur technologie doivent être choisis selon les qualités données. Quant aux tourbes de la II^e classe et de la III^e, si elles sont additionnées / d'après les prescriptions technologiques / de calcaire, de phosphates bruts, de compost organique / et d'autres adjuvants /, elles peuvent devenir d'excellents engrais organiques à base de tourbe. Ces produits sont bien recherchés. La tourbe sert à la fabrication des amendes, de bons composts pour des plantations caféières et théières, à des constituants de mulching, des matières conditionnantes pour la floriculture, horticulture et sylviculture et de différents engrais organiques etc. Les amendements à base de la tourbe ont une action favorable sur les conditions physique, chimique et biologique du sol.

Les fertilisants mentionnés ci-dessus satisferaient surtout les besoins du pays même. Or quelques produits de composition spéciale pourraient être mis en valeur sur les marchés extérieurs. P.ex. le mélange de la tourbe sélectionnée de I^{ère} et de II^e classe avec de la vermiculite qui serait à utiliser comme matière conditionnante des sols sableuses et comme additif des terres de horti-floricultures.

Il faudrait étudier à fond les ressources minérales de Burundi pour savoir si elles sont utilisables à des fins agricoles p. excellence comme additifs dans la production des engrais organiques à base de tourbe. Il faudrait rechercher les gîtes de phosphates naturels, de vermiculite, de mica, de feldspath et créer des installations pour extraire et élaborer / sélectionner,

morceler, moudre, etc. / ces minéraux.

Pour connaître les richesses en tourbe, il est nécessaire d'examiner les gisements de tourbe, ce n'est qu'après ces études poursuivies qu'on puisse distinguer les différentes qualités et en choisir les tourbes les plus favorables pour l'élaboration technologique. C'est cette sélection qui estimerait, si la tourbière donnée contient ou non de la tourbe de I^{re} classe. En outre, elle présenterait un tableau sur les quantités et la répartition territoriale des tourbes d'autres classes. Ces expérimentations pourraient être poursuivies d'une manière continue par l'ISABU, pour trouver toujours les tourbes qui conviennent à la technologie donnée. Ce n'est qu'ainsi qu'on puisse parvenir à la fabrication des produits finis de qualité constante.

La fabrication des produits et des engrais à base de tourbe, dont ce rapport rendra compte, exige un certain niveau technique. Ces produits ne peuvent être fabriqués ni à force de bras, ni par un simple mélange peu effectif - parce que leur composition et leur qualité doivent être constantes. Cette exigence nécessite l'introduction d'une technologie industrielle. C'est la technologie dite "Sopron-Feat" qui y pourrait être utilisée avec succès. Sa capacité de production annuelle est de 250 000 t. Il est possible bien entendu, d'installer une usine moyenne / p.ex. d'une capacité de 50 000 t/année/ qui pourrait servir d'usine pilote. Ici aurait lieu l'apprentissage de la technologie industrielle, en outre c'est ici que le choix des produits fabriqués des tourbes sélectionnées se présenterait, ainsi l'usine pilote produirait et pour le pays même et pour l'exportation.

La qualité des tourbes et les voies de communication favorisent l'installation d'une usine pilote à Kasiru-ijenda. - Or cette usine pilote pourrait être installée aussi à une station centrale de l'OKATOUR, où les exigences techniques /électricité, voies de communication etc. / sont données et le transport des matières de base /tourbe, calcaire, compost, phosphate naturel etc. / est facilité. Cette station doit être dans la proximité des exploitations agricoles, où les produits finis trouveront leur utilisation. - Il serait possible de choisir la station expé-

rimentale de ISABU-Kisozi pour l'installation de l'usine pilote, si le transport de la tourbe du gîte voisin est réalisable. En ce cas-là, c'est l'ISABU qui examinerait les tourbes extraites et les produits finis à partir de la tourbe. Ainsi l'utilisation des matières organiques à base de tourbe aurait lieu sur des sols connus, parce que ces terrains destinés pour le développement agricole avaient été étudiés par l'ISABU.

Il faudrait créer la possibilité de faire déjà en 1984 les préparatifs du futur travail sous la direction d'un expert. Ainsi dans le laboratoire de l'ISABU l'éventail des produits pourrait être choisi selon la technologie donnée, les produits pourraient être qualifiés et testés par des essais en pots d'élevage.

L'installation de l'usine pilote pourrait être soutenue par l'ONUDI. C'est encore l'ONUDI qui se chargerait d'abord d'organiser en 1984 un voyage d'étude en Hongrie pour les dirigeants de l'ONATOUR et de l'ISABU, ensuite d'organiser un stage /de même en Hongrie/ pour la formation de 3-4 techniciens.

L'expert a consulté avec M. Ernst Zachmann, directeur du projet ONUDI /au Burundi/ et avec M. Luigi Spinato, expert du Centre de Production Industrielle, ils trouvaient l'installation de la technologie industrielle au Burundi souhaitable et réalisable.

<u>Table des matières</u>	<u>Page</u>
<u>Résumé</u>	2
<u>I. Introduction</u>	
1. La tourbe comme source de matières organiques	8
2. Les aspects généraux de la production des matières organiques à base de tourbe	9
3. L'objectif du travail de l'expert au Burundi	9
<u>II. Résultats</u>	
1. Tourbières visitées	11
2. Analyse de la tourbe	12
3. La qualification et la classification des tourbes	13
4. Matières de l'amélioration du sol à base de tourbe	14
a. Mélange de tourbe et d'engrais d'étable	14
b. Tourbe ammoniée	16
c. Fertilisants à base d'humus-argile	16
d. Fertilisants à base d'humus, d'argile et de polymère	17
5. Produits à base de tourbe pour des fins horticoles	17
a. Pot de tourbe	17
b. Cube de tourbe expansible	17
c. Disque de tourbe expansible	18
d. Granules de tourbe expansibles	18
e. Tourbe enrichie	18
f. Produits de tourbe et d'acide humique	18

6. Engrais chimiques à base de tourbe	
a. Engrais chimique et mélanges d'engrais chimiques contenant de la tourbe	19
b. Suspensions d'engrais chimiques contenant de la tourbe	20
7. La technologie de production des matières organiques, des fertilisants, des engrais chimiques et d'autres produits à base de la tourbe	
a. Produits fabriqués par mélange	20
b. La préparation mécanisée, le type industriel des mélanges de matières organiques et des fertilisants à base de tourbe	21
1- Le choix de composants	21
2- La technologie et l'équipement mécanique de mélanges tourbeux	22
III. <u>Recommandations</u>	23
Bibliographie	29
Tableaux 1-4	30
Figures 1-4	34

i. Introduction

1. La tourbe comme source de matières organiques

Jadis, ce n'était que l'engrais d'étable qu'on considérait comme la source des matières organiques. Aujourd'hui, dans la gestion moderne des matières organiques, la fonction, l'exigence, voire la source des matières organiques sont soumises à un changement. Jadis, la fumure d'entretien avait le rôle de compenser les pertes du sol en substances minérales etc., aujourd'hui, au delà de ce but, ce sont aussi les rôles physiques du sol, de l'aménagement des eaux et de la protection de la nature qui avancent au premier plan. Le fumier de ferme est remplacé dans les élevages modernes par le lisier, dont l'utilisation a un intérêt de premier ordre. Il ya aussi une nouvelle source de matières organiques: c'est la tourbe, qui peut être utilisée comme amendement dans la fertilisation du sol, soit complétée avec des engrais chimiques, soit comme véhicule des purins etc. En outre, il y a encore les déchets organiques de l'industrie et de l'agriculture, les boues des eaux résiduaires etc. qui peuvent servir de source de matière organique, mais leur incorporation dans le circuit des éléments nutritifs n'est permis qu'après un contrôle rigoureux /exigences bactériologiques, polluitin par des métaux lourds/. Dans le compostage des déchets organiques, la tourbe peut jouer un rôle important.

Il y a des pays qui ont la chance de posséder une grande quantité de tourbe. En effet, quant aux tourbes, leur teneur en matière organique est de valeur importante. La tourbe, comme source d'énergie, se prête à la substitution du pétrole et d'autres porteurs d'énergie. Les tourbes se prêtent dans des façons différentes pour l'utilisation agricole, on connaît d'ordinaire leurs mélanges commercialisés sous des dénominations p.ex. orga-phosphate, biosuper, tourbe enrichie etc.

L'utilisation rationnelle des tourbes avance au premier plan, même à l'échelle mondiale, comme

- i matières fertilisantes
- ii produits à base de tourbe
- iii mélanges d'engrais chimiques à base de tourbe

2. Les aspects généraux de la production des matières organiques à base de tourbe

Le premier pas y est la détermination de la fortune en tourbe du pays donné et la connaissance de la qualité de ces tourbes. Au Burundi, c'est l'ONATOUR /Organisation nationale de la tourbe/ qui est chargée de l'extraction de la tourbe. L'analyse des tourbes est effectuée dans le laboratoire de l'ISABU /Institut des sciences agronomiques du Burundi/, elle constitue la base de l'utilisation agricole et industrielle de la tourbe.

Pour produire des matières organiques à base de tourbe, il faut effectuer au delà des analyses simples, des analyses très approfondies sur la composition chimique et aux propriétés physiques de la tourbe, notamment:

- i le pH
- ii la teneur en matière organique
- iii la teneur en cendres
- iv la teneur en humidité
- v le poids volumétrique
- vi la structure
- vii la stabilité de la structure
- viii la capacité de rétention de l'eau
- ix la teneur en matières nutritives
- x la teneur en acides humiques

Ces analyses-ci sont nécessaires pour déterminer la qualité des tourbes et pour les classer. La classification est d'une grande importance, parce que c'est sur la base des classes qu'on peut décider de l'utilisation de la tourbe. Par exemple, pour la production des cubes nutritives, on se sert de la tourbe de 1^{ère} classe, pour l'amélioration du sol conviennent aussi les tourbes de la III^e classe.

3. L'objectif du travail de l'expert au Burundi

On sait que la tourbe, comme matière organique, sert aussi bien aux buts industriels qu'agricoles. Dans l'industrie elle sert de combustible c'est à dire de source d'énergie,

par exemple dans les centrales thermoélectriques, ou bien elle est utilisée dans le cadre de la métallurgie / p.ex. production

de nickel/ comme réducteur. Ses rôles dans l'agriculture sont beaucoup plus nombreuses: ainsi dans l'amélioration du sol comme engrais humique, ou comme produit organique à base de tourbe dans la floriculture, dans la culture légumière etc.

Le Burundi est très riche en tourbe, on estime ses réserves à 500 millions de tonnes. Le pays n'est point si riche en ressources minérales, l'exploitation rationnelle de la tourbe est donc à conseiller. La tourbe peut bien être utilisée pour le chauffage domestique, sauvant ainsi les forêts du pays qui est pauvre en bois. Les sols du pays sont acides et en général pauvres en humus. La tourbe additionnée de calcaire ou de dolomite peut bien servir de fertilisant, ainsi le sol s'enrichira en humus et son acidité diminuera. D'après les informations reçues, le pays dispose de phosphates naturels, de mica, de feldspath et de vermiculite - ces substances peuvent servir de matière de base pour la fabrication des mélanges et des produits à base de tourbe. C'est l'ONATOURK /Organisation nationale de la tourbe/ qui s'occupe de l'extraction de la tourbe et l'ISABU /Institut des Sciences agronomiques du Burundi/ est chargé des recherches visant à l'utilisation agronomique de la tourbe.

L'expert avait plusieurs consultations avec les chefs des deux organisations pendant son séjour de 15 jours au Burundi /entre le 26 septembre et le 10 octobre 1983/. Il a visité aussi 3 tourbières, celle de Kashiru à Ijenda, Jishubi à Matana et Auruyange à Kisozi, ensuite les laboratoires et la station d'expérimentation de ISABU à Kisozi. Le devoir de l'expert consistait à examiner si les tourbes de Burundi pourraient être utilisées ou non pour la fabrication des fertilisants, des matières conditionnantes et des produits organiques. Si oui, il fallait décider des méthodes technologiques réalisables. Au delà de l'utilisation de la tourbe dans le pays même, les perspectives de l'exportation étaient à envisager. Pour répondre à ces questions importantes, l'expert a prélevé des échantillons de tourbes pour les analyser et pour les qualifier. La méthode de la qualification sera présentée au chapitre II 3.

II. Résultats

1. Tourbières visitées

Au cours de la visite de l'expert à l'ONATOUR et à l'ISABU, on a bien compris que l'étude de la tourbe du Burundi est d'abord envisagée vers ses possibilités d'utilisation à l'intérieur du pays. Au Burundi, et les méthodes et les technologies sont à considérer en tenant compte de ce but. L'opinion générale est que l'exploitation des produits à base de tourbe devrait être réalisée seulement moyennant l'intervention de coûts modérés d'investissement et après que des études plus poussées de marketing soient réalisées.

La visite des marais tourbeux de Mashiru-Ijenda, Muruyange-Kisozi et Gishubi-Matana a permis de recueillir une information préliminaire sur la qualité des tourbes; mais avant cela, il est indispensable de recourir à des tests de laboratoire pour les classer dans les groupes de qualité correspondants.

A partir de la visite des marais précités et des discussions tenues avec les responsables de l'ONATOUR et de l'ISABU, on peut établir ce qui suit:

- a- La tourbe de Mashiru-Ijenda ayant une texture moyennement fibreuse est utilisable pour des fins de combustion ménagère et pour réaliser des composts dans le même endroit de l'exploitation de la tourbe pour les familles environnantes.
- b- A la station expérimentale de l'ISABU à Kisozi, la tourbe a été compostée avec succès à partir du mélange en parties égales de fumier de vache et de tourbe chaulée en disposant ces matériaux en couches successives et après avoir humidifié l'ensemble à un taux d'humidité convenable. Ce compost, après une digestion aérobie, est de très bonne qualité sur le plan de la texture et de son niveau en éléments fertilisants.
- c- La tourbe de Muruyange à Kisozi présente une texture très fibreuse. On pourrait l'employer après tamisage et séparation des fibres pour recouvrir les plantations /mulch+chaux/

mais elle pourrait aussi servir de litière d'étables et à la production de biogaz.

d- Au marais de Gishubi à Matana on exploite la tourbe avec une technique récente qui fournit des briquettes de forme cylindrique. Cette tourbe est utilisable aussi bien pour des fins de combustion industrielle et domestique que pour la production d'énergie dans les centrales thermocélectriques.

L'expert a emporté les échantillons en Hongrie pour les analyser au laboratoire. Les analyses faites, il a classifié les tourbes d'après les résultats reçus /chapitres II 2-3/

2. analyse de la tourbe

Au cours des visites des tourbières, les échantillons ont été enlevés des périmètres d'extraction. De plus, un échantillon moyen a été enlevé encore; ses caractéristiques peuvent être considérés comme typiques pour le marais.

Les résultats de l'analyse chimique sont interprétés sur le tableau 1, ceux de l'analyse physique sur le tableau 2. Les données démontrent que le pH des tourbes est bas, les tourbes sont pauvres en matières nutritives assimilables, ainsi en phosphore / P_2O_5 / et en potassium / K_2O /. Leur capacité de fourniture d'azote par contre est très bonne. La haute teneur en N-hydrolysable de la tourbe de Airuyange-Aisozi vient probablement de la structure végétale fibreuse. Le tableau des données physiques présente le poids volumétrique. Les échantillons n° 8 et n° 9 contiennent beaucoup de fibres végétales, leur taux de matière sèche est par conséquence médiocre. Le tableau 3 présente le taux d'acide humique et les valeurs de stabilité de l'humus. Les valeurs Q et \bar{a} de la stabilité de l'humus désignent le rapport de la densité optique des matières humiques dissoutes au moyen des dissolvants NaF 1 p.100 et NaOH 0,5 p.100. C'est à dire qu'on obtient le coefficient de la stabilité de l'humus si on compte d'abord le moyen des quotients des extinctions fluoridiques et hydroxydiques enregistrés dans le domaine lumineux visible

$$\frac{e_{NaF}}{e_{NaOH}} = Q$$

et on rapporte ce moyen évalué à la teneur totale en matière organique du sol /K/. Les données du tableau présentent des valeurs peu élevées, ce qui démontre la stabilité médiocre des matières humiques des différentes tourbes. Les tourbes sont donc d'une qualité moyenne. Aussi la teneur en acide humique est moyenne à cause de la faible stabilité de l'humus. Les tourbes analysées ne peuvent donc atteindre le niveau de la première classe.

3. La qualification et la classification des tourbes

C'est à partir des faits et des données des chapitres antérieurs que la qualification et la classification des tourbes /présentant les traits typiques des 3 tourbières/ ont été réalisées /Voir tableau 4 /.

Les données prouvent qu'il n'y avait point de tourbe de 1^{ère} classe parmi les tourbes analysées. Les tourbes de Kashiru-Ijenda et de Jishubi-atana appartiennent à la II^e classe, celles de Muruyange-aisozi à la III^e. Ce qui ne signifie point que ces marais n'aient pas de tourbes meilleure qualité, voire de 1^{ère} classe, or il faut y entreprendre un sérieux travail de sélection.

Quant à l'utilisation des tourbes, il faut se rendre compte des points attribués et de la classification qui sont à voir au tableau 4. P.ex. la tourbe fibreuse de Muruyange-aisozi qui a obtenu le moins de points /nombre de points:20,91 classe:II/ pourrait être utilisée en principe pour certains produits tourbeux. C'est le chapitre II 5 qui en rend compte. L'utilisation ne peut y avoir lieu qu'après une fragmentation /en petits morceaux/ à cause de la structure rigide venant des fibres de papyrus. Cette tourbe peut d'ailleurs très bien servir, dans son forme fibreuse originale, de litière d'étables.

Les analyses faites démontrent que la teneur en cendre de la tourbe de Kashiru-Ijenda /nombre de points:24,32 classe:II/est très peu élevée /4,59 %/, sa teneur en matière organique est relativement élevée /47,26 %/, c'est pourquoi elle peut être employée à des fins multiples: à la production de composts, de matières conditionnant le sol, de différentes matières organiques et de terres pour l'horticulture. Bien que sa capacité

de rétention de l'eau est moins importante que celle des autres courbes, elle aura une action favorable sur l'état physique du sol et sur les mélanges, en les ameublissant.

Les chapitres II 4-5-6 énumèrent les matières organiques à base de tourbe et les produits à partir de la tourbe pour lesquels les tourbes de Burundi peuvent servir de matière de base /après être sélectionnées/. Ces chapitres présentent aussi les différentes méthodes de mélange, allant des méthodes les plus primitives /manuelles/ aux techniques semi-industrielles et mécanisées. C'est pour adapter les méthodes au niveau technique donné. Or pour atteindre un certain niveau technique, l'utilisation des techniques modernes est indispensable.

4. Matières de l'amélioration du sol à base de tourbe

L'amélioration du sol peut s'effectuer par la façon traditionnelle, c'est à dire par l'épandage de la tourbe et un chaulage successif, respectivement par un chaulage antérieur, suivi par l'épandage de la tourbe, enfin par l'épandage des engrais chimiques, tout en labourant ces substances dans le sol. L'amélioration peut s'effectuer selon une méthode plus moderne, c'est à dire par des matières fertilisantes industrielles /voir chap. 6 et 7/, en les labourant au sol à l'aide des distributeurs-cultivateurs automiques.

Les constituants des fertilisants à base de tourbe peuvent changer selon le sol à améliorer et la plante à cultiver, de même les méthodes de l'amélioration peuvent être très différentes.

Nous exposons ci-dessous les importants types de fertilisants.

a. Mélange de tourbe et d'engrais d'étable

Des tourbes de II^e et III^e classe peuvent bien servir à la préparation des mélanges. Il est favorable de les compléter en 20 à 30 pour cent /du poids/ de l'engrais d'étable.

La qualité de l'NPK, dosée au mélange, se dirige toujours aux exigences de la plante cultivée.

Au cours de la réalisation de l'amélioration, il faut employer les méthodes les plus simples, c'est à dire épandre la tourbe avec l'engrais d'étable et les engrais chimiques. Si nous n'avons pas de mélangeur, nous pouvons distribuer les composants séparément sur la surface du sol, en les épandant régulièrement et les labourant dans le sol à une profondeur convenable, d'ordinaire de 30 à 40 cm.

Une autre manière de l'amélioration est l'incorporation de la matière organique en forme de nappe à une profondeur de 50 à 60 cm dans le sol. On y procède le plus simplement en creusant / avec une laboreuse-défonceuse / des fossés larges et profonds de 40 à 50 cm, y étalant la matière organique dans une épaisseur de 0,5 à 1,0 cm. Au deuxième tour, la machine creuse le fossé adjacent et tourne la terre enlevée dans le fossé creusé antérieurement. Le travail continue ainsi. Cette méthode peut être recommandée surtout pour les sols très perméables /sable, latosol/ et dans les régions au climat aride.

Un autre mode d'emploi s'offre à la plantation des arbres, en plaçant environ 15 à 30 kg de fertilisants au fond du trou de plantation. Cette méthode peut être employée aussi à la plantation des caféiers.

Au cours de l'amélioration du sol, il faut apporter un grand soin à la suppression de l'acidité du sol. Dans ce cas, nous apportons au sol une quantité de CaCO_3 correspondante soit à l'acidité hydrolytique du sol, soit calculée sur la base du pH du sol. Cette quantité varie d'ordinaire entre 1 et 10 t/ha.

La quantité recommandable des fertilisants est la suivante:

Teneur en humus	Doses des fertilisants t/ha		
	Tourbe	engrais d'étable	engrais chimiques
0 - 0.5	70	20	NPK: correspondant aux exigences de la plante cultivée. Au minimum: 75 kg N, 50 kg P_2O_5 et 120 kg K_2O /ha
0.5 - 1.0	60	15	
1.0 - 2.0	50	10	

b. Tourbe ammoniée

Si la tourbe exploitée est traitée sur place à l'ammoniacque liquide, la liaison de l'azote s'effectue par voie d'absorption. Par ce procédé on obtient un produit d'une teneur de 1,5 % de N, 1% de CO_2 et 0,85% de A_2O . Ce fertilisant se distingue par une libération régulière et prolongée de l'azote, ce qui est très favorable pour la nutrition de la plante. Il est bon fournisseur d'humus qui contribue à l'enrichissement du sol.

c. Fertilisants à base d'humus-argile

Pour la préparation du mélange de base, on se sert de la tourbe d'au moins de 1^{ère} classe / au taux d'humidité de 30 % au maximum / et des minéraux argileux expansifs /montmorillonite, vermiculite/. Dans le mélange, la production de la tourbe et du minéral argileux peut varier entre des larges limites de 10 à 90 pour cent du poids, en fonction de la teneur en humus et de la perméabilité du sol. Si le taux d'humus du sol est bas, le produit contiendra plus de tourbe /50 à 90 pour cent du poids/. Si la perméabilité du sol est grande, le produit contiendra plus de minéral d'argile /au-dessus de 50 pour cent du poids/. Dans des conditions tropicales, pour les latosols acides, on peut recommander un mélange de 50 : 50. Le minéral d'argile, par excellence le bentonite du type Ca, est employé dans un état pulvérisé /10 à 60 microns/ et bien mélangé avec des engrais chimiques supplémentaires /1,0 à 1,5 % du poids de NPK + microéléments/ dans un mélangeur /à cylindre ou à tambour/. Le fertilisant ainsi préparé est épanché sur la surface du sol dans une quantité de 10 à 20 t/ha à l'aide d'un distributeur d'engrais et labouré à une profondeur de 30 cm pour les grandes cultures. En cas des arboricultures /p.ex. caféières/, il peut être mélangé dans le sol sous le feuillage des arbres ou des arbrisseaux.

d. Fertilisants à base d'humus, d'argile et de polymère

Ces fertilisants peuvent être préparés d'une tourbe de I^{ère} ou II^e classe. On joint à la tourbe /à un taux d'humidité de 30 à 40 %/ de la bentonite et de l'engrais chimique et pétrit ce mélange dans un mélangeur à bras. On y associe 1 à 2 pour cent du poids une solution de polymère linéaire /p.ex. polyacryle-nitryle hydrolysée/ - un chauffage à 50 C° est favorable -, on sèche enfin le mélange et le broie en grains de 1 à 2 mm ou le pulvérise. Le produit ainsi préparé peut être utilisé comme matière de base des composants de divers fertilisants. Par exemple comme composant complémentaire jusqu'à 10 à 50 pour cent /du poids/, il peut être mélangé aux terres franches et aux cubes nutritifs.

5. Produits à base de tourbe pour des fins horticoles

Les produits ci-dessous sont utilisés surtout pour les cultures florales potées et pour le repiquage des cultures légumières.

a. pot de tourbe

Il a un avantage sur le pot d'argile par son prix beaucoup moins élevé et son poids minime /environ le dixième de l'autre/. Le paroi du pot de tourbe est élastique et poreux, les racines peuvent donc pénétrer par ce paroi dans le sol et s'y fixer. C'est avec le pot qu'on met la plante dans la terre, ainsi le pot protège le système racinaire de la plante.

b. Cube de tourbe expansible

Il y a sur des plateaux en plastique 35 à 48 cubes de tourbe d'une longueur d'arête de 4 à 5 cm et comprimés à une épaisseur d'un centimètre. Au état sec, ils peuvent être superposés et transportés facilement. Leur teneur en matières nutritives peut être réglée par un supplément d'engrais chimique

à une concentration de N 150, P 75, R 300, Ca 1000, Mg 250, S 150 et Na 10 mg/litre. Le volume des cubes de tourbe humidifiés grossissent de 5 à 10 fois.

c. Disque de tourbe expansible

Il est semblable au produit ci-dessus, sa forme seule en diffère, étant ronde. Il est employé de façon qu'on pique la semence ou place le plant dans la petite enfonçure qui se trouve au milieu du disque, ensuite on arrose le disque. Le disque humidifié grossit de 5 à 10 fois. Le disque pourvoit la plante en développement longtemps de l'humidité et des matières nutritives.

d. Granules de tourbe expansibles

Les granules d'un diamètre de 1 à 2 cm sont préparés de la tourbe de qualité /I^{ère} ou II^e classe/ en y additionnant 20 % du poids de perlite, 1 % du poids de NPK et des microéléments. Les granules peuvent être utilisés aux terres franches, aux potées fleuries etc.

e. Tourbe enrichie

À la tourbe fibreuse séchée à l'air /teneur en humidité de 30 à 40 % / de I^{ère} ou II^e classe, on mélange d'une manière homogène 1 % de N, 1 % de P₂O₅, 1,5 % K₂O + K₂ et des microéléments. La tourbe enrichie est employée comme matière de base de fertilisant aux terres franches horticoles et dans la production des plantes en serres chaudes.

f. Produits de tourbe et d'acide humique

De la tourbe, on peut obtenir par un procédé spécial de l'acide humique pur. Cet acide humique mélangé dans une proportion favorable aux produits mentionnés ci-dessus, peut améliorer leur qualité. Les produits traités ainsi exercent une action stimulante sur le développement des plantes.

L'acide humique pur se prête aussi, après une préparation chimique suffisante, à l'utilisation comme matière de base des solutions d'engrais de feuillage.

Après une certaine préparation chimique et complétés par des polymères expansibles, les produits de tourbe-acide humique se prêtent comme additives à l'augmentation successive de la faculté expansive des produits décrits sous les points a - e. Ainsi la capacité de rétention de l'eau des produits de tourbe activés se multiplie par ce procédé.

6. Engrais chimique à base de tourbe

a. Engrais chimique et mélanges d'engrais chimiques contenant de la tourbe

Ces produits contiennent 50 % de tourbe au maximum. Le rapport tourbe:NPA est d'ordinaire de 10:90, 25:50 et 50:50. On choisit la proportion convenable selon les propriétés du sol. Quant aux sols, dont la teneur en humus est peu élevée (0,5 % /), il est favorable d'utiliser le produit d'une proportion de 50:50. Les produits, dont la teneur en tourbe est basse (10-25 % /), peuvent être employés aussi comme engrais chimiques. Dans ce cas, on se sert de ces produits dans la quantité calculée selon l'exigence de la plante et des résultats des analyses du sol. L'utilisation systématique de ces produits résulte dans les sols pauvres en matière organique une augmentation de l'humus. Ces produits améliorent aussi les facultés physiques du sol, sa capacité de rétention de l'eau et des matières nutritives.

Deux types d'engrais chimiques peuvent être fabriqués:

- i des produits qui agissent vite / contenant de la carbamide, du superphosphate, du sel potassique /
- ii des produits qui agissent lentement / contenant de l'urée-forme, des phosphates d'ammonium métalliques, du métaphosphate de potassium /

La variante à action lente a l'avantage de résister aux grandes pluies, parce que le sol garde les matières nutritives. Ce type peut être très avantageux au Burundi.

b. Suspensions d'engrais chimiques contenant de la tourbe

L'utilisation la plus récente et la plus économique des engrais chimiques se fait par les suspensions. L'avantage des suspensions consiste en ce qu'ils ont une teneur importante en matières nutritives /cca 45 %/. Les suspensions peuvent être épandues d'une manière homogène à la surface du sol ou peuvent être injectées dans le sol à une profondeur désirée. L'application des engrais chimiques en lignes et l'application par injection dans des arboricultures peut être réalisée favorablement. La suspension contient de 5 à 10 pour cent de tourbe aux maximum.

7. La technologie de production des matières organiques, des fertilisants, des engrais chimiques et d'autres produits à base de la tourbe

a. Produits fabriqués par mélange

Comme les produits décrits contiennent plusieurs composants, la façon la plus simple de leur production est de mélanger successivement les composants donnés. Ayant choisi la tourbe de classe et d'humidité convenante on la broie à une dimension souhaitée et la tamise. On ajoute ensuite dans un mélangeur à cylindre ou à tambour la quantité calculée de CaCO_3 , par laquelle on règle le pH du produit. Il faut y joindre en plus les macro- et microéléments. Après le mélange, le produit est commercialisé en vrac ou en état granulé dans des sacs en plastique. La mécanisation nécessaire comprend: 1 broyeur, 1 tamiseuse, 1 à 2 mélangeurs à cylindre ou à tambour, 1 granulater et 5 personnes pour le service des machines. C'est le désavantage de la technologie qu'elle

exige beaucoup de main d'oeuvre et que sa capacité de production par jour et par unité de machines n'est que de 5 à 10 tonnes.

b. La préparation mécanisée, le type industriel des mélanges de matières organiques et fertilisants à base de tourbe

Par la technologie qui sera exposée ci dessous, on peut fabriquer un large assortiment des produits, en commençant par les mélanges simples de tourbe + MFA jusqu'aux mélanges de tourbes à plusieurs composants. La technologie est donnée, mais le choix des composants est lié à des analyses et calculations antérieures.

1- Le choix de composants

Comme le produit est fait de plusieurs composants, l'analyse des matières de base a une très grande importance. Les principales matières de base sont: la tourbe, le compost, l'argile, le calcaire ou la dolomie, le sable et les engrais chimique. Les analyses nécessaires pour la tourbe sont décrites dans la chapitre I 2. Pour la fabrication du produit, il faut effectuer / pour compost, argile et sable au moins/ les analyses suivantes: pH, CaCO_3 %, plasticité, élévation d'eau capillaire /en mm /. C'est partant de ces analyses qu'il faut créer la proportion des adjuvants de la tourbe /du compost, du calcaire ou de la dolomie, de l'argile et du sable/ de façon qu'il en résulte un produit final de composition et d'un pH souhaités. Quant au produit final, sa teneur en tourbe varie entre des limites larges / de 10 à 90 %/ il est donc essentiel de prendre en considération la qualité du composant tourbe. Les tourbes de Burundi sont très acides, il faut donc établir les quantités des autres composants /argile, calcaire, sable/ d'une façon qui permet la production d'un large assortiment de produits dont le pH varie entre 5,5 et 8.

La figure 1 est la présentation graphique appartenant au système à deux composants de tourbe-sable et tourbe-argile.

2. La technologie et l'équipement mécanique des mélanges tourbeux

La technologie se compose de plusieurs phases parce que les différents composants doivent être bien préparés à la fabrication. Il faut donc grouper les composants /tourbe, compost, calcaire, dolomie, argile etc./ conformément à l'équipement mécanique pour les fournir dans un état préparé au doseur-mélangeur. Le procès de production est présenté en figure 2 et la technologie en figure 3.

Phases de technologie:

- i Unité de machines de la tourbe /de l'argile, du calcaire, du compost etc./
- ii Unité de machines de la préparation des engrais chimiques
- iii Unité de machines du dosage-mélange
- iv Unité de machines de l'emballage
- v Unité de machines accessoires p.ex. de la fabrication des cubes nutritifs

Dans le cadre des phases de technologie, la préparation de la tourbe a un rôle important. La tourbe d'une teneur en humidité donnée /de 30 à 40 % / et de la classe de qualité correspondante arrive au doseur pour être ensuite fragmentée, criblée, enfin stockée dans un silo. Les engrais chimiques /NPK ou phosphate naturel/ sont d'ordinaire broyés, criblés, mélangés selon la recette et enfin stockés dans des silos ou dans des sacs plastique. On mélange les engrais chimiques selon les besoins en matières nutritives de la plante. Ainsi on prépare des mélanges de proportions différentes en matières nutritives. Les composants ainsi préparés arrivent ensuite dans des silos de dosage à 5 compartiments. Il y a des compartiments séparés pour chaque composant: tourbe, compost, calcaire, argile ou sable et mélange d'engrais chimiques. D'ici les composants /en quantité calculée/ arrivent par le biais de l'orifice d'écoulement sur un transporteur à bande et d'ici dans la mélangeuse et la broyeuse. Le produit final est stocké dans les silos de stockage, d'ici s'effectue l'emballage dans des paquets uniformes de dimension souhaitée

/ 2, 5, 10, 25, 50 kg / sur des balances automatiques. Le produit final peut être commercialisé aussi en vrac, quand il est utilisé comme fertilisant.

La vitesse des matières sortent du doseur, c'est à dire la longueur de l'orifice d'écoulement varie selon les matières données. La largeur de l'orifice est différente dans le cas de la tourbe, dans celui du compost, du calcaire etc. Il faut déterminer le rendement de chaque doseur pour la matière donnée ce qui dépend de la plus large ouverture et, en conséquence, du plus grand dosage. Les quantités des matières provenues du doseur dépendent aussi de la teneur en humidité et du poids volumétrique du composant donné. La présentation graphique /figure 4 / peut démontrer la quantité de la matière dégagée différemment selon les composants.

III. Recommandations

1. Après les visites des tourbières et les consultations avec les responsables de l'ONATOUR et de l'ISABU, enfin après les analyses des échantillons des tourbes, on est parvenu à juger les tourbes du Burundi convenables à l'élaboration technique.

Voici des recommandations pour l'utilisation différenciée des tourbes des marais visités:

a- La tourbe de Mashiru-Ijenda est d'une structure assez fibreuse, son taux de matière organique est relativement élevé /47,26 %/, son taux de cendre est bas /4,59 %/, sa capacité de rétention de l'eau est médiocre / 23,97 %/. A présent, elle est utilisée pour le chauffage. Il est à conseiller d'en préparer du compost. Ce compost pourrait satisfaire au moins en partie les besoins d'engrais organiques des fermes familiales des environs. Par une sélection soigneusement entreprise, la tourbe de meilleure capacité de rétention de l'eau pourrait être séparée. Elle servirait de matière de base pour la technologie industrielle déjà citée. Le projet à Mashiru-Ijenda pourrait être le premier centre où la technologie présentée pourrait

être réalisée.

b - Au marais de Gishubi-Matana, la tourbe est extraite par les méthodes les plus récentes. La machine explore et monte par la masse de tourbe à la surface du sol. Ensuite la machine presse la masse /tout en évacuant l'humidité / et repartit ininterrompu cette masse sur la surface du sol en forme de rouleau d'un diamètre de 15 cm. Ces rouleaux seront coupés en pièces de 30 à 40 cm. Après avoir séché ces pièces de tourbe, on les utilise pour des fins industriels et pour le chauffage domestique. Or elles peuvent très bien être utilisées dans les centrales thermoélectriques. C'est cette tourbe-là dont le taux de cendre est le plus élevé / 9,16 % /, le taux de matière organique est médiocre / 43,63 % /. Quant à sa capacité de rétention de l'eau, celle-ci est moyenne par rapport aux autres tourbes analysées / 60,00 % /. Comme le projet se trouve loin de la route, on recommanderait d'y travailler avec une technologie simple. Or la question se pose si les plantations des environs ne rendraient pas rentable l'installation d'une usine de mélange mécanique. Le mélange contenant des additifs /chaux, phosphate brut etc./ serait ensuite composté. Les produits qu'on en fabriquerait pourraient satisfaire les besoins en matière organiques des fermes familiales de la région.

c-Quant à la tourbière de Kuruyange-Kisozi, une partie de ses tourbes est d'une structure très fibreuse. On y reconnaît les fibres et feuilles non décomposées des Cyperacées comme *Cyperus papyrus* et *Cyperus latifolius*. Quant à ce type de tourbe, son taux de cendre est bas / 2,39 % /, son taux de matière organique est bas / 39,30 % /, sa capacité de rétention de l'eau est élevée / 100,72 % /. La tourbe la plus acide se trouve ici, son p_H est entre 3,0 et 3,5. Sa teneur en matières nutritives est la plus élevée parmi les tourbes analysées /N hydrolysable est entre 115,9 et 139,9, P₂O₅ assimilable entre 36 et 39, K₂O assimilable entre 19 et 30 par mg/100 g/ après être séparée, cette tourbe fibreuse peut servir de litière dans les étables de vaches, mais elle peut être utilisée aussi dans la production des biocombustibles gazeux /biogaz/. Dans ce dernier

cas, il est avantageux d'y mêler les déchets de pulpe de café.

Cette matière fibreuse est favorable pour le mulching des plantations, mais son caractère acide doit être diminué par l'addition de chaux.

Quant à la tourbe moins fibreuse de Muruyange-Kisozi, ses qualités sont différentes: son taux de cendre est plus élevé / 7,13 % /, et sa capacité de rétention de l'eau est plus basse / 47,62 % /. Elle est bonne pour le compostage, surtout en mélange avec la tourbe fibreuse / rapport 1:1 /, ainsi la capacité de rétention de l'eau du compost obtenu augmentera.

d- à la station expérimentale de ISABU à Kisozi, la fabrication du compost est bien organisée. L'engrais d'étable y est mélangé à la tourbe / en rapport égal / et ce mélange est additionné encore de calcaire et de phosphate naturel avant d'être composté. L'engrais bovin qui sert de matière de base pour le compostage, vient de l'exploitation voisine élevant 150 vaches. Le compost produit est mûr et de bonne qualité, il est utilisé comme fertilisant sur les terrains voisins et sur les plantations caféières et théières. Cette technologie du compostage se fait à force de bras, sa capacité, c'est à dire sa productivité, est donc très faible. Il serait recommandable d'installer à ISABU-Kisozi une exploitation de compost à une technologie simple, en même temps d'une capacité plus importante / voir chapitre II 7 a /. Or la question se pose si le projet voisin ne méritait pas l'installation d'une technologie industrielle / voir II 7 b /, parce que l'ISABU pourrait assurer la formation des techniciens. C'est que l'ISABU a des ouvriers spécialisés qui pourront participer à un stage de technologie pour pouvoir faire fonctionner ensuite la machinerie. Il faut noter que l'ISABU dispose de laboratoires pour les analyses chimiques des matériaux de base et des produits finis, de même pour la qualification des produits. Si la technologie et l'utilisation parvenaient à être coordonnées de telle façon, la programmation favorable de la production serait assurée d'avance. Un large éventail de produits en résulterait. L'utilisation des produits aurait lieu dans la fertilisation du sol, particulièrement dans les plantations voisines.

2. D'après des informations reçues, le Burundi possède de précieuses matières premières minérales telles que phosphate naturel, le calcaire, la dolomie, les minéraux argileux, les micas, les feldpaths etc. Ces minéraux pourraient, voire doivent être utilisés dans la fabrication industrielle des engrais organiques parce qu'ils augmentent la valeur du produit. Il faut noter que l'acidité de la tourbe de Burundi est connue /son ph est entre 3 et 4,5/, d'ailleurs les sols du pays sont aussi acidiques. Il est donc nécessaire d'enrichir de calcaire, les composts et les matières organiques afin d'augmenter leur ph. Les sols donnés ont en général une teneur très peu élevée en humus. Ils sont pauvres aussi en colloïdes organiques et inorganiques. Ces sols ont donc besoin d'une grande quantité de matières organiques et c'est ici bien la tourbe qui /après une préparation technologique/ en peut servir. La vermiculite, étant un minéral argileux de qualité expansible, et faisant partie des additifs des mélanges, peut augmenter la capacité de rétention de l'eau et la capacité d'adsorption cationique du sol. Les micas et les feldpaths peuvent fournir aux plantes du potassium; le phosphate naturel fournit au sol du phosphore. Ces matières minérales doivent être utilisées en état pulvérisé. Elles exigent donc d'être séparées, morcellées et moulues, c'est à dire préparées soigneusement.

Il est à recommander de prendre l'initiative de l'extraction et de l'exploitation des gîtes de ces matières premières d'origine minérale. Il faut noter que ces matières premières peuvent être /sans élaboration/ d'importants articles d'exportation.

3. A l'aide de la technologie industrielle recommandée, un grand choix d'engrais organiques et de produits à base de tourbe peut être fabriqué /voir chapitres II 4-5-6-7/. Ces produits sont à utiliser dans l'agriculture, dans la fertilisation du sol, dans l'horticulture, dans les cultures des fleurs et légumes. Au cours de l'installation de la technologie industrielle / ou même avant / il serait profitable de préparer de différents produits à partir des tourbes analysées

et sélectionnées, pour poursuivre ensuite des expérimentations avec ces produits en pots d'élevage. Les expériences ainsi acquises donneront des informations sur les produits par rapport aux différents sols et aux différentes plantes. On aurait aussi des informations sur l'adaptations de la technologie industrielle.

La situation donnée exigerait que l'expert entreprenne un travail d'environ six mois pour sélectionner les tourbes et faire des expérimentations nécessaires. Ce travail se poursuivrait à Bujumbura au laboratoire de l'ISABU. L'expert devrait aussi désigner les produits appropriés à l'exportation.

4. Au cours des consultations avec les responsables de l'CNATOUR, la question s'est posée, si la tourbe pouvait fournir de l'acide humique. L'utilisation des chélates d'acide humique /comme des engrais de feuillage/ est connue, mais l'acide humique il même est un article recherché dans le commerce. Les tourbes analysées ont une teneur très peu élevée en acide humique. Les échantillons enlevés n'étaient pas suffisants pour qu'on ait pu faire les analyses de fractionnement de l'acide fulvique et de l'acide humique. Cette question reste donc ouverte. Il est à proposer que les analyses nécessaires soient faites lors d'un futur séjour de l'expert au Burundi.

5. Au Burundi, les moyens techniques /électricité, réseau routier etc./ peuvent être assurés. Toutefois les conditions permettent l'installation d'une usine pilote dont la capacité serait 50 mille de t/année. Les lieux favorables choisis pour l'installation pourront être ou Mashiru-Ijenda ou le site au voisinage de la station d'expérimentation de ISABU-Kisozi. D'ailleurs l'usine pilote peut être installée près de n'importe quelle tourbière, si les données locales expliquent le choix. Les frais de l'installation seraient portés par l'CNUDI et la formation de 3-4 techniciens devrait être soutenue aussi par l'CNUDI. La formation et le stage pratique auraient lieu en Hongrie, la durée en comprendrait 3 semaines. Le programme de la formation serait fait par "l'Entreprise d'amélioration du sol du département Győr-Sopron", directeur: K. Bertha. Adresse: Kossuth Lajos u. 45, H-9400 Sopron, Hongrie.

6. Il est indispensable de faire connaître aux dirigeants de l'ONATOUR et de l'ISABU les expériences et la pratique hongroises dans l'extraction de la tourbe et dans la production des matières organiques à base de tourbe. C'est pourquoi un voyage d'étude en Hongrie d'environ 10 jours devrait être prévu pour M. Daniel Ninigi, directeur de l'ONATOUR, M. Leonce Sinzinkayo, directeur technique de l'ONATOUR et M. Joseph Gafurera, directeur général de l'ISABU. Le voyage serait aménagé par l'ONUDI et organisé par l'Entreprise d'amélioration du sol du département Győr-Sopron.

Bibliographie:

- Dömsödi, J.: L'utilisation agricole des réserves en matières organiques provenant des marais de la Hongrie
Maison de l'Agriculture, Budapest, 1977 /en hongrois/
- Agerszegi, S.: New method of improving sandy soils by deep placement of manure. Acta Agr. Acad. Sci. Hung. III/4:317-341, Budapest, 1953 /en anglais/
- Gáti, F.: Use of organic materials as soil amendments. FAO/SIDA workshop on organic materials and soil productivity in the Near East /Alexandria 1978/ FAO Soils bulletin 45, 87-106, 1982 /en anglais/
- Gáti, F.: Mantención del contenido de materia orgánica en los suelos, en particular en suelos arenosos. FAO/SIDA Colloque /en Amérique latine/ sur le recyclage des matières organiques dans l'agriculture /San José, Costa Rica 1980/ FAO bulletin du sols 51, 127-154. 1983 /en espagnol/
- Hargitai, L.: Nouveau système uniforme de la production de la terre horticole et des mélanges de matières nutritives. Publ. Univ. Horticult. XXVI:4:232-246, 1972 /en hongrois/
- Landa, G.: Bibliographie et réflexions sur les possibilités d'utilisation de la tourbe en grande culture, élevage, horticulture et sylviculture au Burundi ISABU No.13, 1982
- Remningsfeld, F.: Prélèvement et analyse de sols et de tourbes Rapport technique, ONUDI, 1980
- Richard, A.E.: Extraction, préparation et utilisation de la tourbe. Rapport technique, ONUDI, 1980
- Brevets d'invention /Hongrie/: 151300 /1965/, 160463 /1969/, 177203 /1981/

Tableau 1

analyse chimique des échantillons de tourbe

No.	Origine de latourbe	pH /H ₂ O/	Quantités de substances nutritives		
			mg/100g N hydrolysable	mg/100g P ₂ O ₅ assimilable	mg/100g K ₂ O
<u>Aashiru-ijenda</u>					
1	Périmètre A	4,3	41,3	35,5	7,0
2	" B	4,0	47,6	36,0	15,0
3	" D	4,6	54,1	45,0	26,0
<u>Gishubi-watana</u>					
4	Périmètre A	3,3	62,3	38,0	15,0
5	" b ₁	4,0	59,9	36,0	15,0
6	" b ₂	3,8	130,8	38,0	18,0
<u>Kuruyange-Nisozi</u>					
7	Périmètre A	3,5	47,6	35,5	12,5
8	" C	3,0	139,9	39,5	30,0
9	" D	3,3	115,9	36,7	19,0

Tableau 2

Analyse physique des échantillons de tourbe

No.	Origine de la tourbe	Poids volumétrique g/cm ³		
		Frais	Sec	* matière sèche
<u>Nashiru-Ijenda</u>				
1	Périmètre A	0,90	0,61	67,77
2	" B	0,86	0,66	76,74
3	" D	0,89	0,56	62,92
<u>Jishubi-watana</u>				
4	Périmètre A	0,88	0,65	73,86
5	" B ₁	0,91	0,68	74,72
6	" B ₂	0,88	0,68	77,27
<u>Kuruyange-Kisozi</u>				
7	Périmètre A	0,89	0,55	61,79
8	" C	0,66	0,26	39,39
9	" D	0,85	0,34	40,00

Tableau 3

Le teneur en acide humique et qualité d'humus

No.	Origine de la tourbe	Acide humique %	Stabilité d'humus	
			Valeur Q	Valeur K
1	Kashiru-Ijebda	3,6	0,02166	$2,38 \times 10^{-4}$
2	Gishubi-Katana	6,2	0,31572	$3,84 \times 10^{-4}$
3	Kuruyange-Aisozi	2,4	0,03646	$4,29 \times 10^{-4}$
4	Kuruyange-Aisozi /fibreuse/	4,5	0,05684	$6,01 \times 10^{-4}$

Tableau 4

La qualification des tourbes à partir des échantillons moyens

No. Origine de la tourbe	Humidité %	Cendre %	Matière organique	Capacité de rétention % de l'eau	Valeur en points	Classe
1. Kashiru-Ijenda	48,15	4,59	47,26	23,97	24,32	II
2. Gishubi-Matana	47,21	9,16	43,63	60,00	22,56	II
3. Kuruyange-Kisozi	52,04	7,13	40,83	47,62	29,24	III
4. Kuruyange-Kisozi /fibreuse/	58,31	2,39	39,30	100,72	20,91	II

No. 1.: /48,15 + 4,59/ - /23,63 + 4,79/ = 24,32 valeur en points
 2.: /47,21 + 9,16/ - /21,81 + 12/ = 22,56 "
 3.: /52,04 + 7,13/ - /20,41 + 9,52/ = 29,24 "
 4.: /58,31 + 2,39/ - /19,65 + 20,14/ = 20,91 "

Figure 1

Présentation graphique de la production du système a deux composants

a- Tourbe-sable

b- Tourbe-argile

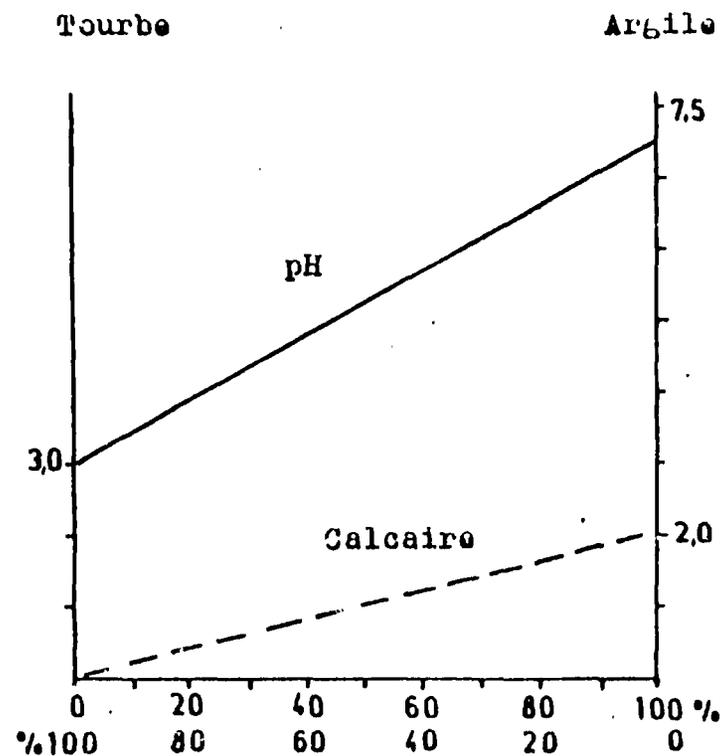
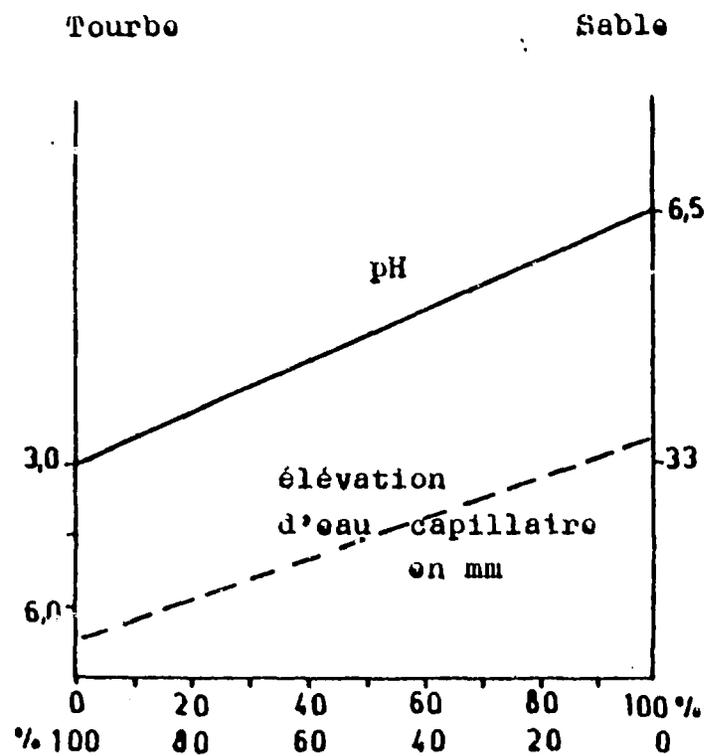


Figure 2

Le schéma du proces de production des mélanges tourbeux

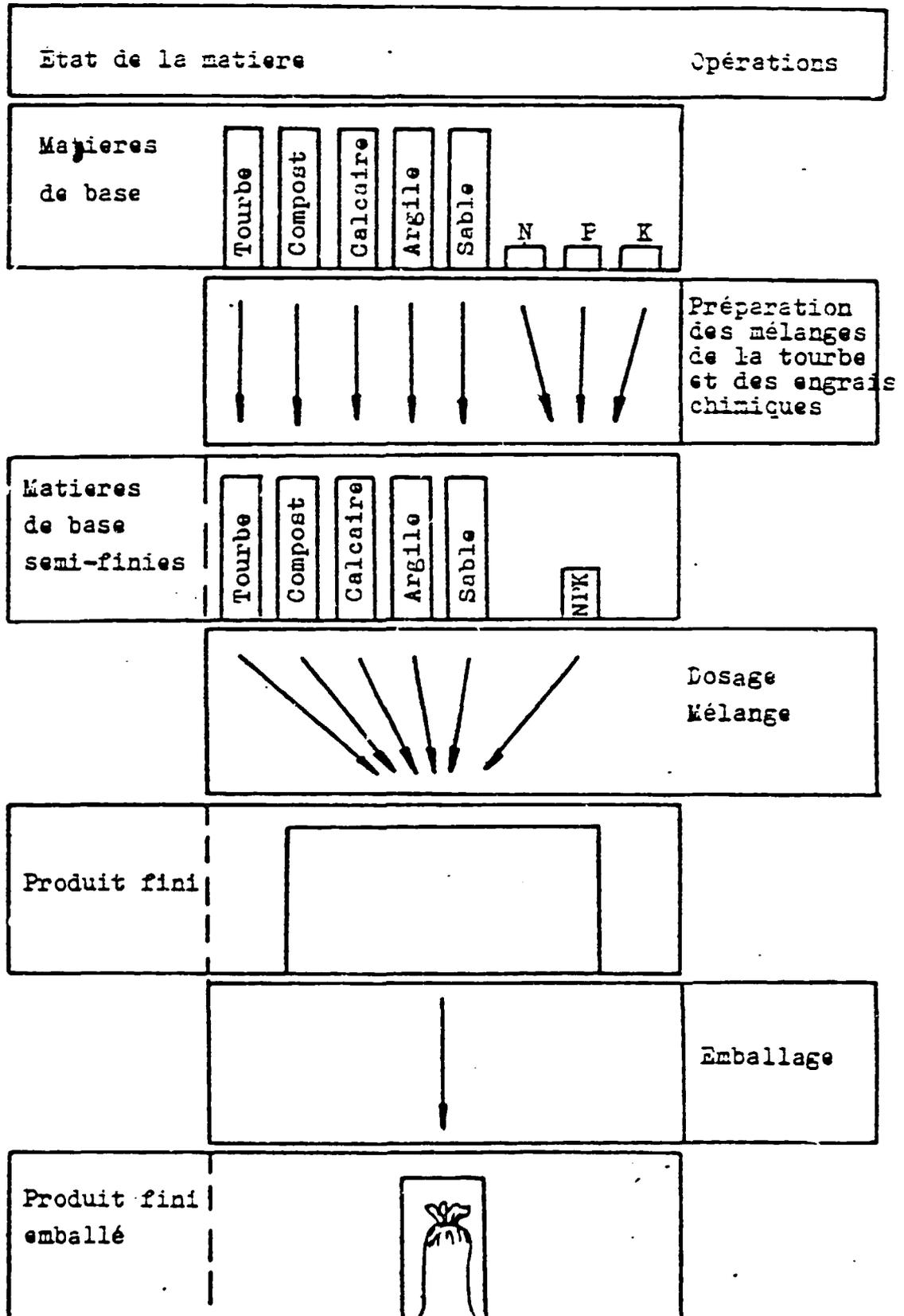


Figure 3

La machinerie et la technologie de la production des mélanges tourbeux

Machinerie de la preparation des engrais chimiques

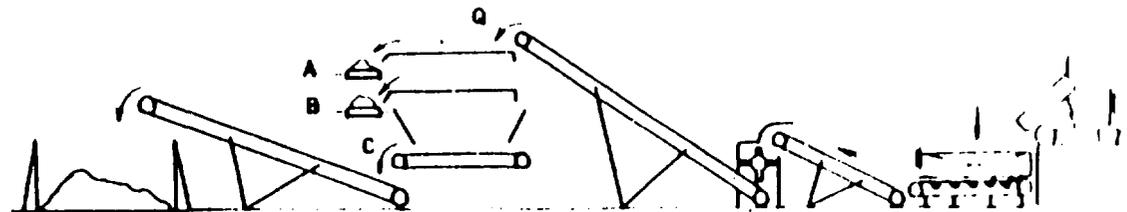
Machinerie de la préparation des mélanges tourbeux



Broyage des engrais chimiques
Crible et broyeur pour NPK

Mélange de l'NPK selon la recette
Balance, mélangeur

Stockage de l'NPK



Stockage de la tourbe
Silo entre murs

Transporteur

Criblage
Crible horizontal vibrant

Broyage
Broyeuse à marteaux

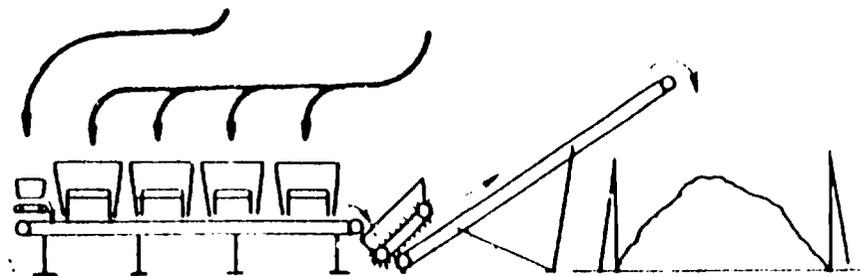
Dosage
Doseur

Criblage
Transport

Machinerie pour mélange -- Unité de machines du dosage-mélange



Chargement
Chargeuse automotrice



Dosage /tourbe, Mélange, Bande
compost, calcaire, de broyage
argile, NPK
Doseur a 5 com-
partiments

Stockage des
produits finis
Silo entre murs

Machinerie de l'emballage

Produits finis
Fertilisants a base de tourbe

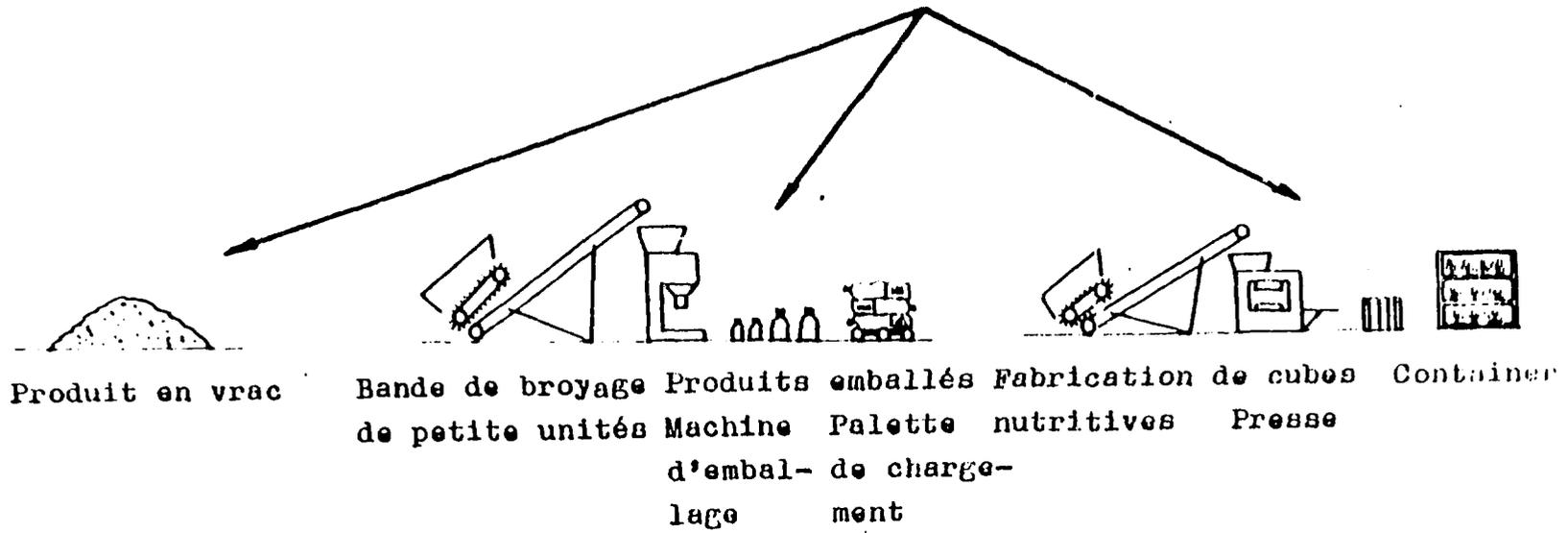
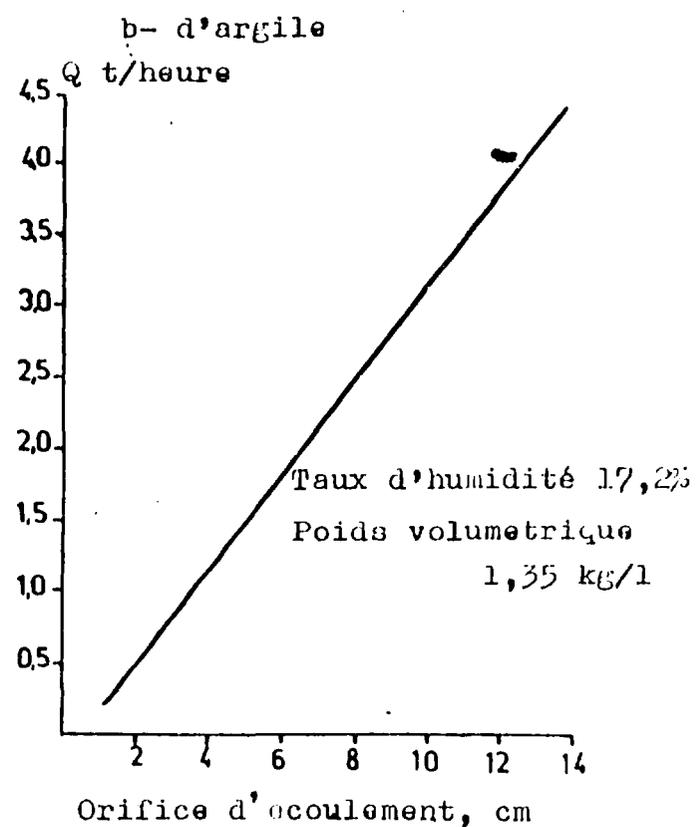
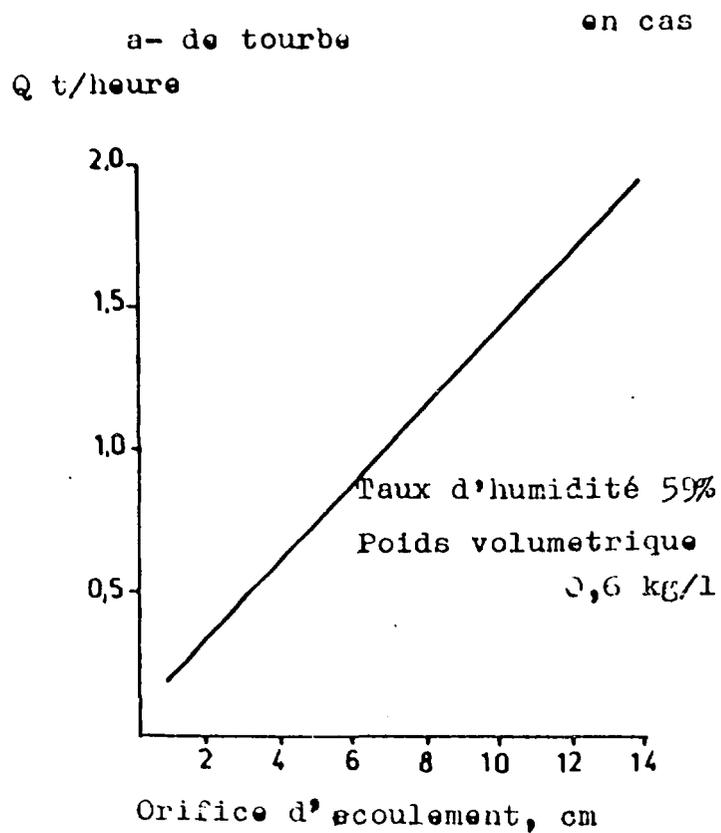


Figure 4

La quantité des matières sorties du doseur

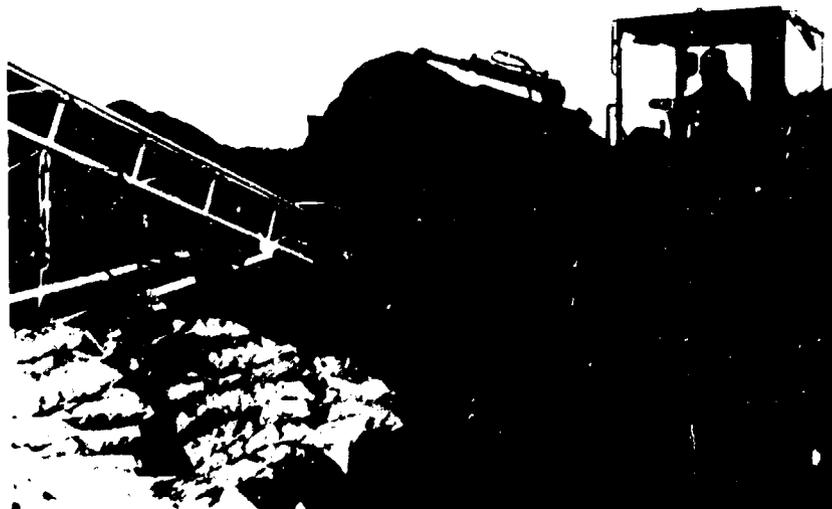


Photos présentant la technologie de "Sopron-Feat"

1. Criblage. Crible horizontal vibrant



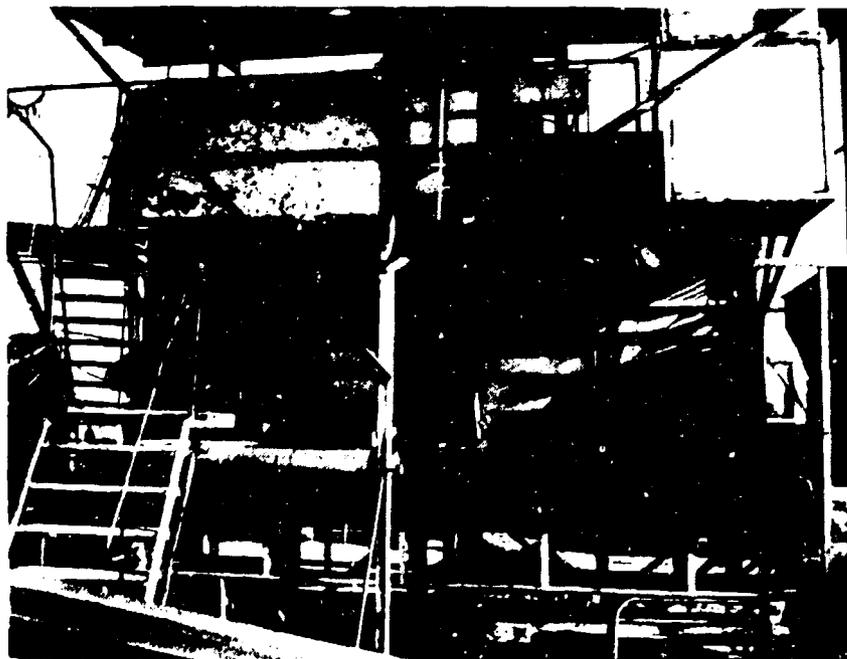
2. Transporteur



3. Dosage de la tourbe, du calcaire, du compost de l'argile, du NPK etc.



4. Silos de dosage a 5 compartiments



5. Mélange. Bande de broyage



6. Unité de machine d'emballage dans
des paquets de 5 kg



7. Unité de machine d'emballage
dans des paquets de 25 kg



8. Stockage

