



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

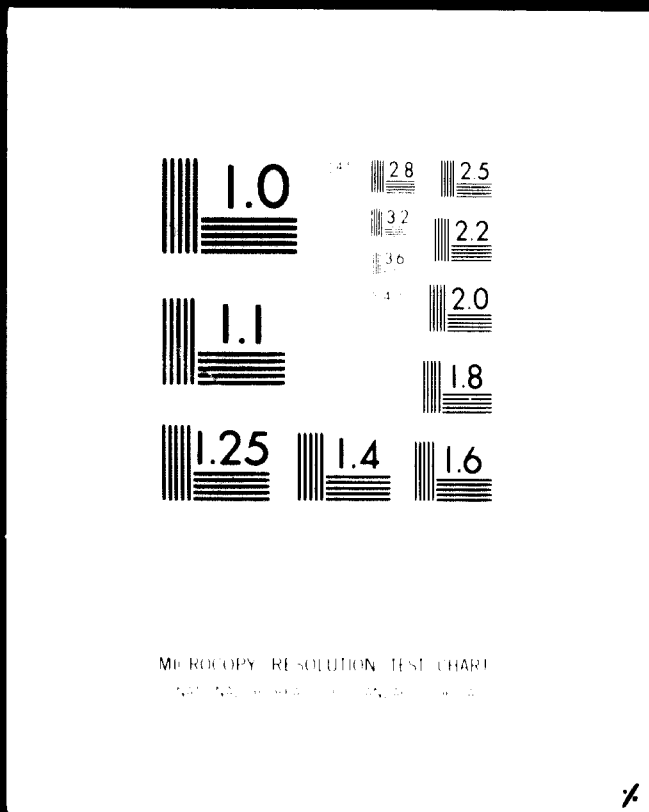
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

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

1 OF 2



01260 - F

Con. 71/52

PRODUCTION DU MALT DU RWANDA
ÉTUDES DES POSSIBILITIÉS



00.000

Études préparées pour
l'Organisation des Nations Unies
pour le Développement Industriel

Par
Maxwell Stamp Associates Limited,
55-63 Goswell Road,
London EC1V 7PT

et

Pollock International Limited,
220-222 Elgar Road,
Reading RG2 0DG,
England.

Septembre 1971

T A B L E D E S M A T I E R E S

| | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| INTRODUCTION | 1 |
| RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS | 2 |
| CONCLUSION | 8 |
| | |
| 1. ÉTUDE DU MARCHÉ | 9 |
| 1.1 Aspects Économiques | 9 |
| 1.2 Besoins Internes en Malt | 13 |
| 1.21 Demande pour la Brasserie | |
| 1.22 Demande pour des Usages Divers | 16 |
| 1.3 Possibilités d'Exportation du Malt | 16 |
| 1.4 Recommandations pour l'Importance Proposée de la Malterie | 18 |
| | |
| 2. ÉVALUATION DE LA MATIÈRE PREMIÈRE | 20 |
| 2.1 Production de l'Orge - Passé, Present et Avenir | 20 |
| 2.2 Aptitude de l'Orge Rwandaise au Maltage | 21 |
| 2.3 Méthodes d'Amélioration de la Qualité et du Rendement de l'Orge | 25 |
| 2.31 Qualité Exigée de l'Orge | 25 |
| 2.32 Programme Recommandé pour Atteindre la Qualité Exigée | 27 |
| 2.33 Le Rendement de l'Orge | 28 |
| 2.4 Essais Recommandés pour l'Orge | 30 |
| | |
| 3. ÉTUDE TECHNIQUE | 34 |
| 3.1 Description du Procédé de Maltage | 34 |
| 3.11 Principes Généraux | 34 |
| 3.12 Série d'Opérations en Malterie | 35 |
| 3.13 Développements Modernes dans le Maltage | 39 |
| 3.14 Caractéristiques du Malt à Produire | 40 |
| 3.2 Caractéristiques de la Malterie | 42 |

| | | |
|------|---|----|
| 3.21 | Description Générale | 42 |
| 3.22 | Procédure de Soumission | 43 |
| 3.23 | Modèle Propose pour la Soumission | 45 |
| 3.3 | Dessin Schématique de la Malterie | 49 |
| 3.4 | Tests de Laboratoire de Appareillage | 50 |
| 3.41 | Essais sur l'Orge | 50 |
| 3.42 | Tests sur le Malt Vert | 57 |
| 3.43 | Essais sur le Malt | 57 |
| 3.44 | Essais de Micro-maltage | 64 |
| 3.45 | Type et Coût de l'Équipement Exigé | 64 |
| 4. | ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE | 66 |
| 4.1 | Emplacement | 66 |
| 4.11 | Exigences Générales | 66 |
| 4.12 | Besoins en Mazout, Énergie et Eau | 67 |
| 4.2 | Besoins en Personnel et Formation | 67 |
| 4.21 | Besoins en Personnel | 67 |
| 4.22 | Programme de Formation | 68 |
| 4.3 | Frais de Production | 70 |
| 4.31 | Achat de l'Orge et Financement | 70 |
| 4.32 | Mazout, Électricité, Eau | 72 |
| 4.33 | Assurance | 73 |
| 4.34 | Frais de Main-d'Oeuvre | 73 |
| 4.35 | Frais Divers | 74 |
| 4.36 | Résumé des Frais de Production | 75 |
| 4.4 | Montant Total des Capitaux | 75 |
| 4.41 | Capital Immobilisé | 75 |
| 4.42 | Exigence en Fonds de Roulement | 77 |
| 4.43 | Aperçu des Débours | 79 |
| 4.5 | Analyse Financière | 81 |
| 4.51 | Excédent de Rendement | 81 |
| 4.52 | Taux de Rentabilité de Base | 82 |
| 4.53 | Sources Financières | 83 |
| 4.6 | Étude Économique | 89 |
| 4.61 | Taux de Rendement | 89 |
| 4.62 | Effets Probables sur la Balance des Paiements | 94 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4.63 | Effets sur les Revenus Monétaires | 96 |
| 4.64 | Effets sur les Revenus Gouvernementaux | 96 |
| 5. | ORGANISATION | 98 |
| 5.1 | Programme et Schéma pour l'Etablissement d'une Malterie 1971`a 1976 | 98 |
| 5.2 | Propositions pour la Mise-en-Marche de la Malterie | 102 |
| 5.3 | Propositions pour la Structure de l'Organisation | 105 |
| 5.4 | Tableau de l'Organisation de la Malterie | 106 |

FIGURES (à la fin de cette étude)

1. Schéma de principe de la malterie
2. Plan de la malterie
3. Diagramme isométrique de la malterie
4. Le grain d'orge
5. Plan du Rwanda.

INTRODUCTION

L'object de cette étude était d'analyser les débouchés sur le marché, ainsi que les aspects techniques et financiers, du développement éventuel d'une malterie au Rwanda, dans le but d'encourager l'exploitation de l'orge du pays, et de permettre d'économiser sur les exportations.

Tous les prix cités dans ce rapport sont en francs rwandès au taux d'échange en cours avant le 16 août 1971: \$ 1 = FRw 100 et £1 sterling = FRw 240. Les poids sont donnés en tonnes.

RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

Développement Économique au Rwanda

Le développement économique au Rwanda se heurte à deux obstacles principaux: nécessité de maintenir un grand secteur de culture indispensable au minimum vital, et restrictions imposées par la balance des paiements. La création d'une malterie qui utiliserait l'orge produite dans la région pourrait remédier à cette double faiblesse: a) en augmentant les revenus en espèces des agriculteurs et b) en remplaçant le malt d'importation par du malt cultivé dans la région (Section 1.1)

Le Marché du Malt

Au Rwanda, le marché intérieur du malt est lié à l'activité des brasseries. Or, celles-ci importent, à l'heure actuelle, la totalité de leurs besoins en malt. La hausse moyenne de ces importations s'est élevée à 4,1% par an au cours des quatre dernières années et, si cette tendance continue, la hausse prévue pour 1975 sera de 2.000 tonnes (Section 1.21.) Les besoins en malt des autres industries est minime (Section 1.22.). En ce qui concerne l'exportation du malt, il s'avère, d'après nos calculs basés sur la marge des prix, que les prix du malt en provenance du Rwanda pourraient concurrencer ceux du malt européen en Burundi, au Congo et en Ouganda. Il est cependant impossible de garantir l'exportation vers ces pays qui, eux aussi, s'efforcent de limiter leurs importations. Nous estimons donc que ces exportations devraient être considérées comme des gains aléatoires et qu'elles ne devraient pas figurer dans nos évaluations économiques et financières (Section 1.3.). Les besoins en malt mentionnés ci-dessus pourraient se trouver modifiés par un changement de politique ou de méthode de la part des brasseurs. La conversion directe de l'orge en moût, au moyen d'enzymes, entre autres, pourrait éliminer presque entièrement les besoins en malt au Rwanda.

Capacité de la Malterie

Partant de l'étude du marché, nous préconisons un rendement initial pour la malterie de 2000 tonnes par an. La malterie pourrait facilement produire jusqu'à 3000 tonnes par an, sans investissements majeurs supplémentaires et sans accroissement des effectifs de main-d'oeuvre.

Matières Premières

On ne cultive plus l'orge en quantités commerciales au Rwanda (Section 2.1.) et les renseignements obtenus sur les récoltes précédentes ne permettent pas d'établir une conclusion sûre en ce qui concerne la qualité de maltage de l'orge rwandaise. Les insuffisances apparentes de qualité pourraient bien être le résultat d'erreurs de traitement de l'orge après la récolte ou de maltage insuffisamment contrôlé (Section 2.2.). Nous recommandons que le gouvernement rwandais nomme un agronome pour surveiller la culture expérimentale d'orge et pour contrôler l'orge qui en résulte sur une période de trois ans. Cette démarche doit obligatoirement précéder toute décision de poursuivre aux préparatifs de la malterie (Section 2.32.)

Maltage et Malterie

Il est techniquement possible de prévoir une malterie ayant une capacité annuelle de 2000 tonnes. Nous recommandons un système conventionnel de maltage utilisant une malterie du type Saladin (Section 3.2.) En raison de la faible capacité de la malterie, et en vue d'économiser sur la construction, la manutention et l'entretien, et pour permettre plus de souplesse dans ces trois domaines, nous recommandons que les cases servent également à la germination et au touraillage.

Soumission

Dans la brasserie, il est normal que les soumissions comprennent un résumé des exigences des malteurs, laissant aux fabricants le soin d'exprimer leurs propres recommandations quant aux détails de disposition du matériel, etc., et de proposer un prix global pour la construction et les frais de commission. Notre étude est donc plus détaillée que d'habitude (Section 3.22).

Emplacement de la Malterie

Deux emplacements possibles ont été étudiés pour la malterie; à Gisenyi, contigu à la brasserie, et à Ruhengeri, à mi-chemin entre la brasserie et la région où l'orge est cultivée. Tout compte fait, nous préférons Ruhengeri puisque les services techniques à Ruhengeri (venant de l'usine de Pyréthre), ainsi que la possibilité d'alléger le problème de transport de l'orge nous semblent plus importantes que les économies sur la manutention possibles à Gisenyi (Section 4.11.)

Exigences de l'Infrastructure

Nous estimons que pour un rendement annuel initial de 2000 tonnes, seront nécessaires: 200 tonnes de mazout, 16.600 mètres cubes d'eau, et 156.000 kwh d'électricité. La puissance effective de la malterie est de 344 kw. (Section 4.12.)

Exigences en Personnel et Formation

Il faudra prévoir un effectif de main-d'oeuvre de 10 personnes. Le directeur général tout d'abord, qui au début devra probablement venir de l'extérieur. Au bout de cinq ans il devrait remettre le commandement à un sous-directeur rwandais, qui aurait suivi un stage de formation de 3 mois en Europe, avant la mise en marche de la malterie. Deux laborantins devront être recrutés sur place, et formés dans d'autres laboratoires au Rwanda. Les six autres employés seront: 5 ouvriers à demi-spécialisés pour la production, et un employé de bureau. Leur formation pourra s'effectuer au cours de leur travail.

Achat de l'Orge

Nous recommandons que le prix d'achat de l'orge soit de FRw 8 le kilo. Ce prix est le même que pour l'autre production possible, le blé. Mais, étant donné que le rendement pour l'orge est plus élevé l'hectare que le blé, les agriculteurs pourraient prévoir une hausse de leurs revenus sur une surface donnée. Cette hausse pourrait aller jusqu'à un tiers de leurs revenus actuels. On considère que ceci serait un stimulant suffisant pour assurer une provision d'orge adéquate. Le financement de l'achat de l'orge pourrait s'effectuer au moyen d'un emprunt intérimaire, fait à la fin d'août chaque année, et remboursé en huit versements à partir du mois de janvier suivant. Au taux actuel d'intérêt (9%), le coût réel de l'emprunt serait de 6,375% (Section 4.31).

Autres Frais de Production

Pour une production annuelle de 2000 tonnes, les principaux frais, outre l'achat de l'orge, s'élèvent à FRw 2.487.000 (Section 4.32.) pour les frais de combustible, électricité et eau; à FRw 347.000 (Section 4.33.) pour l'assurance; à FRw 254.000 (Section 4.34.) pour les frais de main-d'oeuvre; et à FRw 300.000 (Section 4.35.) pour les frais de bureau et de laboratoire et pour les frais divers. Au total, pour 2000 tonnes de malt,

tous les frais de production, achat de l'orge, financement, et allocation de 10% en cas d'imprévu inclus, s'élèveront à FRw 37.593.000; le cout marginal de production par kilo sera de FRw 16,98.

Investissements

On suppose que le terrain sera fourni par le gouvernement à titre gratuit. Le cout de la malterie, analysé dans la section 3, et frais de construction compris, est évalué à FRw 55.812.000. De plus, il faudra prévoir un logement pour le directeur et son assistant, ce qui reviendra à FRw 2.440.000 environ; pour les véhicules, le prix sera de FRw 900.000 environ (Voir le paragraphe 4.41). Des fonds de roulement seront nécessaires pour financer les expériences et les tests portant sur la culture de l'orge, et pour couvrir les frais nécessaires à la mise en marche de la malterie. Ce prix sera de FRw 9.813.000 (Paragraphe 4.42). Le total des capitaux requis, y compris une allocation de 10% en cas d'imprévu, se chiffre à FRw 75.862.000.

Vente du Malt

Il est possible que le prix de vente du malt au Rwanda sera de FRw 23,60 le kilo, à la sortie de l'usine, ce qui permettrait une baisse du prix de livraison à la brasserie de 10% par rapport au prix actuel d'importation. Une baisse est essentielle, si l'on veut établir une coopération sûre de la part de la brasserie, qui sera la seule cliente. En raison de la faible dimension du marché, il faudra rigoureusement interdire les importations, une fois la malterie établie.

Taux d'Intérêt de Base

Pour la production initiale de 2000 tonnes, avec une hausse moyenne de 4,1% l'an, on peut prévoir une augmentation de rendement de la malterie de l'ordre de FRw 9.627.000 au cours des douze premiers mois. La hausse prévue pour la dixième année sera de FRw 16.544.000 (Paragraphe 4.51). Cet excédent rend un taux d'intérêt de base de 7,9% (avant prélèvement des frais de financement et de charges fiscales)(Voir le paragraphe 4.52).

Sources de Financement

Nous recommandons que FRw 6.000.000 au maximum soient fournis par les Nations Unies ou une agence pour l'aide bilatérale, pour financer les expériences sur la culture d'orge, au titre d'assistance technique. Les

besoins en capitaux pourraient être convertis par un crédit à l'exportation de 30 millions de FRw pour la malterie et l'équipement, par un prêt de FRw 24.000.000 à 3% d'intérêt fait par la Banque Rwandaise de Développement et par l'émission d'actions industrielles de FRw 16.000.000, auxquelles la brasserie d'Interbra ou une société internationale de maltage doit souscrire. Ceci serait l'équivalent de 3 ans d'économies sur le prix réduit du malt. Il ne sera possible d'établir définitivement les détails financiers qu'une fois la date de soumission plus proche. Les experts restent à la disposition de toute personne désirant de plus amples renseignements en ce domaine. (Section 4.53)

Taux de Rentabilité pour les Actionnaires

La structure financière détaillée ci-dessus permet de prévoir pour les actionnaires un taux de rentabilité avec escompte de 11,84% sur leurs investissements. La période d'équivalence est de 8,34 ans (Section 4.54.).

Taux de Rentabilité pour l'Économie Rwandaise

Il est possible que le taux de rentabilité économique sur le projet du point de vue de l'économie rwandaise, soit de l'ordre de 31% (section 4.61.). Ce niveau élevé du rendement résulte tout d'abord des bénéfices provenant de l'accroissement des revenus en espèces des agriculteurs - soit, d'un minimum de FRw 5,4 millions l'an et ensuite des économies réalisées - soit d'un minimum de 35 millions de FRw l'an (sections 4.63. et 4.62.). Les finances gouvernementales accuseront très probablement un bénéfice net de FRw 8.192.000 pendant que le projet est en vigueur, et compte tenu des subventions fournies au moyen d'un prêt de la part de la Banque Rwandaise de Développement (Section 4.62.). Compte tenu aussi du niveau élevé de rentabilité, le gouvernement devrait offrir un stimulant supplémentaire dans le but d'encourager la participation de la brasserie au projet.

Schéma

La date la plus convenable pour l'ouverture de la malterie est novembre 1976, puisque l'orge est semée au mois de mars et récoltée en août. Cette date permettra un délai de 3 ans pour les expériences et d'un an pour la construction de la malterie (Section 5.1.).

Organisation

Un conseil de sept directeurs devra contrôler la malterie. Les possesseurs d'actions non privilégiées devraient en nommer quatre. Les trois autres directeurs représenteraient les divers groupes gouvernementaux intéressés, à savoir la Banque Rwandaise de Développement, le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage et le Service d'Études de Programmation Industrielles (Section 5.3.).

CONCLUSION

La brasserie à Gisenyi est seule intéressée à la consommation du malt aucun nouveau débouché n'est prévu dans un avenir proche, et les possibilités d'exportations accrues sont minimales. Il en suit que, du point de vue technique, l'établissement projeté d'une malterie au Rwanda se justifiera seulement dans la mesure où l'orge rwandaise sera de qualité acceptable pour le brassage. La brasserie a fourni des renseignements montrant que, à son avis, l'orge rwandaise ne se prête pas au maltage. Selon nos experts, cependant, ces renseignements peuvent également mener à l'interprétation suivante: l'orge, bien que pratiquement bonne pour le maltage, a subi des erreurs de traitement avant ou pendant le maltage. Avant de résoudre ce problème, il faudra exécuter une série d'expériences sur la culture de l'orge et sur le maltage. Si le résultat est satisfaisant, il n'y aura vraisemblablement pas d'obstacles techniques au projet.

Du point de vue purement financier, le projet est évidemment marginal, puisque le taux de rentabilité, évaluée sur la base d'un taux d'intérêt à escompte, est de moins de 12%; ce taux comprend pourtant le prêt gouvernemental à un taux d'intérêt très bas. L'attrait pour les actionnaires privés sera donc minime. La brasserie à Gisenyi devrait cependant s'y intéresser, grâce à la réduction de 10% du prix du malt qui pourrait résulter de ce projet.

Il n'y a pas de doute, cependant, que ce projet est extrêmement intéressant pour l'économie rwandaise. En augmentant les revenus en espèces des agriculteurs et en réalisant des économies sur les échanges extérieurs, le projet s'attaque directement à deux principaux obstacles au développement économique. Par conséquent, si l'on n'obtient pas l'appui essentiel de la brasserie, en accordant une réduction de 10% et un taux d'intérêt de 12% sur les capitaux investis, le gouvernement devra lui offrir d'autres encouragements substantiels.

1. ÉTUDE DU MARCHÉ

1.1. Aspects Économiques

La proposition d'établir au Rwanda une malterie dont la matière première serait l'orge du pays même, et qui vendrait sa production de malt à la brasserie de la région, doit être examinée à la lumière de l'ensemble de l'économie au Rwanda.

Il n'existe pas de statistiques en ce qui concerne le produit intérieur brut au Rwanda, mais le tableau suivant donne les renseignements pour 1967 et 1968, obtenus de sources gouvernementales.

Tableau 1.1. - Produit Intérieur Brut selon les Divers Secteurs, pour 1967 et 1968

(FRw millions à des prix stables)

| | 1967 | % | 1968 | % |
|---------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| <u>Secteur primaire</u> | <u>10.087,9</u> | <u>68,4</u> | <u>9.776,1</u> | <u>64,9</u> |
| Cultures nourricières | 7.944,5 | 54,0 | 7.557,2 | 50,2 |
| Valeur des récoltes au comptant | 654,0 | 4,4 | 696,8 | 4,6 |
| Cheptel et pêche | 1.100,1 | 7,4 | 1.158,7 | 7,7 |
| Mines | 389,0 | 2,6 | 363,4 | 2,4 |
| <u>Secteur secondaire</u> | <u>1.127,5</u> | <u>7,6</u> | <u>1.330,1</u> | <u>8,9</u> |
| Construction | 600,0 | 4,1 | 730,0 | 4,9 |
| Industrie (énergie comprise) | 527,5 | 3,5 | 600,1 | 4,0 |
| <u>Secteur tertiaire</u> | <u>3.535,0</u> | <u>24,0</u> | <u>3.928,0</u> | <u>26,2</u> |
| Gouvernement | 1.600,0 | 10,9 | 1.800,0 | 12,0 |
| Commerce | 1.240,0 | 8,4 | 1.365,0 | 9,1 |
| Transports | 165,0 | 1,1 | 183,0 | 1,2 |
| Divers | 530,0 | 3,6 | 580,0 | 3,9 |
| TOTAL | 14.750,4 | 100,0 | 15.034,2 | 100,0 |

Au cours de 1968 la hausse réelle du produit intérieur brut est donc de 1,9%. Cependant, le nombre d'habitants augmente de 3,1% par an en moyenne; on constate ainsi une baisse du taux du produit intérieur brut de 1,2%. D'après une source internationale, ces chiffres seraient légèrement modifiés; voir le tableau 1.11.

En règle générale, ces variations majeures de l'accroissement suivent de près les fluctuations du climat et du marché par rapport au secteur agricole.

Tableau 1,11 - Augmentation Estimée du Produit Intérieur Brut pour 1966 - 1970

(prix stables)

| <u>Année</u> | <u>PIB en millions FRw</u> | <u>Accroissement de PIB en %(1)</u> | <u>Pourcentage de l'Accroissement par tête d'habitant (2)</u> |
|--------------|----------------------------|-------------------------------------|---|
| 1966 | 13.394 | n.a. | n.a. |
| 1967 | 15.220 | 13,6 | 10,5 |
| 1968 | 15.514 | 1,9 | -1,2 |
| 1969 | 15.747 | 1,5 | -1,6 |
| 1970 | 17.636 | 12,0 | 8,9 |

Notes (1) Au cours de l'année précédente

(2) Si le nombre d'habitants accroît en raison de 3,1% par an, en moyenne.

Après l'accroissement substantiel de 1967, au cours des deux années suivantes, le revenu réel par personne a diminué, en attendant les récoltes exceptionnelles de café et de thé en 1970, qui ont ramené de nouveau un accroissement important des revenus.

Bien que les statistiques disponibles ne soient pas complètes, il est néanmoins possible d'en tirer quelques conclusions importantes pour l'économie rwandaise. En premier lieu, le revenu par habitant revient seulement à FRw 5.000 par an environ (8 50), et la moitié provient du secteur de cultures nourricières. En second lieu, il est difficile de prévoir un accroissement stable de l'économie, à long terme, à moins de transférer des effectifs de plus en plus nombreux tous les ans du secteur de l'économie du troc à celui de l'économie monétaire. Ceci est en effet le but principal de la politique gouvernementale. L'idée d'encourager les agriculteurs à cultiver de l'orge destinée à la malterie du pays s'accorde avec ce but. A condition que l'idée s'avère pratique, d'une part le revenu en espèces des agriculteurs seraient augmenté de façon sûre, et de l'autre, la malterie serait en mesure d'agrandir la contribution, actuellement minime, du secteur industriel au PIB.

L'importance des cultures nourricières n'est pas le seul problème; les restrictions imposées par la balance des paiements empêche aussi le développement au Rwanda. Le tableau suivant donne les détails pour la période de 1968 à 1970.

Tableau 1.111 - Balance des Paiements de 1968 à 1970 (FRw millions)

| | <u>1968</u> | <u>1969</u> | <u>1970</u> |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Exportations | 1.613,4 | 1.504,3 | 2.458,2 |
| Importations privées | -1.427,3 | -1 565,2 | -1.937,7 |
| Importations Gouvernementales | - 204,0 | - 146,1 | - 177,1 |
| Frêt et Assurance | <u>- 424,8</u> | <u>- 496,9</u> | <u>- 422,9</u> |
| Balance Commerciale | <u>- 442,7</u> | <u>- 703,9</u> | <u>- 79,5</u> |
| Transferts Privés | + 186,1 | + 401,0 | + 187,7 |
| Transferts sur Aide et Opérations Gouvernementales | + 226,1 | + 170,2 | + 380,6 |
| Services Divers | - 104,9 | - 62,5 | - 73,2 |
| Crédits de Réserve FMI | + 100,0 | - 100,0 | - 100,0 |
| Droits Spéciaux de Tirage | - | - | + 252,0 |
| Divers | + 4,3 | + 8,3 | - 2,7 |
| Billets de Banque | + 8,4 | + 3,2 | + 11,9 |
| Erreurs et Omissions | <u>- 3,6</u> | <u>- 4,2</u> | <u>- 13,5</u> |
| Mouvement en Réserves Brutes | <u>- 26,3</u> | <u>- 287,9</u> | <u>+ 590,3</u> |
| Mouvement des Engagements | <u>- 17,4</u> | <u>98,1</u> | <u>- 161,9</u> |
| Mouvement des Avoirs Nets | <u>- 43,7</u> | <u>- 189,8</u> | <u>+ 428,4</u> |

Source: Situation Économique

Le tableau montre que le Rwanda a subi, au cours des années récentes tout au moins, un déficit commercial substantiel. Même sous les conditions exceptionnellement avantageuses de 1970, il y avait un léger déficit. Celui-ci est compensé dans une certaine mesure par le mouvement des fonds de l'étranger effectué par les investisseurs privés, les gouvernements, et les donateurs de toute espèce. Sans cet afflux de fonds, le Rwanda ne serait même pas en mesure de maintenir le niveau déjà bas des revenus actuels. Le mouvement des fonds pourvoit ainsi des devises essentielles; il assure en plus une grande partie des économies disponibles pour le financement du développement de l'économie rwandaise. Le tableau 1.1V démontre l'importance de cette tendance. Il est à noter que plus de la moitié de tous les fonds investis au Rwanda proviennent de l'étranger, et que cette situation est restée la même, sans modification sérieuse, pendant les 3 années étudiées.

Tableau 1.IV - Provenance des Fonds Investis au Rwanda

| | <u>1966</u> | <u>1967</u> | <u>1968</u> |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Secteur Étranger Officiel | 418,0 | 546,5 | 569,2 |
| Secteur Étranger Privé | 260,6 | 273,0 | 297,6 |
| Section Publique d'Investissements Intérieurs | 94,9 | 65,1 | 81,4 |
| Section Privée d'investissements Intérieurs | 336,8 | 413,5 | 464,5 |
| Apport du Travail | <u>115,4</u> | <u>155,8</u> | <u>212,1</u> |
| Total | <u>1.225,8</u> | <u>1.453,9</u> | <u>1.624,8</u> |
| % Extérieur | 55,4 | 56,3 | 53,4 |

Un allègement des restrictions sur la balance des paiements permettrait un taux supérieur du mouvement des fonds, un niveau plus élevé d'investissements, et améliorerait ainsi la perspective d'expansion. Dans ce but, le gouvernement a fait un effort considérable au cours de ces dernières années pour encourager la culture de récoltes destinées à l'exportation. Le tableau suivant montre l'accroissement de l'exportation de certaines de ces récoltes pendant les années 1966 à 1970. Aucune modification n'a été apportée au prix à la production du thé ou du café, qui sont les plus importants. On constate que la hausse des revenus en espèces pour ces récoltes pendant cette période est substantielle.

Tableau 1.V - Développement des Exportations des Récoltes au Comptant 1966 - 1970 (tonnes)

| | <u>1966</u> | <u>1967</u> | <u>1968</u> | <u>1969</u> | <u>1970</u> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Café | 8.738 | 10.127 | 12.054 | 11.893 | 14.729 |
| Thé | 324 | 322 | 635 | 944 | 1.268 |
| Pyrethre | 417 | 458 | 291 | 574 | 419 |
| Peaux brutes | 271 | 522 | 316 | 609 | 688 |

Le projet pour la production du malt à partir de l'orge du pays aiderait à renforcer les efforts déjà effectués, dans l'intention d'alléger les restrictions sur la balance des paiements des autres secteurs, puisque, actuellement, la totalité du malt au Rwanda est importée. Toute exportation éventuelle de malt aiderait encore davantage cet allègement de la balance des

paiements. Il est donc évident que ce projet est orienté vers le soulagement des problèmes actuels les plus graves de l'économie au Rwanda, problèmes de l'accroissement des revenus en espèces et des économies sur les devises.

1.2 Besoins Internes en Malt

1.21 Demande pour la Brasserie

A l'heure actuelle, le malt au Rwanda n'est utilisé que pour le brassage; selon toute vraisemblance, cette situation ne changera pas au cours des 5 années à venir. Le pays a une seule brasserie, celle de Bralirwa à Gisenyi, qui appartient à Interbra, société qui détient d'autres brasseries à Bukavu au Congo, et à Bujumbura en Burundi. En 1970, la consommation en malt à Gisenyi s'élevait à 1.530 tonnes. Le coût moyen de ce malt est fourni par les statistiques officielles pour le commerce du Rwanda: voir le Tableau 1.V1.

Tableau 1.V1 - Prix du Malt au Rwanda 1967 - 1970

| | <u>Importations en tonnes</u> | <u>Coût des Importations (FRw 000's)</u> | <u>Prix (1) (FRw par kilo)</u> |
|------|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| 1967 | 1.396,1 | 37.439 | 26,8 |
| 1968 | 1.142,4 | 30.706 | 26,9 |
| 1969 | 1.303,2 | 32.209 | 24,7 |
| 1970 | n.a. | n.a. | 27,0 |

Note (1) C.A.F. évalué jusqu'à la frontière rwandaise, à l'exception de 1970 quand le prix comprend la livraison jusqu'à Gisenyi

Source: 1967 à 1969: Bulletin de Statistiques
1970: Brasserie de Gisenyi

Sauf en 1969, quand le prix est tombé à FRw 24,70 le kilo, le prix annuel en moyenne est d'environ FRw 27,00 le kilo. La brasserie ne s'alimente pas d'un seul fournisseur; elle achète le malt à diverses malteries européennes, normalement par petites quantités.

La consommation de la bière (au malt) est limitée à un nombre très restreint des habitants du Rwanda. La consommation totale pour 1970, par exemple, était de 143.000 hectolitres seulement, par rapport à une consommation évaluée à 2.460.000 hl. pour la bière traditionnelle faite au sorgo, que chaque ménage fait chez lui, à partir du sorgo cultivé sur place. Une restriction

severe à la vente de la bière de malt dans un pays pourtant atteint de revenus très bas, c'est le prix. Actuellement, le prix courant, à la sortie de l'usine, pour la bière de malt est de FRw 25 la bouteille (72 centilitres) et le prix de vente est de FRw 30 la bouteille. On estime que la vente régulière est limitée aux 65.000 salariés stables, bien que l'acuité des fluctuations saisonnières semble indiquer des ventes importantes à la campagne à l'époque des principales récoltes quand il y a le plus d'argent liquide. Il est probable que les pays voisins consomment une certaine quantité de bière rwandaise, mais les exportations officielles ont été interrompues pendant les années 60s.

Sur le prix courant de la bière à base d'orge FRw 12,95 sont perçus en charges fiscales. Il est évident qu'une modification importante se répercuterait sur la demande. Cependant, comme la taxe sur la bière représente une part considérable des revenus gouvernementaux (15% au total en 1968) il est peu probable qu'une diminution sensible du taux des charges fiscales ait lieu. On pourra peut-être prévoir une hausse, mais comme les taxes n'ont subi aucun changement depuis un certain temps déjà, on peut supposer, dans le cadre de cette étude, qu'il n'y aura pas de nouveau changement au cours de la période étudiée.

Partant de cette même supposition, la brasserie prévoit une hausse moyenne de 7% l'an environ, de la demande de bière de malt au cours des 5 années à venir. La malterie actuellement détenue par la brasserie pourrait facilement encadrer un tel accroissement car, bien que la production soit insignifiante, il ne serait pas difficile de doubler le rendement si l'on achetait des biens d'équipement relativement peu coûteux. De toute façon, la perspective pour la brasserie semble bonne, puisque de 1966 à 1970 la demande de bière a augmenté de 17,6% seulement - soit, une moyenne de 4,1% par an. Le tableau 1.V11 montre les variations de la consommation de bière et, par conséquent, de malt pendant cette période, et établit une comparaison entre cette évolution et d'autres facteurs économiques. Il est à noter que le produit intérieur du pays a augmenté de 31%, c'est-à-dire bien plus rapidement que la consommation de bière.

Au cours des 5 années à venir, le gouvernement rwandais prévoit un taux d'accroissement comparable à celui des 5 dernières années. Toutes choses égales, cette tendance aboutira nécessairement à ramener la vente intérieure de la bière au taux de croissance établi auparavant. Le niveau très élevé des

Tableau 1.V11 - Variations de la Demande en Bière, et d'une Sélection d'Indices Économiques.

| | <u>Production de la bière (bouteille de 0,72 litres)</u> | <u>Consommation de malt (tonnes)</u> | <u>Exportation</u> | | <u>Produit Interieur Brut Estime (FRw millions)</u> |
|------|--|--|--------------------------|-------------------------|---|
| | | | <u>Café (tonnes)</u> | <u>The (tonnes)</u> | |
| 1966 | 16.661.000 | 1.315 | 8.738 | 324 | 13.394 |
| 1967 | 16.446.000 | 1.278 | 10.127 | 222 | 15.220 |
| 1968 | 17.148.000 | 1.380 | 12.055 | 635 | 15.514 |
| 1969 | 17.134.000 | 1.358 | 11.894 | 944 | 15.747 |
| 1970 | 19.860.000 | 1.547 | 14.729 | 1.268 | 17.636 |

frais de douane perçus sur la bière d'importation au Congo, en Burundi, en Tanzanie et en Ouganda ne permet pas de prévoir de nouveaux débouchés pour la bière rwandaise.

Si la production de la bière de malt ne subit aucune modification, les calculs établis sur la supposition que la tendance de 1966 à 1970 continuera, laissent prévoir un marché de 2000 tonnes de malt en 1976, avec une progression de 4,1% l'an environ par la suite. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que la quantité de malt utilisée dans la production d'une quantité donnée de bière peut être variée par la brasserie pour obtenir une bière plus ou moins forte. Tout changement dans la politique de la brasserie pourrait infirmer les précédentes évaluations. Il n'existe aucun projet de changement de ce genre à la connaissance des experts; toutes nos prévisions sont ainsi fondées sur ces calculs.

Il faut signaler qu'au lieu de choisir le malt pour le brassage, on pourrait alternativement opter en faveur de la conversion directe de l'orge en moût au moyen d'enzymes additionnels. Cette possibilité pourrait à la longue s'avérer la plus intéressante des deux pour le Rwanda, puisqu'elle élimine le maltage qui est extrêmement coûteux et en même temps elle permet de maintenir la demande pour l'orge avec tout ce que cela comporte pour l'accroissement des revenus en espèces et l'économie sur les devises. Les limites de cette étude ne permettent pas une analyse détaillée de la praticabilité de cette méthode ou de son coût éventuel pour le Rwanda. Cette méthode modifiée, d'ailleurs, le goût de la bière, et l'on ignore encore les réactions du consommateur rwandaise envers ce phénomène. Nous estimons

néanmoins, qu'il faut signaler cette alternative surtout parce que, si les brasseurs décidaient d'adopter une telle méthode, la demande pour le malt fondrait presque entièrement.

1.22 Demande pour des Usages Divers

En Europe, on utilise la cotière pour perfectionner les qualités de la farine de blé pour la cuisson. Dans la confiserie, boissons et produits pharmaceutiques, la demande pour l'extrait de malt est importante. Au Rwanda cependant il n'est probablement pas possible d'accroître la vente pour de telles raisons.

Un meunier de la région a produit en 1970 2.600 tonnes de farine de blé, en utilisant presque entièrement un grain d'importation. Même s'il devait remplacer ses additifs chimiques par la cotière, étant donné que les proportions normalement requises sont: 0,1% de cotière pour 99,9% de farine de blé, la demande totale s'élèverait seulement à 2,6 tonnes. Il y a des projets pour accroître la production de farine mais si l'on part de l'assomption que le taux d'augmentation des besoins de farine au Rwanda sera le même qu'au cours de ces dernières années et qu'en 1976 la totalité du blé sera moulue dans la région, la demande globale pour la cotière ne dépasserait pas les 10 tonnes par an.

La production de l'extrait de malt rendrait nécessaire la construction d'un équipement spécial qui ne se justifierait que s'il existait un marché de dimension importante dans la région. Actuellement il n'existe aucun marché pour l'extrait de malt; les possibilités restreintes d'expansion sont démontrées par la demande sur le marché voisin en Afrique de l'Est. Dans l'ensemble de cette région, qui compte 30,9 millions d'habitants par rapport à 3,4 millions au Rwanda, et où le produit intérieur brut par personne est plus élevé, la demande totale pour l'extrait de malt a atteint les 2 tonnes seulement en 1970. L'extrait de malt pourrait servir pour les sirops contre la toux dans la nouvelle usine de produits pharmaceutiques mais cette demande pour l'extrait serait vraiment minime.

1.3 Possibilités d'Exportation du Malt

Les marchés extérieurs susceptibles d'acheter le malt au Rwanda ne sont pas importants, surtout en raison de la situation géographique du pays, et du coût excessivement élevé du transport vers les pays voisins.

Les brasseries les plus proches sont situées à Bujumbura en Burundi, à Bukavu au Congo et à Jinja et à Kampala en Ouganda. A Kampala, il y a aussi une distillerie qui utilise le malt pour la production du whisky. Toutes ces usines dépendent actuellement des importations pour répondre à leurs besoins. Le tableau suivant montre les besoins estimés en malt. Le chiffre pour l'Ouganda est établi d'après les statistiques commerciales pour 1970, et pour le Bujumbura, d'après les chiffres pour la production de bière en 1970. Il n'y a pas de statistiques récentes pour le Bukavu; il a donc fallu calculer la demande d'après les évaluations de la consommation de malt en 1967.

Tableau 1.V111 - Besoins Prévus en Malt dans les Pays Voisins, 1970

| | |
|----------------------------|--------------|
| | (tonnes) |
| Bujumbura (Burundi) | 2.500 |
| Bukavu (Congo) | 2.500 |
| Jinja et Kampala (Ouganda) | <u>1.900</u> |
| TOTAL | <u>6.900</u> |

Il n'est pas possible d'analyser sérieusement les variations éventuelles des besoins en malt dans ces pays au cours des 5 années à venir. A Bujumbura on propose de construire une malterie; il est également possible que celle de Bukavu soit reconstruite au début des années 70s. Tout développement de la malterie dans ces pays rencontrera, selon toute vraisemblance, les mêmes difficultés qu'au Rwanda. Ces difficultés sont analysées dans la section 2. En Ouganda, les besoins en malt ont baissé au cours de ces dernières années. Cette baisse de la demande provient en partie d'une augmentation fiscale en 1968 et en 1969. Nous estimons que la demande montera de nouveau au début des années 70s. Pour savoir à quel point le Rwanda réussira à exploiter le marché, il faut tenir compte de la qualité et de la compétitivité des prix de son malt par rapport au malt provenant d'autres pays. Il est très difficile d'obtenir les prix d'achat du malt pour les différentes brasseries; les prix mondiaux varient d'ailleurs énormément d'une année à l'autre. Le tableau 1.1X montre, cependant, les prix moyens du malt à certaines époques au cours des 2 dernières années selon les statistiques fournies par les différents pays. Il est possible d'établir une approximation du prix total du malt provenant des sources établies, en additionnant les prix estimés, de la frontière à la brasserie. Le tableau indique également le coût de l'acheminement du malt de Ruhengeri à chacune de ses destinations, selon les renseignements d'une messagerie rwandaise. Nos calculs, dont on trouvera les détails dans la

section 4.5, montrent que le coût marginal pour la production du malt au Rwanda est d'environ FRw 17 le kilo. Si le prix le plus bas du malt d'exportation est supérieur au coût marginal de 10%, le prix à la sortie de l'usine pour le malt d'exportation serait de FRw 18,70 le kilo. A ce prix, le malt rwandais pourrait concurrencer les sources de fourniture actuelle.

Tableau 1.1X - Compétitivité du Prix Rwandais

| (FRw par kilo) | <u>Ouganda</u> | | <u>Burundi</u> | | <u>Congo (Bukavu)</u> | |
|--|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------------|------|
| Malts Européens c.a.f. port d'entrée | 1969 | 14,6 ⁺ | 1969 | 21,1 [*] | 1969 | 16,8 |
| Acheminement du port d'entrée à la brasserie | 1970 | 27,5 ⁺ | | | | |
| | | 5,0 ⁺ | | 2,2 | | 7,0 |
| Frix de livraison des Malts Européens | 1969 | 19,6 | 1969 | 23,3 | 1969 | 23,8 |
| | 1970 | 32,5 | | | | |
| <hr/> | | | | | | |
| Malts Rwandais | | | | | | |
| Prix de Vente à l'Exportation | | 18,7 | | 18,7 | | 18,7 |
| Acheminement de Ruhengeri à la brasserie | | 1,8 | | 3,6 | | 2,2 |
| Prix à la Livraison des Malts Rwandais | | 20,5 | | 22,3 | | 20,9 |

Note: ^{*} Les prix pour l'Ouganda représentent c.a.f. Mombasa, et le coût pour l'acheminement intérieur, trajets entre Mombasa et la brasserie compris.

Il pourrait y avoir un avenir pour les exportations, à base d'une marge au prix de revient mais l'importance du marché éventuel n'est pas sûre, surtout si l'on prend compte des projets de malterie connus à Burundi et des malteries déjà établies au Congo qui pourraient être reconstruites. Nous concluons donc que même si l'on ne doit pas négliger la possibilité d'un marché extérieur, le projet doit absolument se justifier par rapport au seul marché intérieur.

1.4 Recommandations pour l'Importance de la Malterie Proposée

Étant donné que l'on ne peut compter sur la vente à l'extérieur, le marché réel pour le malt rwandais est établi par la demande probable de la brasserie rwandaise. Celle-ci doit atteindre les 2.000 tonnes l'an vers le milieu des années 70s. Une malterie équipée pour ce niveau de production

peut donc être projetée; nous conseillons aussi que ce soit le cas. Pour la production de 2.000 tonnes de malt, avec 3% d'humidité, il faudra fournir 2,67 tonnes d'orge, avec 20% humidité. Une matière de la capacité envisagée pourrait vraisemblablement produire en fait jusqu'à 3.000 tonnes l'an sans dépenses supplémentaires trop importantes. La malterie projetée pourrait ainsi profiter, pourvu que la production d'orge soit suffisante, de tous les gains aléatoires.

Il y aura un seul client rwandais pour le malt, à savoir la brasserie à Gisenyi. Il faudra donc que le malt lui soit acceptable. Il ne peut être question d'autoriser l'importation, une fois la malterie construite; il faudra donc encourager la brasserie à s'engager à long terme dans la malterie du pays. Pour en être sûr, il faudrait que la brasserie participe au financement de la malterie. Dans la section 4.53, on procédera à l'examen de tous les aspects de cette proposition.

2. EVALUATION DE LA MATIÈRE PREMIÈRE

2.1 Production d'Orge - Passé, Présent et Avenir

La principale région de production d'orge au Rwanda se trouve dans le nord du pays, près de la ville de Byumba. L'orge est plantée dans une multitude de petites parcelles de terrain, environ 5000 d'après l'évaluation du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage. En général elles sont situées à une latitude élevée sur des terrains à pic. Une seule moisson est récoltée chaque année. L'orge est semée en mars et avril et on la moissonne en août et septembre.

Pendant des années jusqu'à et y compris 1967 une moitié de la moisson était achetée par la communauté locale pour servir de complément dans la préparation de la bière de sorgho, (ikigage et amarwa) et l'autre moitié par la compagnie Interbra, propriétaire d'une brasserie à Gisenyi, qui envoyait l'orge par bateau à travers le lac Kivu pour être maltée dans une malterie à cases Saladin; le malt était ensuite utilisé dans une autre brasserie appartenant aussi à Interbra à Bukavu au Congo. Cette façon d'employer l'orge continua jusqu'en 1967, époque à laquelle les malteries de Bukavu furent détruites par l'action de mercenaires. La demande d'orge cessa donc tout à coup et la production tomba de 2197 tonnes métriques, moisson record jusqu'à 163 tonnes métriques seulement, qui furent vendues exclusivement pour être utilisées pour un usage local. En 1969 la situation s'améliora un peu et 288 tonnes métriques furent produites dont 54% furent achetés par la brasserie; le reste fut écoulé sur le marché local. Le Tableau 2.1 montre la production d'orge pendant la période 1956 - 1969.

On ne dispose pas encore des chiffres pour 1970 et 1971. A vrai dire, pour la saison présente, il est impossible d'estimer quelle superficie a été plantée en orge, et le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage n'est pas en mesure de nous préciser la localisation de ces cultures. Il n'y avait pas non plus d'information concernant le stock de semences alors disponibles. Il n'y a pas de plans officiels pour l'avenir de la production d'orge, sauf ceux qui pourraient être développés d'après les conclusions de ce rapport.

Il faut remarquer qu'une grande partie de la terre qui a été initialement consacrée à l'orge est utilisée actuellement pour la culture du blé, dont le prix est approximativement égal à celui de l'orge (8 francs le kilogramme), mais dont le rendement n'est qu'environ 0,7 à 0,8 tonnes l'hectare comparé à 0,9

à 1,0 tonne par hectare dans le cas de l'orge. De ce fait les fermiers pourraient être incités à cultiver à nouveau de l'orge, bien que, de l'avis des responsables du Ministère de l'Agriculture il serait probablement impossible d'accroître la production au delà de 2.500 tonnes sans ouvrir de nouvelles régions à la culture de l'orge; dans la région au nord de Ruhengeri, par exemple (pour une autre suggestion, voir le paragraphe 2.33).

Tableau 2.1 - Production de l'Orge au Rwanda 1956 - 1969

| <u>An</u> | <u>Superficie cultivée (hectares)</u> | <u>Production (tonnes)</u> |
|-----------|---|--------------------------------|
| 1956 | - | 619 |
| 1957 | - | 1,648 |
| 1958 | - | 1,490 |
| 1959 | - | 1,425 |
| 1960 | - | 1,000 |
| 1961 | - | 307 |
| 1962 | - | 275 |
| 1963 | - | 293 |
| 1964 | - | 939 |
| 1965 | - | 1,163 |
| 1966 | 752 | 750 |
| 1967 | 1,890 | 2,197 |
| 1968 | 192 | 163 |
| 1969 | 333 | 288 |

Source - Bulletins statistiques No. 15/1967, 16/1968 et 27/1970.

2.2 Aptitude de l'Orge Rwandaise au Maltage

On a déjà fait référence au fait que avant d'effectuer des recherches à propos de ce projet, l'ONIDU avait déclaré que l'orge rwandaise était d'une qualité moyenne pour le maltage. Les responsables des Nations Unies au Rwanda l'ont aussi dit à plusieurs reprises. De leur côté les responsables du Gouvernement du Rwanda ont estimé que cette orge devait convenir au maltage puisqu'elle avait été achetée dans ce but par les malteries de Bukavu pendant des années avant leur fermeture et que les malts produits avaient été vendus à la brasserie de Bukavu. A l'encontre de ceci les responsables de la brasserie

ont soutenu que l'orge était d'une très mauvaise qualité pour le maltage et en fait qu'il avait été nécessaire de mélanger le malt produit à Bukavu à partir d'orge rwandaise avec 50 pour cent au moins de malt de haute qualité, venant d'Europe, pour obtenir des résultats satisfaisants au brassage. De plus, ils ont affirmé que l'orge qui était reçue à Gisenyi était souvent défectueuse; en particulier elle était anormalement humide, contaminée par des moisissures (*Fusarium*) et elle contenait une grande proportion de grains morts. The International Beverages Corporation (IBECOR) à Bruxelles, la compagnie mère d'Interbra, a soutenu cette critique, affirmant que, en général, le malt tiré de l'orge rwandaise avait les caractéristiques indésirables suivantes: un extrait inférieur à 79 pour cent; un niveau trop élevé de protéines; une durée de saccharification excédant 15 minutes (voir paragraphe 3.14.4); et production d'un moût opalescent (voir paragraphe 3.14.4.). IBECOR a affirmé aussi que le brassage avec du malt rwandais occasionnait des difficultés dans la filtration de la bière résultante, dont la stabilité colloïdale était mauvaise (voir le paragraphe 2.31.2), et qui avait une saveur prononcée de paille. Pour soutenir leurs affirmations, l'IBECOR a fourni des indications analytiques dans le cas de trois malts qui avaient été réellement produits à partir d'orge rwandaise à Bukavu en 1960. Cette information est donnée dans le Tableau 2.11.

Tableau 2.11 - Analyses de Malts Commerciaux Tirés de l'Orge Rwandaise à Bukavu (1960)

| | | Échantillon de Malt Numéro | | |
|-------------------------------------|-----|----------------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Humidité | % | 5,9 | 6,9 | 10,5 |
| Extrait (Mouture fine) | % | 77,1 | 77,2 | 81,3 |
| Protéine totale | % | 12,1 | 11,9 | 10,7 |
| Indice Kolbach | % | 29,0 | 31,0 | 41,0 |
| Couleur | EBC | 2,7 | 2,3 | 3,3 |
| Durée de saccharification (minutes) | | 10,0 | 10,0 | 15,0 |

Source - International Beverages Corporation. Analyses faites par Heineken's Bierbrouwerij Maatschappij NV.

Il est évident que les échantillons 1 et 2 donnaient des extraits relativement bas et de faibles indices Kolbach. Il est donc évident qu'ils étaient

insuffisamment désagrégés et pour cette raison on pouvait s'attendre à ce qu'ils causent des difficultés en brasserie. Cependant, cela ne signifie pas nécessairement que l'orge de laquelle provenaient les malts était de trop mauvaise qualité pour le maltage; cela pourrait indiquer plutôt que le maltage même de l'orge était insuffisant. Quant à la teneur en protéine de ces malts, elle est certainement plus élevée que l'idéal exigé pour le brassage, mais les résultats sont de peu d'importance quand ils sont considérés en relation avec le degré évident de sous-désagrégation des échantillons. L'échantillon 3 donnait un bon extrait et son seul défaut était dû à sa grande humidité, ce qui indique seulement que l'échantillon n'était pas suffisamment séché à la malterie, ou peut-être qu'il avait été exposé à des conditions excessivement humides (pendant une période prolongée) avant d'être analysé.

Une seconde série d'analyses fut fournie par la brasserie de Gisenyi. Celles-ci sont données dans le Tableau 2.111, et se rapportent aux échantillons d'orge qui furent prélevés dans trois régions de culture différentes, probablement pendant la récolte de 1967 puisque les analyses furent effectuées en février 1968.

Tableau 2.111 - Analyses d'Orge Rwandaise de la Saison 1967

| <u>Région de Production</u> | | <u>Mumba</u> | <u>Ufamando</u> | <u>Gungo</u> |
|-----------------------------|---|--------------|-----------------|--------------|
| Humidité | % | 15,9 | 15,0 | 15,9 |
| Protéine totale | % | 14,8 | 14,1 | 14,8 |
| Poids de Mille Grains | g | 35,6 | 38,3 | 35,6 |
| Calibrage 2,8 mm | % | 56,6 | 62,7 | 55,9 |
| 2,5 mm | | 25,8 | 22,4 | 26,0 |
| 2,2 mm | | 11,9 | 10,3 | 12,0 |
| sous 2,2 mm | | 5,5 | 4,5 | 6,0 |
| Capacité Germinative | % | 89,0 | 90,0 | 91,0 |
| Énergie Germinative | % | 82,0 | 83,0 | 84,0 |

Il est évident d'après ce tableau que chacun des échantillons avait une capacité germinative bien au-dessous du niveau de 95 pour cent, qui est normalement le minimum accepté, (voir paragraphe 2.31.1.) Mais dans ce cas également il n'est pas raisonnable de condamner cette orge pour la malterie, car il n'est pas du tout normal de trouver des grains morts sur la plante, ce qui indique probable-

ment que les grains ont été maltraités après la moisson. C'est un fait que la teneur en protéine de ces orges était élevée par rapport aux niveaux exigés par la brasserie pour des orges comme celles normalement sélectionnées pour le maltage en Europe, mais les brasseurs sont capables de traiter de malt fabriqué à partir de grain à haute teneur en protéine. Cela est devenu évident en Europe pendant cette année, alors que les brasseurs ont été obligés d'accepter du malt fabriqué avec de l'orge ayant une teneur en protéine d'à peu près 13 pour cent et ont continué de brasser de la bière normale sans aucune difficulté particulière.

On a obtenu des résultats supplémentaires de la station agricole de Byumba, donnés dans le Tableau 2.1V. Il fait référence à l'orge d'une variété inconnue recueillie dans trois régions différentes en 1954.

Tableau 2.1V - Analyses d'Orges et des Malts Dérivés, de Trois Régions Différentes de Rwanda 1955

| Échantillon Numéro | Région | | |
|------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Buhita 1 | Mariyajiro 2 | Kivuye 3 |
| <u>Analyse d'Orge</u> | | | |
| Capacité Germinative % | 98,0 | 99,0 | 98,0 |
| Énergie Germinative % | 98,0 | 99,0 | 96,0 |
| Humidité % | 11,8 | 11,6 | 12,0 |
| Protéine Totale () % | 10,9 | 12,1 | 12,7 |
| Poids de Mille Grains g | 27,6 | 32,3 | 36,6 |
| <u>Analyse de Malt</u> | | | |
| Extrait (sur mouture fine) % | 79,1 | 78,7 | 78,6 |

Source: De Clerck 16.4.55, Belgique.

Ces échantillons étaient bien vivants et ont donné, après maltage, des extraits près du niveau de 80 pour cent exigé normalement dans les spécifications de la brasserie (voir paragraphe 3.14.2). La teneur en protéine des malts était encore élevée, mais pas à l'excès.

En conclusion il semble que, sous certaines circonstances, l'orge rwandaise peut engendrer du malt d'une qualité acceptable, et que si, dans le passé, on n'a pas obtenu une telle qualité, ceci était dû ou au mauvais

traitement de l'orge après la moisson, ou au maltage insuffisamment contrôlé. Il faut admettre que relativement peu d'informations étaient disponibles concernant la qualité du malt et que notre conclusion est donc un peu incertaine. Ce qu'il est urgent d'obtenir c'est l'évaluation correcte du potentiel réel de l'orge rwandaise pour le maltage. Cette évaluation doit être entreprise par une organisation indépendante au nom du gouvernement rwandais. Cette proposition est décrite en détail dans le paragraphe 2.4.

2.3 Méthodes d'Amélioration de la Qualité et du Rendement de l'Orge.

2.31 Qualité Exigée de l'Orge

La qualité de malt pour le brassage est déterminée fondamentalement par la qualité de l'orge dont il est tiré. Les propriétés les plus importantes de l'orge brute qu'il faut considérer à cet égard sont les suivantes:

2.31.1 Capacité Germinative Comme les changements associés à la conversion de l'orge en malt ne peuvent avoir lieu sans croissance, il est essentiel que la capacité germinative de l'orge soit au moins de 95 pour cent. Ainsi, avant d'accepter l'orge pour le maltage, on mesure normalement le pourcentage de germes vivants par un simple procédé de coloration (voir paragraphe 3.41.7B)

2.31.2. Teneur en Protéine Dans le brassage, un niveau trop bas de protéine dans le malt peut causer des problèmes associés à la croissance insuffisante de la levure, tels qu'une fermentation lente, et aussi une mauvaise tenue de la mousse dans la bière qui en résulte éventuellement, c'est-à-dire une mousse faible et instable. D'autre part, si la teneur en protéine du malt est trop élevée la bière qui en résulte peut former un trouble désagréable pendant la garde, particulièrement quand elle est refroidie. Plus la teneur en protéine d'un malt est élevée, plus sa teneur en sucres sera faible, teneur dont dépend le rendement en alcool au cours de la fermentation. Aussi, puisque le pourcentage en protéine du malt dépend de la teneur initiale en protéine de l'orge de laquelle il est dérivé, il faut qu'on mesure celle-ci avec soin avant que l'orge soit achetée par une malterie. Le niveau optimum dépend dans une certaine mesure du type de bière qu'on va brasser, mais pour la bière brassée au Rwanda, il serait dans la proportion de 10 à 12 pour cent. Ainsi, avant d'acheter un lot d'orge pour le maltage, il est désirable d'obtenir une évaluation approximative de sa teneur en protéine. Cela est normalement effectué au moyen d'une analyse Kjeldahl, ou bien par une méthode colorimétrique (voir les paragraphes 3.41.11 et 3.41.11B).

2.31.3. Calibrage Les petits grains d'orge produisant du malt, dont l'extrait est relativement bas doivent être rejetés. Avant de l'accepter pour le maltage il faut donc faire passer le grain à travers une série de tamis, avec les diamètres de maille suivants: 2.8, 2.5 et 2.2 mm. Au moins 80 pour cent des grains doivent

se classer dans les deux premières catégories. Si plus de 5 - 6 pour cent des grains passent au travers du tamis le plus petit, l'orge est habituellement rejetée. Un procédé simple pour mesurer le pourcentage de grains qui se classent dans les diverses catégories est décrit dans le paragraphe 3.41.3.

2.31.4. Humidité Pour évaluer la teneur en protéine de l'orge (évaluée en matière sèche), il faut mesurer l'humidité du grain. Cela peut être effectué au moyen d'un appareil électrique standard (voir le paragraphe 3.41.10B). En général, le grain ayant une humidité supérieure à 23 pour cent environ n'est pas normalement accepté pour le maltage.

2.31.5. Poids de Mille Grains Les poids de mille grains d'orge doivent être compris d'entre 35 et 45 grammes, exprimés en matière sèche. En règle générale, l'extrait qui peut s'obtenir du malt s'accroît avec le poids de mille grains de l'orge dont il est dérivé. Ainsi, plus cette propriété particulière du grain est élevée, plus grande est la valeur d'une orge pour le maltage.

2.31.6. Intégrité L'orge ne doit pas être cassée ou blessée car l'endosperme, qui contient l'amidon, pourrait se perdre pendant le maltage. De plus, la présence de grains endommagés est indésirable car ils sont susceptibles de moisir pendant le maltage, et ainsi d'endommager le malt. On a souvent des grains blessés quand la pluviosité est élevée peu de temps avant la récolte.

2.31.7. Odeur Une odeur de moisi est un signe que l'orge a été stockée dans des conditions humides. Un tel grain est sujet à donner de mauvais résultats au maltage.

2.31.8. Couleur L'orge doit avoir une couleur claire et ne doit pas présenter de taches, signes d'infection microbienne, ce qui peut facilement conduire à une mauvaise qualité de maltage.

2.31.9. Vitrosité L'orge vitreuse est reconnue à l'apparence grisâtre et lustrée de l'endosperme. (voir figure 4). Une telle orge qui présente fréquemment une teneur élevée en protéine dans le grain, est souvent difficile à malter par rapport à l'orge non vitreuse, et il faudra l'éviter si possible. Une méthode d'évaluer le degré de vitrosité est décrite dans le paragraphe 3.41.6).

2.31.10 Grains Pré-germés Les grains d'orge sont sujets à commencer à germer dans l'épi si le grain, dont la maturité s'est effectuée sur champ, est soumis à des conditions humides avant qu'il puisse être récolté. La présence de tels grains prégermés dans un lot d'orge par ailleurs de saine qualité est indésirable, parce que leur capacité germinative s'abaisse rapidement pendant leur stockage, et parce qu'ils meurent rapidement dans les conditions de trempage nécessaires pour permettre la germination de grains normaux. Si plus que 5 pour cent de ces grains se trouvent dans l'orge, l'échantillon ne convient pas au maltage.

2.31.11 Graines étrangères L'orge ne doit pas contenir plus d'un

pour cent de graines étrangères, ou 0.5 pour cent de barbes, car ceux-ci n'ont pas de valeur au maltage.

2.31.12 Uniformité Lors du maltage, pour obtenir les meilleurs résultats, il faut adapter les conditions de traitement aux propriétés de l'orge. Il est donc important, quand on va malter une quantité substantielle d'orge en une fois, comme cela est normal en malterie, que la variation soit aussi faible que possible entre les propriétés physiques et les propriétés germinatives du lot.

2.32 Programme recommandé pour atteindre la Qualité Exigée

Après avoir exposé précédemment les qualités qui sont souhaitables pour une orge de malterie, on peut passer maintenant aux mesures nécessaires pour le maltage. Il faut souligner, cependant, que nous disposons de très peu d'informations au sujet des conditions de récolte, etc; et nous n'avons réussi à obtenir qu'un seul échantillon d'orge pas mûre pour examen.

Tout d'abord il n'existe pas actuellement de contrôle des conditions de séchage de l'orge, dont l'humidité est abaissée en l'étendant au soleil. La teneur en humidité de l'orge n'est pas mesurée ni avant ni après le séchage. De plus, il n'existe pas de procédé recommandé pour conserver l'orge séchée. Il est évident que cet état de choses n'est pas satisfaisant et apporte une justification aux plaintes des responsables de la brasserie au sujet de lots humides et contaminés par des moisissures reçus à Gisenyi. Une des premières mesures que le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage doit prendre, avant qu'un programme de maltage puisse être heureusement lancé serait de souligner devant la communauté agricole l'importance du séchage de l'orge jusqu'à un faible niveau d'humidité (12 pour cent) avant de la stocker. Alternativement et cela serait probablement une meilleure solution, toute l'orge devrait être livrée à un dépôt central immédiatement après la moisson, ou on pourrait faire des mesures rapides pour déterminer la capacité germinative de l'orge, son humidité et sa teneur en azote. Au dépôt l'orge serait mise dans des sacs et transportée rapidement aux malteries pour être séchée. De cette façon il devrait être possible de s'assurer que l'orge saine n'est pas endommagée entre la moisson et le séchage. Il serait possible aussi de prélever des échantillons d'orge dans les différentes régions de production, pour examiner en détail leurs qualités physiques, germinatives et chimiques, comme cela est souligné dans le paragraphe 2.31 ci-dessus, et pour établir ainsi leurs aptitudes au maltage. Cette connaissance mènerait par degrés à une identification des régions de culture les plus favorables et elle révélerait les régions où une aide urgente est nécessaire pour améliorer les techniques de production.

Deuxièmement le désir d'atteindre un niveau optimum de protéine pose un problème complexe, lié principalement aux conditions du terrain et du climat, mais qui est beaucoup influencé par d'autres facteurs, comme, par exemple, l'époque des semailles, la récolte précédente, la variété etc. Nous recommandons que le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage augmente ses services de la station agricole de Byumba en engageant un agronome supplémentaire. Celui-ci devrait avoir une connaissance spécialisée dans le domaine de l'orge pour examiner le problème à fond. Il devrait analyser statistiquement les résultats obtenus pendant quelques années sur les superficies expérimentales qui, selon les recommandations, devraient être cultivées (voir le paragraphe 2.11).

En ce qui concerne l'emploi de différentes variétés d'orge en relation avec les niveaux stipulés de protéine, il serait utile tout d'abord pour déterminer les échantillons méritant d'être étudiés de demander conseil au comité des orges de la Convention européenne de brassage.*

2.33 Le Rendement de l'Orge

Le rendement de l'orge au Rwanda est avec les méthodes actuelles de culture, normalement de l'ordre de 0,9 à 1,0 tonnes métriques l'hectare, ce qui est un peu plus bas que le rendement de 2,5 tonnes qui peut être obtenu au Kenya,** et substantiellement inférieur aux rendements de 4 tonnes à l'hectare qui sont communément obtenus en Europe.

Quelques essais pour améliorer le rendement ont été effectués au Rwanda. Par exemple, quelques essais entrepris près de Byumba au début des années 60 ont démontré qu'il serait possible d'augmenter le rendement de l'orge de 1,150 à 2,257 kg/ha en augmentant la quantité de semence de 70 à 100 kg/ha. Cela est illustré dans le Tableau 2.V.

Tableau 2.V - Variation du Rendement en Orge en Fonction de la quantité de Semences

(Source: Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage)

| Variété d'Orge | Quantité de Semence (kg/ha) | Rendement kg/ha |
|----------------|--------------------------------|--------------------|
| Kenia | 70 | 1,150 |
| Research | 80 | 1,172 |
| Glacier | 90 | 1,156 |
| Germain | 100 | 2,257 |

* La Correspondance devrait être adressée en premier lieu au Président, Ir. W. Wilten, c/o NIBEM-TNO, Polderstraat 10, Rotterdam 25, Hollande.

** Information du National Institute of Agricultural Botany, Cambridge, England.

Des essais ultérieurs, à petite échelle ont été effectués en 1967, 1968 et 1969; parmi lesquels seuls ceux de 1967 ont vraiment réussi; un rendement aussi haut que 2,589 kg/ha ayant été enregistré pour la variété Research. La liste complète des résultats est donnée dans le Tableau 2.V1.

Tableau 2.V1 - Rendements des Orges des Parcelles Expérimentales, 1967/1968

| <u>Variété d'Orge</u> | <u>Rendement</u> <u>kg/ha</u> | Notes: Densité de Semencement - 100 kg/ha |
|-----------------------|----------------------------------|--|
| Research | 2,589 | Semailles - 31 Oct.67 Récolte - 27 Mars.68 |
| Sabsum | 2,500 | Étendue des Parcelles - 28 m ² Station - Rwerere |
| Gena | 2,411 | Source : Rapport Annuel 1968. Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda. |
| 4,229-1-12 | 2,054 | |

Il est intéressant de noter que les séries de 1964 ont fourni des résultats désastreux - ce qui était dû à une saison sèche, tandis que celles de 1969 donnaient pour la plupart des résultats médiocres à cause du mauvais état du terrain. Les essais de 1969 sont détaillés dans le tableau 2.V111.

Tableau 2.V111 - Rendement d'Orges des Parcelles Expérimentales, 1969.

| <u>Variété d'Orge</u> | <u>Rendement</u> <u>kg/ha</u> | Notes: Densité de Semences - 100 kg/ha |
|---------------------------|----------------------------------|---|
| 1. 4,229-1-12 | 2,012 | Semailles - 15 Avril 70 Moisson - 19 Sept. 70 Étendue de Parcelles- 8m ² |
| 2. Gerste kork perle | 1,387 | Rapport Annuel 1970. Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda. (pas publiée) |
| 3. Sommergerste fresia | 1,225 | |
| 4. Sabsum | 1,012 | |
| 5. Research | 0,960 | |
| 6. Gerste- starkness | 0,887 | |
| 7. Gena | 0,512 | |
| 8. Brevia | 0,225 | |
| 9. Wisa | 0,100 | |
| 10. Union | 0,037 | |

Le directeur de l'ISAR (Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda)

malgré son avis évident que de telles épreuves étaient d'une importance fondamentale comme moyen d'amélioration des rendements, exprima son inquiétude sur le fait qu'elles n'avaient pas été exécutées dans des conditions suffisamment contrôlées; et constata que, à son avis, l'exactitude des résultats présentées dans les Tableaux 2.V1 et 2.V11 était douteuse.

Un moyen possible pour augmenter la production d'orge dans une région donnée serait de cultiver deux moissons - ce qui est déjà le cas pour le blé. Jadis apparemment on avait essayé cette méthode avec l'orge mais l'idée fut abandonnée à cause d'une grande importance de la pré-germination dans la récolte d'octobre et de mars. La pré-germination, cependant dépend de la variété de l'orge. Il vaudrait donc la peine à la fois d'obtenir une sélection d'orges connues pour être résistantes à la prégermination et d'effectuer une série d'essais pour trouver une variété adaptée aux conditions de la saison de culture d'octobre à mars. Il serait utile dans ce cas aussi de demander conseil au comité des orges de la Convention Européenne de Brasserie.

Enfin il faut faire mention d'un autre aspect de la production de l'orge qui concerne à la fois sa qualité et son rendement. Il est convenu que 6 - 7000 hectares d'un terrain actuellement marécageux, sont en cours de récupération dans la zone de culture de l'orge. Ce terrain est destiné à l'élevage et aux cultures fourragères, mais seulement 5 - 6000 hectares seront nécessaires dans ce but. Il est donc intéressant d'envisager la possibilité de réserver la surface restant pour la culture d'orge. Cela permettrait un contrôle du rendement et de la qualité de l'orge qu'on ne peut pas obtenir facilement dans les circonstances actuelles, et c'est là un projet qui s'imposera sans doute à la brasserie si ses responsables acceptent de dépendre de la production domestique pour la majeure partie de leurs fournitures de matière première.

2.4 Essais recommandés pour l'orge

Il découle de la discussion précédente qu'il existe un manque d'informations prononcé sur la qualité au maltage de l'orge rwandaise, et que les informations dont on dispose ont été fournies par la brasserie pour montrer que l'orge cultivée dans cette région ne convient pas en fait au maltage. Il est donc évident que, avant qu'on puisse entreprendre un projet de maltage avec confiance, ou qu'on puisse commencer à calculer précisément la véritable valeur, en termes de brasserie, du malt dérivé de l'orge rwandaise il sera

nécessaire de faire une série d'essais détaillés. Nos propositions à cet égard sont les suivantes:

- i) Collecter 10 échantillons moyens d'orge dans 10 régions de culture bien réparties, au moment de la récolte. Cette opération devrait être surveillée par un responsable du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, qui noterait périodiquement en chaque lieu l'état de l'orge relatif - à l'incidence de maladies, la longueur de la paille, la verse, le tallage, les taches et la prégermination. Ce représentant observerait aussi les variations de climat pendant la période de germination, les conditions du sol et le rendement de l'orge, notant en particulier les variations que se produisent en fonction de la direction et de la pente des parcelles.
- ii) Après la récolte, mesurer l'humidité de l'orge battue, qui devrait être séchée ensuite dans un courant d'air chaud (n'excédant pas 40°) jusqu'à ce que son humidité soit abaissée à 12 - 14 pour cent, puis gardée dans des récipients à l'abri de l'air.
- iii) Sur l'orge séchée, effectuer les analyses suivantes (voir le paragraphe 3.41)
 - a) Tout de suite:

Essais de Germination

Capacité germinative

Énergie germinative

Sensibilité à l'eau

Essais Physiques

Poids de mille grains

Triage

Grains cassés

Semences étrangères

Vitrosité

Essais Chimiques

Humidité

Azote total (Protéine % = Azote x 6.25)

- b) Toutes les deux Semaines (jusqu'à ce que l'énergie de germination ait atteint les niveaux indiqués)

Essais de Germination

Énergie germinative (95%)

Sensibilité à l'eau (80%)

On pourrait facilement exécuter les essais ci-dessus au Rwanda, et probablement avec la plus grande commodité, à l'ISAR. Quand les orges auraient perdu leur dormance, c'est-à-dire, quand l'essai d'énergie germinative donne un résultat de 95%, ou plus, des essais de maltage devraient être exécutés pour observer les conditions optima de trempage compatibles avec une germination totale et rapide et complète. Les malts qui résulteraient seraient analysés par des méthodes standards de l'EBC pour:

| | |
|---|------|
| Extrait (mouture fine) | % |
| Extrait (mouture grossière) | % |
| Différence - mouture fine/mouture grossière | % |
| Protéine total | % |
| Protéine soluble | % |
| Indice Kolbach | |
| Pouvoir diastatique | °W-K |
| Couleur | °EBC |
| Humidité | % |

Les essais de maltage ci-dessus exigent des équipements techniques spéciaux, et la meilleure solution probablement au début, c'est qu'ils soient menés dans un laboratoire correctement équipé et ayant une expérience dans ce domaine.

Tous les essais devraient être exécutés en double pendant une période de trois années, et pourraient comprendre une étude de nouvelles variétés.

A peu près 1 kg. d'orge doit être mis à côté pour les analyses d'orge, et 5 kg. pour le maltage. Ainsi, pour un essai, le besoin total en orge serait de 6 kg., sans tenir compte de 1 kg. environ de semence, dont on aurait besoin pour la récolte de la saison suivante. Si nous retenons un besoin de 10 kg. pour couvrir toutes éventualités, et un rendement d'une tonne d'orge par hectare, la superficie de chaque parcelle devrait être par conséquent de 100 mètres carrés.

Quand les essais seront terminés et qu'on saura mieux quelles sont les meilleurs regions de culture, il faudra augmenter les trois récoltes les plus importantes au cours des deux saisons suivantes, de façon à assurer une rentrée adéquate de grains pour procéder ensuite à des essais de brasserie à petite échelle sur le malt. Dans ce but, il faudrait aggrandir à les terrains jusqu'à 150 m².

Par les informations obtenues au moyen des essais ci-dessus, il devrait être possible d'évaluer assez justement le potentiel de l'orge rwandaise pour le maltage, et de juger la qualité du malt dérivé de telle orge, par rapport à sa valeur au brassage. A ce moment on serait bien placé pour décider si on va poursuivre ou non ce projet de maltage comme il était envisagé préalablement aux recherches actuelles.

3. ÉTUDES TECHNIQUES

3.1 Description du Procédé de Maltage

3.1.1. Principes Généraux

La série d'événements qui aboutit à la production de malt d'orge par des moyens conventionnels est, en raccourci, la suivante: l'orge est trempée dans l'eau à une température comprise entre 13° et 20°C, pour élever son humidité à 44-46 pour cent. Puis l'eau est évacuée et l'orge mise à germer à 15° - 20°C pendant 4 - 6 jours dans une case ouverte sur une épaisseur d'environ 1 m. L'activité respiratoire du grain pendant cette période produit une quantité considérable de chaleur. La case de germination est donc pourvue d'un faux fond perforé, au travers duquel de l'air amené à température et humidifié comme il convient est envoyé pour maintenir la température et l'humidité de l'orge aux valeurs exigées. Ce courant d'air sert aussi à enlever le gaz carbonique de respiration, qui, si on le laissait s'accumuler, affaiblirait sérieusement le processus normal de croissance. Le développement de l'orge pendant la germination^{est} accompagné par la fermentation de radicules. Celles-ci, si on n'y remédie pas, s'emmêlent rapidement et transforment le lit de grains en une masse solide et impénétrable. En conséquence, il est nécessaire de retourner les grains de temps en temps, et dans ce but, l'équipement de germination comprend des retourneurs mécaniques ou bien c'est l'ensemble de l'équipement qui peut tourner si cet équipement prend la forme d'un tambour fermé, ce qui est quelque-fois réalisé.

Quand le processus de germination est terminé, l'orge est séchée jusqu'à ce que son humidité soit de 3 - 5 pour cent. C'est la dernière phase du procédé de séchage qui donne au malt sa saveur caractéristique et favorise la formation de couleur dans le produit. En apparence le malt, quand les radicules mentionnées ci-dessus ont été enlevées, ressemble beaucoup à l'orge. En texture, cependant, il montre une différence marquée avec l'orge brute. Ainsi, tandis que les grains d'orge sont durs, et ne donnent pas facilement de l'extrait avec de l'eau, le malt est une matière friable, qui est facilement écrasé et qui, par traitement avec de l'eau donne, sous des conditions convenables, un extrait qui contient à peu près 80 pour cent de son poids sec. La conversion de l'orge en malt, quand elle est considérée en ces termes, est appelée en règle générale 'la désagrégation'.

Le procédé de maltage sera maintenant discuté plus en détail, et

considéré d'un point de vue pratique depuis le moment auquel l'orge est livrée à la malterie jusqu'à celui où le malt final est déchargé pour livraison en brasserie.

3.12 Série d'Opérations en Malterie

3.12.1. Livraison de l'Orge Au Rwanda, l'orge serait probablement livrée à la malterie dans des sacs. Elle serait soumise à la série d'opérations suivantes:

3.12.2. Pesage Ceci serait effectué par déchargement des sacs du camion de livraison, et pesage de l'orge en lots. Une méthode plus perfectionnée serait de peser le camion avant et après déchargement de l'orge, mais on considère ce système comme trop chère pour la quantité d'orge relativement faible qui pourrait bien passer par la malterie à toute saison.

3.12.3. Échantillonnage Un échantillon moyen doit être pris sur chaque chargement de sacs. Ceci est effectué en prélevant des échantillons sur 10 pour cent des sacs au moyen d'une sonde à échantillons, de préférence d'un modèle subdivisé en compartiments et prévue pour que la sonde puisse être introduite fermée dans le grain, puis ouverte, et refermée avant d'être retirée. Quand il y a plus de 100 sacs, le nombre à échantillonner est obtenu en prenant la racine carrée du nombre de sacs. Les échantillons bien mélangés sont passés au travers d'un séparateur d'échantillons, et réduits à environ 500 g. Cet échantillon doit être transféré tout de suite dans un récipient imperméable à l'air. Ensuite il est utilisé pour:

- i) une vérification rapide de l'humidité au moyen d'un compteur d'humidité diélectrique (voir paragraphe 3.41.10B)
- ii) une évaluation rapide de la capacité germinative de l'orge au moyen du vitascope (voir le paragraphe 3.41.7B)
- iii) une évaluation de l'azote par la technique colorimétrique (voir le paragraphe 3.41.11B)
- iv) un bref examen de la couleur, de l'odeur et de l'uniformité de la livraison.

Une partie de l'échantillon serait mise de côté pour les essais suivants plus exacts, effectués au laboratoire:

- v) humidité (voir le paragraphe 3.41.10A)
- vi) azote total (voir le paragraphe 3.41.11A)
- vii) poids de mille grains (voir le paragraphe 3.41.2)
- viii) triage (voir le paragraphe 3.41.3)
- ix) grains cassés (voir le paragraphe 3.41.4)
- x) graines étrangères (voir le paragraphe 3.41.5)
- xi) vitrosité (voir le paragraphe 3.41.6)
- xii) capacité germinative (voir le paragraphe 3.41.7A)

3.12.4. Nettoyage et Calibrage Si possible, il vaut mieux exécuter ces opérations avant de stocker l'orge. Elles comprennent l'enlèvement de la poussière, des particules de fer et acier (par séparateur

magnétique), des pierres, grains cassés, et semences étrangères. Quand l'orge passe par les appareils de nettoyage, de petits échantillons doivent être pris pour vérifier le bon fonctionnement de l'installation. L'orge est calibrée, et les grains qui passent au travers du tamis de 2,2 mm sont rejetés. On peut employer ceux-ci comme aliment pour le bétail.

3.12.5. Séchage Pour un bon stockage, il faut que l'orge soit séchée jusqu'à ce que son humidité ait été réduite à 12 - 14 pour cent. Ceci est effectué le plus commodément dans la même installation dans laquelle le malt est touraillé. Les conditions de séchage sont d'importance, car une température trop élevée peut endommager l'embryon (c'est-à-dire, la partie du grain qui germe, voir Figure 4), et ainsi réduire sa capacité de germination. La température maximum de l'air utilisé dans le processus de séchage est de 40°C environ. Indépendamment de la réduction d'humidité de l'orge, le séchage à cette température a l'avantage supplémentaire de diminuer la dormance (voir le paragraphe 3.12.8.)

3.12.6. Stockage L'orge doit être ensuite stockée dans des silos ou en grand tas sur une surface plate. Dans chaque cas, l'orge doit être convenablement ventilée. Comme protection contre les infestations par insectes, il est de la plus haute importance d'observer une bonne hygiène. Il est essentiel dans les zones de stockage d'orge d'effectuer un programme régulier de nettoyage pour enlever les accumulations de poussière, débris et débordement, ce qui empêchera le déroulement complet du cycle d'évolution (en règle générale une période de quelques semaines) de la plupart des insectes qui se trouvent dans des réserves d'orge (et de malt). Il est utile aussi d'entasser l'orge ensachée sur des palettes, pour tenir les sacs éloignés des murs, et aussi de sources de chaleur. Les sacs vides, au retour d'autres lieux devraient être désinfectés par la chaleur ou par fumigation avant d'être réutilisés, ou stockés près de marchandises susceptibles d'être infestées. Beaucoup de méthodes chimiques pour lutter contre les insectes sont actuellement disponibles. Parmi celles-ci sont probablement les insecticides de contact qui conviennent le mieux en malterie. Un tel insecticide qui se prêterait bien à l'emploi au Rwanda est le pyréthre. Ainsi, les dommages aux marchandises ensachées peuvent être dans une large mesure évités si on arrose les sacs régulièrement avec 1,3 pour cent^{de} pyréthre dans de l'huile blanche technique toutes les trois semaines, ou en faisant une fumigation dans les locaux de stockage deux ou trois fois par semaine. L'emulsion ou la poudre ajoutée à l'orge pendant le remplissage d'un silo reste actif pendant une période pouvant atteindre douze mois. En ce qui concerne l'équipement nécessaire à l'application de l'insecticide, pour l'usage général dans la malterie, un vaporisateur d'une capacité de un ou deux gallons conviendrait probablement le mieux.

3.12.7 Transport à l'Intérieur de la Malterie Il est habituel de transporter l'orge d'un point à un autre dans la malterie au moyen de transporteurs et élévateurs mécaniques. Alternativement, elle peut être transportée dans des sacs.

3.12.8. Test de Dormance L'orge fraîchement récoltée présente souvent une dormance, état dans lequel les grains tardent à germer ou même ne se développent pas pendant le processus normal, après les méthodes conventionnelles de trempage. On peut reconnaître deux sortes de dormance: la dormance profonde et la sensibilité à l'eau. Dans la dormance profonde l'orge ne se développe pas du tout quand elle est humidifiée, à moins que, par exemple, l'enveloppe ne soit enlevée pour dévoiler l'embryon. En général, cette sorte de dormance ne présente pas de problème sérieux au maltage, car elle disparaît après six ou huit semaines, ou même plus vite si l'orge a été séchée dans de l'air à 40°C. L'orge qui s'est développée dans des conditions relativement humides, particulièrement au moment de la moisson, présentera habituellement l'autre sorte de dormance, qu'on appelle la sensibilité à l'eau. On peut reconnaître une telle orge grâce au fait qu'elle ne se développe pas quand son humidité est obtenue par une immersion ininterrompue dans l'eau; mais peut germer d'une manière satisfaisante si le trempage est interrompu de temps en temps et l'orge exposée à l'air. Cette méthode de trempage est appelée "le procédé air-rest". L'orge sort généralement de l'état de sensibilité à l'eau au bout de trois ou quatre mois de stockage. Évidemment, il est nécessaire de savoir avant le maltage a) si la dormance profonde a disparu, et b) combien l'orge est sensible à l'eau, pour prévoir le diagramme de trempage en relation avec la durée optimum d'immersion dans l'eau et de l'exposition à l'air pour assurer une germination maximum. On peut obtenir cette information par le moyen de deux simples épreuves de germination a) l'épreuve "4 ml", qui indique ce qu'on appelle l'énergie germinative de l'orge, et b) l'épreuve "8 ml" qui mesure la sensibilité à l'eau (voir les paragraphes 3.41.8. et 3.41.9.).

3.12.9. Trempage L'étape suivante consiste à sortir l'orge qu'on a tenue en réserve, de prélever un échantillon pour déterminer l'humidité (voir paragraphe 3.41.10) et de la peser dans une cuve circulaire, conçue avec un fond en forme d'étonnoir, qui contient l'eau de trempage, dont la température devrait être entre 15 - 20°C. Peu de temps après le commencement du trempage on ajoute de l'eau par le fond de la cuve pour évacuer par flottation les corps étrangers tels que barbes, et graines étrangères qui ont échappé au tamisage. La cuve de trempage est pourvue de trous d'aération et périodiquement l'orge est brassée pour, premièrement, faciliter l'enlèvement d'autres corps étrangers, et deuxièmement pour permettre une absorption uniforme de l'eau par l'orge. Si on emploie la méthode de trempage ininterrompu l'eau est généralement changée deux ou trois fois. Si le procédé "air-rest" est employé l'orge peut être exposée à l'air pendant une soit pendant deux périodes. Un modèle des conditions optima de trempage est obtenu au moyen d'essais de micromaltage (voir le paragraphe 3.44) qui servent aussi à fournir d'utiles informations sur les conditions optima de la phase de germination qui vient ensuite. Pendant que les grains sont exposés à l'air dans la cuve de trempage, l'activité respiratoire des germes conduit à la formation de gaz carbonique, qui, si on le laissait s'accumuler, asphyxierait les grains et affaiblirait la germination. Les cuves de trempage sont donc pourvues d'équipement permettant d'aspirer l'air (1,4 m³/min par tonne d'orge originale) à travers le lit de grains pour enlever le gaz carbonique.

et la fréquence de cette opération dépend de l'activité des grains, c'est-à-dire que, plus rapidement les grains germent, plus grande sera la production de gaz carbonique et en conséquence, plus fréquent sera le besoin d'utiliser l'installation d'aspiration.

3.12.10 Germination Quand l'humidité des grains a été élevée à un niveau satisfaisant par le trempage, on transfère les grains au compartiment de germination, qui se trouve le plus convenablement place directement sous la cuve de trempage. Ce compartiment prend normalement la forme d'une simple case oblongue, construite soit en béton soit en acier, et pourvue d'un faux fond perforé, sur lequel les grains sont déposés sur une épaisseur de 0,75 à 1,0 m. Il est habituel de maintenir ce lit de grains à une température de 15 - 20°C. Ainsi, à cause de l'activité respiratoire continuée et intensifiée, et du dégagement d'une quantité considérable de chaleur qui l'accompagne (à peu près 200 k.cal. par kilo d'orge), il est nécessaire de ventiler les grains sans interruption avec de l'air froid (à peu près 11m³/min par tonne d'orge originelle), qui doit être aussi humidifié comme il convient pour réduire la perte d'humidité au minimum. Malgré tout, un certain degré d'évaporation d'eau est inévitable, et il faut souvent arroser les grains périodiquement. Il est nécessaire aussi, de temps en temps, de retourner les grains, pour que les radicelles qui se développent ne s'emmêlent pas. Dans ce but, la case est normalement équipée d'un appareil spécial à retourner, qui consiste en un système de vis hélicoïdals verticales, raccordées à une machine qui enjambe la section étroite de la case. Cette machine est capable d'avancer le long de la case sur des rails fixés aux murs de côté. Elle est utilement équipée d'un système d'arrosage destiné à maintenir le niveau désiré d'humidité des grains, comme décrit ci-dessus.

Pendant la germination, il faut surveiller constamment la température des grains et des échantillons doivent être prélevés de temps en temps pour mesurer i) humidité et ii) extrait (voir respectivement les paragraphes 3.42.1. et 2) Il faut aussi vérifier régulièrement la pression statique et l'humidité de l'air qui est envoyé dans le lit de grains.

3.12.11. Tourailage Quand le grain ou malt vert comme il est habituellement nommé à ce stade, est désagrégé de façon satisfaisante, ce qui est jugé par le niveau d'extrait obtenu, il est transféré sur le fond perforé d'une touraille (voir le paragraphe 3.2) ou son humidité est réduite à 3 - 4 pour cent au moyen d'air chaud en 24 heures environ. Le tourailage des grains sert à i) arrêter la germination ii) réduire l'humidité des grains à un niveau qui permette de les stocker dans de bonnes conditions et puis de le moudre en brasserie et iii) donner au malt sa saveur et sa couleur caractéristiques, exigés par le brasseur.

C'est une partie importante du tourailage d'exercer un contrôle précis de la température, qu'il faut, pour les premières étapes, maintenir à un niveau bas (environ 50°C) pour ne pas endommager les propriétés du malt qui facilitent un bon rendement en extrait en brasserie. Quand l'humidité du malt est tombée en dessous de 10 pour cent environ, la température peut atteindre, sans risque, 75 - 80°C pour engendrer la formation du couleur et de saveur. A la fin du

touraillage, on arrête le chauffage, et on envoie de l'air froid au travers du grain pendant 20 - 30 minutes.

3.12.12 Manutention et Stockage du Malt Touraillé Le malt touraillé est déchargé dans une trémie située sous le faux fond de la touraille. Puis, il est transporté vers un tamis où les radicules sont enlevées. Cette opération est effectuée dans un délai aussi court que possible après le touraillage, car i) c'est une aide additionnelle au refroidissement des grains ii) les radicules sont très hygroscopiques, et il est plus facile de les enlever quand elles sont encore sèches. Le malt net est pesé. Comme il est également hygroscopique, il est stocké dans des silos étanches à l'air. Avant de le transférer dans les silos, cependant, il est important de s'assurer que la température du malt est inférieure à 32°C, environ, précaution qui minimise le développement ultérieur de couleur, et d'autres changements dans la composition du malt, qui pourraient réduire sa capacité à donner de l'extrait en brasserie.

Le produit final est éventuellement pesé et mis dans des sacs doublés de polythène pour livraison au client.

3.12.13 Évaluation et Contrôle de la Freinte de Maltage Pendant la transformation de l'orge en malt, il y a une perte inévitable de poids sec des grains. On explique ceci par i) la dissolution de substances diverses dans l'eau de trempage ii) l'évacuation du gaz carbonique et de l'eau, qui accompagnent l'activité respiratoire iii) la croissance des radicules qui sont enlevées après le maltage, et ne possèdent aucune valeur pour le brassage.

Evidemment, il est désirable de réduire ces pertes au minimum. Collectivement elles s'appellent 'la freinte de maltage', ce qu'on définit comme le pourcentage de matière sèche perdue, calculé sur la base du poids d'orge sèche initialement utilisé pour le maltage, c'est-à-dire

$$\frac{\text{Poids d'orge sèche} - \text{poids de malt sec}}{\text{poids d'orge sèche}} \times 100$$

La freinte au maltage doit être mesurée régulièrement, et dans un maltage classique ne devrait pas excéder 6 à 8%. Des valeurs plus élevées que celles-ci indiquent généralement qu'un contrôle insuffisant a été exercé sur le déroulement du processus de germination, en ce qui concerne la température et la teneur en humidité du grain. Il doit être noté que la freinte au trempage est généralement faible, environ 1%, et peut être négligée.

3.13 Développements Modernes dans le Maltage

Pour améliorer l'efficacité du procédé de maltage, il est possible de traiter les grains avec des additifs divers, dont les deux le plus souvent utilisés sont i) l'acide gibbérellique et ii) la bromate de potassium. Le premier composé, hormone végétale naturelle, peut être appliqué sur les grains,

soit en l'ajoutant à l'eau de trempage, auquel cas on utilise au taux de 0,1 à 0,5 p.p.m. (par rapport à la matière sèche de l'orge trempée), soit en arrosant l'orge trempée avec cet additif quand elle est transportée vers la case de germination, ou dans la case de germination elle-même. Pour cette dernière méthode d'application, le taux optimum d'utilisation est de 0,025 à 1,0 p.p.m. (par rapport à la matière sèche de l'orge trempée). L'acide gibbérellique a pour effet de raccourcir la période nécessaire pour atteindre une totale désagregation et, par conséquent, d'augmenter la capacité de la malterie. Les facteurs qui limitent son usage sont son prix relativement élevé (FRw 150 par g.) et des augmentations marquées, tant de la protéine soluble que de la couleur du malt quand l'additif est employé à des doses qui excèdent celles citées ci-dessus.

Le bromate de potassium peut être employé soit seul soit conjointement avec l'acide gibbérellique. Ajouté à l'eau de trempage (400 p.p.m.) ou appliqué sous forme de solution d'arrosage (250 p.p.m.), il réduit la production de protéine soluble et, en inhibant partiellement la croissance des radicelles, il aide à réduire la freinte de maltage. Il n'est pas cher, mais son usage est protégé par des brevets, cependant il est improbable que ceux-ci soient en vigueur au Rwanda.

3.14 Caractéristiques du Malt à Produire

Les caractéristiques du malt dépendent de la sorte de bière qu'on désire brasser. Pour la bière "lager" telle qu'on la fabrique au Rwanda, les éléments les plus importants sont les suivants:

3.14.1. Humidité Elle ne doit pas être supérieure à 5,0 pour cent, et, de préférence, être inférieure à 4,5 pour cent, car du malt qui contient plus d'eau peut conduire à des problèmes au brassage, en particulier pour la mouture, quand on a réglé les moulins pour atteindre un degré optimum d'écrasement permettant un empatage efficace.

3.14.2. Extrait (Mouture Fine) La quantité d'extrait qui peut être obtenue à partir d'une quantité donnée du malt détermine la quantité de bière à une densité spécifique qui peut être produite. Ainsi pour le brasseur il est d'une importance économique considérable que le malt produise le maximum d'extrait possible, et, en règle générale, un extrait minimum de 80 pour cent est exigé.

3.14.3. La Différence entre Mouture Fine et Mouture Grossière Bien que l'extrait de la mouture fine atteigne normalement une valeur maximum après environ trois jours de traitement, le développement de l'extrait d'une mouture grossière est un peu plus lent, et approche la mouture fine seulement quand le malt est bien désagrégé. Le brasseur se sert ainsi de la différence entre les extraits fine-

mouture et mouture grossière pour mesurer le degré de désagrégation du malt, et il est spécifié normalement que cette différence ne doit pas être supérieure à 2,5 pour cent.

3.14.4. Durée de Saccharification L'évaluation de la durée de saccharification nous donne une indication de l'activité amylolytique du malt duquel dépend la dissolution de l'amidon pendant l'empâtage. Une durée de saccharification qui excède 15-20 minutes indique que le malt est insuffisamment désagréé, ou peut-être bien désagréé mais mal touraillé.

3.14.5. Vitesse de Filtration La vitesse de filtration du mout, après l'empâtage est aussi fonction, dans une certaine mesure, du degré auquel le malt originel a été désagréé. Pour un lot suffisamment désagréé, la durée de filtration complète ne doit pas excéder une heure.

3.14.6. Protéine Soluble Totale Comme on l'explique dans le paragraphe 2.31, la teneur en protéine d'un malt est particulièrement significative en ce qui concerne plusieurs aspects du brassage. Le pourcentage de protéine dissoute pendant le processus d'empâtage doit être entre 4,0 et 4,7%.

3.14.7. Indice Kolbach Beaucoup de brasseurs sont de l'avis que la proportion de protéine soluble totale par rapport à la teneur totale en protéine du malt (cité normalement en pourcentage) est une indication supplémentaire du degré de désagrégation des grains, et ils considèrent que le malt est acceptable pour le brassage si la valeur de cette proportion (l'Indice Kolbach) est dans la gamme 35 à 41 pour cent.

3.14.8. Couleur La bière lager a pour caractéristique une couleur claire. Pour réussir à produire une bière de ce type, il est nécessaire que le malt engendre un mout dont la couleur n'excède pas 3,0 unités EBC.

3.14.9 Clarté Bien qu'il n'existe pas de corrélation positive entre la brillance d'un mout et sa valeur au brassage, il est vrai en règle générale qu'un mout clair est l'indice d'un malt bien désagréé. Pour cette raison les brasseurs attribuent quelque valeur à un malt qui engendre un extrait clair.

3.14.10. pH Le pH d'un mout de malt doit être compris entre 5,6 et 6,0 pour obtenir un rendement maximum en extrait. S'il se classe hors de ces valeurs, on peut s'attendre à ce que les grains soient sous-désagréés (pH plus haut de 6,0), ou qu'ils aient été soumis à des conditions anaérobiques pendant la germination ou encore au contact avec le gaz sulfureux émanant du combustible pendant le touraillage.

3.14.11 Pouvoir Diastatique Dans le procédé d'empâtage, la conversion d'amidon en sucres de bas poids moléculaire, qui sont transformés par la levure en alcool pendant la fermentation de mout, dépend pour une grande part de la production dans le malt des enzymes α et β amylases. L'action combinée de ces deux enzymes sur l'amidon s'appelle l'activité diastatique, et leur concentration dans le malt

est mesurée en unités de pouvoir diastatique, connues sous le nom d'unités Windisch-Kolbach (ou tout simplement W-K). Un malt bien désagrégé doit avoir un pouvoir diastatique de 200 - 250 unités W-K. Des valeurs plus basses indiquent ou que les grains ne sont pas suffisamment désagrégés ou que, ayant atteints une pleine désagrégation ils ont été endommagés à cause d'un contrôle insuffisant du touraillage.

3.14.12. Poids de Mille Grains Les poids de mille grains de l'orge s'abaissent à cause de la respiration. Ainsi, en mesurant les poids de mille grains tant d'une orge que du malt qui en résulte, il est possible de juger la freinte de maltage. Cependant cette détermination est plutôt inexacte.

3.14.13. Triage Les grains d'orge s'accroissent en volume quand ils sont transformés en malt. Pour un malt bien désagrégé 85-90 pour cent des grains doivent rester sur les tamis 2,5 et 2,8 mm de diamètre.

3.14.14. Vitrosité La vitrosité du malt est évaluée de la même façon que pour l'orge. Si moins de 2,7 pour cent des grains sont d'apparence vitreuse, le malt est considéré comme bien désagrégé. La présence de 5,0 à 7,5 pour cent de tels grains indique un niveau satisfaisant de désagrégation tandis que plus de 10 pour cent indique que l'échantillon est sous désagrégé.

3.2 Caractéristiques de la Malterie

3.21 Description Générale

Durant ces dernières années on a fait grande publicité autour de nouveaux procédés de maltage, qui concernent soit des systèmes entièrement continus soit des systèmes continus par lots dont le but était de mettre en pratique des idées modernes de maltage, et, en même temps, de réduire les frais de main d'oeuvre et les investissements. Cependant les améliorations qu'on a effectuées en ce qui concerne les méthodes conventionnelles de maltage ainsi que l'efficacité de fonctionnement des installations conventionnelles (référence: A. Macey, Internationales Symposium der Garungsindustrie, p.575, 1968) ont été telles que très peu d'installations mettant en pratique des idées nouvelles ont été construites et essayées commercialement. On recommande donc que, de préférence, il soit du type "Cases Saladin". Cependant, bien qu'il soit habituel dans une installation du type en case Saladin, de prévoir qu'une seule touraille sert à deux ou plusieurs cases de germination, on recommande comme préférable au Rwanda d'employer des ~~cases~~ qui font la germination et le touraillage. Les avantages d'un tel système sont les suivants:

- i) On peut se servir des cases pour le séchage d'orge, économisant ainsi le coût d'équipement pour le séchage d'orge. Il est naturellement

habituel dans la plupart des malteries d'utiliser la touraille pour sécher les grains, mais si seulement une touraille est prévue pour quelques cases, les possibilités sont limitées, et un équipement additionnel est souvent nécessaire pour satisfaire aux besoins importants de séchage au moment de la récolte.

- ii) on économise les frais de manutention, car l'étape du transport du grain sur une touraille séparée est évitée,
- iii) on économise les frais de construction d'une touraille supplémentaire,
- iv) une souplesse considérable d'utilisation, car chaque unité est complète par elle-même, facilité qui permet que des orges de caractéristiques très différentes puissent être maltées, sans rencontrer la difficulté que procure une installation classique pour laquelle un programme fixe de germination doit être prévu pour s'accorder avec un programme fixe de touraillage,
- v) la possibilité de continuer à malter dans une partie de l'installation si, par exemple, l'installation de touraillage de l'autre ne marche pas, facilité dont on ne dispose pas dans une installation où plusieurs cases dépendent d'une seule touraille. On considère ceci comme ayant une importance particulière au Rwanda, où la situation peut ne pas être facile en ce qui concerne les pièces détachées et l'entretien.
- vi) chauffer les cases sert à les stériliser, et à réduire le problème très commun du développement de moisissures sous le faux-fond.

Les seuls désavantages à remarquer pour ce type d'installation sont un prix plus élevé causé par la fourniture de deux équipements de chauffage, et une certaine perte de temps dans l'attente de refroidissement des cases après le touraillage. Ceux-ci, cependant, sont bien compensés par les nombreux avantages du système élaboré ci-dessus.

En résultat de l'étude de marché nous estimons la capacité à environ 2,500 tonnes d'orge par an à une humidité de 12 pour cent. Nous recommandons alors que la malterie comprenne a) les installations pour réception d'orge, et stockage b) une installation de maltage, comprenant une cuve de trempage (capacité 25 tonnes chacune), qui conviennent au séchage de l'orge. L'installation serait utilisée 300 jours par an pour le maltage, et serait utilisée sur la base d'un cycle de 6 jours comprenant la germination (5 jours) et le touraillage (1 jour), avec un intervalle de trois jours entre les lots. Le reste de l'année serait utilisé pour le séchage de l'orge et l'entretien de l'outillage.

3.22 Procédure de Soumission

Il est tout à fait courant dans l'industrie de la malterie que les demandes de soumissions ne comprennent qu'une esquisse brève des exigences des malteurs en ce qui concerne les demandes d'équipement et c'est aux fab-

ricants d'équipement d'exprimer leurs propres recommandations concernant le type d'installation etc. qui devrait être adopté pour satisfaire à ces exigences et de fixer le prix de l'installation complète, y compris la construction et avec les prix individuels des secteurs importantes. Dans ce rapport, cependant, un cahier des charges a été préparé pour soumission, qui décrit la malterie plus en détail que d'habitude puisque a) il est destiné à exclure tout ce qui ne correspondrait pas au type d'équipement à double but germination et tour-aillage, précédemment décrit et b) il est certain que dans l'éventualité où le projet envisagé de malterie serait approuvé, la soumission sera au commencement entre les mains de gens qui ne seront pas parfaitement au courant de l'industrie de la malterie et qui à la différence des malteurs de métier, seront incapables de discuter des sujets techniques avec les fabricants d'équipement pour élaborer les détails préliminaires de l'installation. Le directeur de la malterie bien entendu devrait se tenir prêt à discuter le cahier des charges définitif. La forme suggérée pour le cahier des charges est donnée ci-dessous: il devrait être lu conjointement avec le diagramme décrit dans la figure 1 et le plan de la malterie dans la figure 2. Il faut souligner qu'il pourrait être nécessaire de modifier cette spécification avant qu'elle soit soumise, particulièrement en ce qui concerne les hypothèses concernant les durées de trempage, de germination et la freinte de maltage, en fonction des enseignements que pourraient être tirés du programme concernant l'orge rwandaise suivant les essais proposés qui sont décrits dans le paragraphe 2.4.

Les principaux fournisseurs d'installations de malteries complètes à qui il pourrait être demandé de faire une soumission pour ce projet, sont les suivants:

- i) the Saladin Malting Construction Division of Stockland Road Machinery Company, 637-12th Avenue South, Hopkins, Minnesota, Etats-Unis.
- ii) Kaybee Kamas Ltd., 66 Armley Road, Leeds LS12 IXU, Angleterre.
- iii) C. Seeger, Maschinenfabrik, Stuttgart-Bad, Cannstatt, République Federale de l'Allemagne.
- iv) Heinrich Muger, Malzereibau, Darmstadt, République Federale de l'Allemagne.
- v) Anton Steinecker, Maschinenfabrik, 8050 Freising, République Federale de l'Allemagne.
- vi) Miag, 33 Braunschweig, République Federale de l'Allemagne.
- vii) Nordon-Fruhinsholz-Diebold, 9 Avenue de 20^e, Nancy, France.
- viii) Robert Boby, Bury St. Edmunds, Suffolk, Angleterre.

3.23 Modèle Proposé pour la Soumission

Une soumission est demandée pour la construction d'une malterie complète dans la République de Rwanda pour le maltage de 2.500 tonnes d'orge touraillée par an, comprenant tous les bâtiments, l'équipement de manutention des grains, et la fourniture de services selon la spécification suivante.

3.23.1. Localisation de l'Installation L'emplacement de la construction est En ce qui concerne cette offre, on peut assurer que le terrain est libre et nivelé.

3.23.2. Généralités La malterie sera située comme il est montré dans les plans numéros

(Figures 1, 2 et 3 du rapport actuel).

La soumission comprendra la proposition pour la fourniture, l'erection et commission de:

- a) une installation de réception de l'orge, transporteurs et élévateurs avec annexes, supports descentes et vannes , etc.
- b) matériel de nettoyage, de pesage et de calibrage pour orge et malt
- c) des silos de stockage des grains
- d) l'installation de maltage, y compris les équipements de trempage, de germination et la touraille
- e) des bâtiments etc. pour abriter tous les machines, l'installation de maltage, un laboratoire et bureau, et l'abri nécessaire pour la réception de l'orge,

et de plus, elle comprendra la fourniture de tous les services et instruments nécessaires.

Il faut admettre que la charge maximum admissible pour le sol n'excède pas 11 tonnes/m² environ. Toute construction et toute installation électrique devra se conformer en tous points aux normes de sécurité suivantes..... (ces standards devront être fournis par les Services d'Études et de Programmation Industrielles)

3.23.3 Installation pour l'Orge

- a) Réception Vehicules routiers livreront les grains à l'installation de réception qui, actuellement sera conçue pour recevoir des sacs. Cependant, la conception de la réception doit être faite de telle façon qu'elle tienne compte de l'utilisation possible dans l'avenir de camions à benne basculante. Une grille de réception, assez forte pour supporter seulement les piétons doit être fournie comme partie intégrante de la trémie de réception, et une grille à maille fine doit être fixée sous la grille support principale, pour protéger la cavité de la contamination causée par de la ficelle, de gros moellons, etc.

b) L'Abri de la Trémie de Réception Une proposition devrait être faite pour la fourniture d'un toit en toles d'asbeste au dessus de la réception des grains ayant une hauteur suffisante pour permettre l'accès de tous types de camions.

c) Écoulement des Grains Des transporteurs et élévateurs seront fournis pour transporter les grains depuis la trémie de réception jusqu'à une bascule automatique, et aux appareils de pré-nettoyage. Il faut prévoir la possibilité pour les grains qui proviennent de l'installation de pré-nettoyage de passer i) à travers une deuxième balance automatique et de là soit au stockage soit aux cases de germination/tourailage pour séchage, et ii) directement vers le stockage pour éviter la deuxième balance, tout l'équipement nécessaire à leur transport étant fourni. Il faut aussi faire approvisionner l'équipement nécessaire au transport de l'orge séchée depuis l'installation de séchage jusqu'au stockage, en passant le nettoyage, mais en évitant les balances. En ce qui concerne le transport d'orge depuis le stockage jusqu'à la cuve de trempe, l'enlèvement des grains des silos sera effectué au moyen d'une vis pivotante, qui déchargera les grains dans un transporteur alimentant un élévateur. La sortie en tête de cet élévateur sera conçue de telle façon qu'elle permettra au grain d'alimenter le nettoyeur d'orge, et une deuxième bascule automatique, qui sera pourvue d'un compteur capable d'isoler les transporteurs alimentaires et les élévateurs après qu'un poids prédéterminé de grain soit passé, permettent ainsi au système alimentaire du nettoyeur de se vider. Il faudra prévoir les transporteurs et élévateurs nécessaires au transport de l'orge depuis le nettoyage jusqu'à la cuve de trempe.

d) Transporteurs Tous les transporteurs doivent être du type à chaîne et palettes, entièrement clos dans une enveloppe en acier, et doivent être équipés du moteur nécessaire de la commande et de garant. Ils doivent être auto-nettoyants et être conçus pour que de petites poches de grain ne puissent s'accumuler.

e) Élévateurs Tous les élévateurs doivent être du type à courroie et godets entièrement clos dans une enveloppe en acier. Ils doivent être auto nettoyants et être conçus pour que de petites poches de grain ne puissent s'accumuler. Un appareil coupe-circuit doit équiper toutes les poulies inférieures. Cet appareil doit déclencher une alarme si un élévateur tombe en panne, et stopper automatiquement tous les transporteurs qui l'alimentent.

f) Glissiers de Sortie et d'Entrée des Grains L'offre doit comporter des entrées de grain à glissière, commandées manuellement, pour les silos et les transporteurs, et des boîtes à plusieurs directions.

g) Équipement de Pré-Nettoyage et de Triage Il faut approvisionner l'équipement capable d'enlever les pierres, la ficelle, les morceaux de sacs, le fer, la boue, le sable, etc., et de produire un lot 'pré-nettoyé' à un débit égal à celui des organes de transport de la réception.

Cette machine doit aussi être capable de nettoyer et calibrer les

grains, et de produire un pourcentage contrôlé (88 à 92 pour cent environ) de grains ne passant pas au travers des tamis de 2,5 ou 2,8 mm avec un maximum de 0,5% des grains passant au travers d'un tamis de 2,2 mm. Elle doit pouvoir nettoyer le malt.

Un cyclone adéquate doit faire partie de cet équipement, qui doit fonctionner à un débit de 50 - 60 tonnes/heures quand il sert à pré-nettoyer les grains, et à une capacité de 25 - 30 tonnes/heure quand il agit comme un calibreur/nettoyer d'orge, ou comme un nettoyeur de malt. L'équipement de manutention doit, en conséquence, être conçu de façon à s'adapter au débit le plus élevé, et doit être équipé de dispositifs convenables situés sur les entrées de grain appropriées pour restreindre le débit au débit le plus faible.

h) Séchage L'orge brute sera séchée dans les cases-tourailles à une température qui n'excède pas 45°C, et sur une épaisseur maximum de 1,5 m. jusqu'à ce que son humidité ait été abaissée à 11 - 12%.

i) Stockage Il faut pourvoir au stockage de 2.500 tonnes d'orge touraillée (1,4m³/tonne) dans des silos circulaires d'acier doux, avec toit, échelle extérieure à arceaux de sécurité, échelle avec garde-fou sur le toit, et porte d'accès 'trou d'homme', goulotte pivotante intérieure pour la vidange des conduits d'aération convenant à des grains dont l'humidité est de 12 pour cent, indication de température tous les 3 m de profondeur, et indicateurs de niveau pour montrer si les silos sont 'pleins' ou 'vides'.

3.23.4 Partie Maltage

a) Généralités On peut admettre que i) la malterie sera utilisée pendant 300 jours par an pour le maltage, et que le restant de l'année sera utilisé pour le séchage de l'orge et pour l'entretien ii) de l'orge nettoyée sera fournie pour le maltage à une humidité de 12% iii) le trempage durera 2 jours, la germination 5 jours et le touraillage un jour iv) les grains seront arrosés pendant la germination et v) la freinte de maltage sera comprise entre 6 et 8% sur la matière sèche.

b) Bac de Stockage d'Eau Un bac en acier doux doit être prévu pour le stockage de l'eau avec une capacité totale de 400 m³, avec un trop-plein et une alarme pour niveau bas, un indicateur et un régulateur de température, un trou d'homme dans le couvercle et une échelle pour accéder à l'intérieur.

c) Cuve de Trempe Une cuve circulaire en acier doux de forme cylindro-conique ayant une capacité de 25 tonnes d'orge, renforcée et raidie comme il convient doit être fournie. Cette cuve doit être équipée d'un tamis de trop-plein, d'un tamis de vidange et d'une vanne de vidange, et équipée avec un aspirateur convenable pour aspirer l'air à travers les grains avec un débit de 35 m³/min. et avec une soufflante pour l'aération de la cuve à tremper, donnant un débit 11m³/min à 0,7 kg/cm² au travers de trois rangées de tuyères à 0,60 mm disposées sur le fond trouconique de la cuve à des intervalles de 0,75 m de la base, et séparées horizontalement l'une de l'autre par une distance de 0,75m. Une thermomètre à lecture à

distance doit être fournie pour indiquer la température au milieu de la cuve de trempe, à environ une demi-profondeur des grains.

d) Cases Tourailles Deux cases, chacune d'elles convenant pour la germination et le touraillage, et ayant une capacité de 25 tonnes d'orge sont à fournir. Chacune doit posséder:

i) Un faux-fond constitué d'éléments galvanisés et percés de trous (2mm); chacun devant être mis à dimension de façon qu'on puisse les enlever pour faciliter l'accès pour l'entretien et le nettoyage dans le couloir d'aération inférieur,

ii) une ossature en acier supportant le grain,

iii) des rails en acier résistant à la rouille pour le retourneur-déblayeur le long de chaque case, avec leurs systèmes de fixation,

iv) un retourneur-déblayeur pouvant être utilisé dans les deux boîtes. Cette machine doit être du type à hélices verticales, et être capable de niveler les grains après qu'ils ont été déchargés des cuves à trempe : au moyen d'une seule traversée de la case. Il doit être équipé aussi d'une plaque, capable d'être élevée soit électriquement soit hydrauliquement, sur une des faces du retourneur pour permettre son utilisation comme déblayeur,

v) un panneau détachable au bout de la case pour faciliter le transfert du malt vers un transporteur déchargeur, et le déplacement du retourneur déblayeur d'une case à l'autre.

e) Conditionnement d'air Chaque case doit être équipée d'une unité de conditionnement d'air, avec un ventilateur centrifuge capable de refouler l'air au travers des grains avec un débit de $11\text{m}^3/\text{min}$. par tonne avec une pression de 11,5 cm d'eau. Une installation de pulvérisation doit être fournie pour permettre d'augmenter l'humidité de l'air ambiant jusqu'à 98 pour cent en un seul passage au travers de l'unité. De plus, l'eau qu'on pulvérise doit être refroidie de façon à permettre si nécessaire de régler la température de l'air à 15°C . On peut assumer que les températures maximums et minimums de l'air sont respectivement de 28°C et 8°C , et les humidités relatives maximum et minimum sont respectivement de 95 et 60 pour cent. Il faut prévoir un recyclage d'air de 30 pour cent, et des diagrammes pour enregistrer les températures doivent être fournis pour indiquer la température de l'air qui entre et sort des grains. Une thermomètre à bulbe humide est aussi nécessaire dans les conduits d'air soufflé.

f) Touraillage Chaque case doit être équipée d'un second ventilateur qui fonctionnera, on peut l'assurer, avec une pression de 32 cm d'eau, et un brûleur, et un fuel-oil à basse teneur en soufre à 35 seconds Redwood numéro 1 à 38°C . Cet équipement doit être capable de réduire l'humidité de malt vert de 50 à 3 pour cent en 22 heures. On admet que la température de l'air entrant ne doit pas excéder 50°C jusqu'à ce que l'humidité des grains soit tombée en dessous

de 10 pour cent et la température du coup de feu ne doit pas excéder 80°C. Il faut prévoir l'enregistrement des températures de l'air entrant et sortant.

g) Manutention des Grains Il faudra prévoir le transport de l'orge depuis le stockage en passant par le nettoyeur d'orge et par une deuxième balance automatique jusqu'à la cuve de trempe, dont elle ressortira au moyen d'un système convenable de transporteurs vers chacune des cases, dans lesquelles elle sera répartie également le long de chaque case.

A la fin du touraillage, il faudra prévoir de renvoyer les grains traités vers le stockage via un appareil magnétique, l'équipement de nettoyage et la deuxième balance automatique. Au départ du stockage, les grains passeront encore une fois au travers du nettoyeur et de la balance vers une station d'ensachage située au rez de chaussée.

3.23.5. Installations Électriques Il sera nécessaire de fournir des diagrammes simples des plans de l'alimentation en force motrice et des mises à la terre, et des schémas de câblage.

On peut admettre pour cette offre qu'une alimentation à haute tension existe aux limites de l'usine.

Tout équipement électrique doit être du type étanche, sauf dans les zones dangereuses ou poussiéreuses, où il doit être du type anti-déflagrant.

3.23.6. Contrôle-Automatisation Le degré d'instrumentation doit être tel qu'il donnera toute facilité de contrôle sans que la malterie soit tout à fait automatique. En règle générale, les instruments doivent être montés dans les environs des appareils, ou groupés sur des tableaux à proximité.

3.23.7. Approvisionnement Fourniture de feuilles de caractéristiques mécaniques et des exigences pour les détails d'outillage et d'équipement mécanique couverts par les schémas développés.

3.3 Dessin Schématique de la Malterie

Des schémas développés et un plan de la malterie proposée sont montrés dans les figures 1 et 2 respectivement. Un dessin simple sans indications de niveau est montré dans la figure 3. Le système comprend, en premier lieu, une trémie pour réception d'orge, dans laquelle on envisage que les sacs de grains apportés à la malterie par camions seront vidés manuellement. Cette orge sera transportée au moyen d'un transporteur horizontal et d'un élévateur vers une balance automatique qui la pèsera, et de là elle sera déchargée dans une machine de pré-nettoyage, puis passera par une seconde balance automatique pour être soit transportée vers les cases tourailles, ou elle sera immédiatement séchée soit si ces cases sont

déjà occupées, soit directement vers le stockage (voir ^{le}schéma développé 1, figure 1). L'orge qui passe par la deuxième voie sera transportée plus tard vers le séchage, en passant par le prénettoyage, et la deuxième balance automatique, dès qu'une case est libérée (voir schéma développé 2, figure 1). L'orge séchée sera transférée vers le stockage, au moyen de transporteurs situés sous les cases de séchage (voir schéma développé 3, figure 1). Il est à noter que le prénettoyage a été placé de façon qu'on puisse l'employer toutes les fois que l'orge est manipulée, facilitant l'extraction de poussière, dont l'élimination est essentielle dans l'intérêt de la santé, et surtout parce que l'accumulation de poussière constitue un dangereux risque d'incendie.

Pour le maltage l'orge est transportée depuis le stockage suivant la voie 4 de la figure 1 jusqu'à la cuve de trempe et à l'une des deux cases-tourailles. Le malt qui a été séché est transporté par la voie⁵ vers le stockage et de là jusqu'à l'installation d'expédition par la voie 6.

3.4 Tests de Laboratoire et Appareillage

On a déjà évoqué brièvement dans des paragraphes précédents les méthodes de laboratoire qui sont essentielles à l'efficacité et au contrôle de qualité. Ces méthodes sont décrites en détail dans les paragraphes suivants:

3.41 Essais sur l'Orge - Essais Physiques

3.41.1 Échantillonnage Avant d'ouvrir les récipients, leur donner le temps de se mettre en équilibre de température avec le laboratoire. Prendre des échantillons pour chaque analyse avec un mélangeur d'échantillons.

3.41.2. Poids de Mille Grains Prendre un échantillon en double, avec le mélangeur d'échantillons. Les échantillons seront de 40 g au moins. Il est absolument obligatoire de peser d'abord l'échantillon total et de compter ensuite. On peut compter, soit à la main avec un compteur à main, soit avec un compteur Kickelhayn de 500 grains, avec décompte à la main du résidu. Éliminer les grains cassés et les corps étrangers et soustraire leur poids de celui de l'échantillon avant le calcul.

3.41.3 Triage (Essai de Tamis) Employer un appareil à secousses d'un type particulier qui comporte trois tamis superposés distants de 12 à 25 mm, avec couvercle et fond, d'une hauteur totale de 8 à 10 cm. Les tamis ont 43 cm de long sur 15 cm de large. Ils sont en laiton écroui, d'épaisseur 1,3 mm - 0,1 mm. Les fentes sont usinées avec une tolérance de largeur de $\pm 0,03$ mm. Leur longueur est de 25 mm à la partie supérieure, de 22 mm à la partie inférieure. Leur

largeur est: pour le tamis 1: 2,8 mm; pour le tamis 11; 2,5 mm pour le tamis 111; 2,2 mm. Le tamis 1 comporte 28 x 13 fentes; le tamis 11, 30 x 13; le tamis 111, 32 x 13. Les rebords non percés des tamis ont 4 - 6 mm de large. La vitesse d'agitation sera de 300 - 320 secousses par minute et leur amplitude de 18 - 22 mm. La surface des tamis doit être exactement horizontale dans les deux directions et la largeur des fentes doit être fréquemment contrôlée.

100 g d'orge, pris au mélangeur d'échantillons, sont pesés et mis sur le tamis supérieur et l'appareil est mis en mouvement pendant exactement cinq minutes. Les matières étrangères, y compris tous les grains autres que l'orge et les demi-grains sont enlevés, pesés et leur poids est compté comme faisant partie des déchets. On pèse alors chaque fraction et on compte en pourcent de poids total au chiffre entier plus proche.

3.41.4 Grains Cassés Au moins 30 g ($\pm 0,1$ g) d'orge sont versés sur une surface propre et plane. On enlève tous les grains cassés et les pèse à 0,01 g pres. On enregistre le taux de grains cassés comme un pourcentage de l'échantillon entier, avec une décimale.

3.41.5 Corps Étrangers Au moins 30 g ($\pm 0,1$ g) d'orge sont versés sur une surface propre et plane. On enlève tous les corps étrangers (qui ne sont pas des particules d'orge) et les pèse à 0,01 g pres. On calcule le pourcentage de tels corps étrangers avec une décimale.

3.41.6 Vitrosité On coupe 100 grains transversalement dans un coupe-grain, et les surfaces coupées seront classées en farineuses, demi-vitreuses et vitreuses. On calcule le pourcentage de grains dans chaque classe, ramené au chiffre entier le plus proche.

Essais sur l'Orge - Essais de Germination

3.41.7 Capacité Germinative

3.41.7A Technique à l'Eau Oxygénée

(i) Réactif: H_2O_2 à 0,75%.

Une solution fraîche sera préparée en diluant 5 ml d'eau oxygénée à 30% à 200 ml avec de l'eau du robinet. Le titre de l'eau oxygénée concentrée doit être contrôlé et il faut la conserver à la glacière. La solution diluée sera utilisée à 18 - 21°C.

(ii) Méthode

Deux lots de 500 grains sont prélevés par moyen d'un mélangeur d'échantillons. Chaque lot de 500 grains est trempé durant deux jours dans 200 ml de H_2O_2 à 0,75% frais. On fait écouler l'eau de trempage à travers un tamis et rajoute 200 ml de H_2O_2 à 0,75% frais. On continue le trempage dans cette solution pendant deux jours. On tamise alors les grains et compte ceux qui n'ont pas germé. La durée totale du trempage est de quatre jours et la température intermédiaire à 18 - 21°C.

Si plus de 95% des grains ont germé, on calculera le pourcentage et le notera.

Si moins de 95% des grains ont germé, ou si on veut une précision plus grande, les grains non germés qui restent seront décortiqués et incubés un jour de plus.

Voici la technique de décortication à suivre: Une forte lancette de dissection est insérée dans le grain sur le côté du germe et passée tout autour de celui-ci pour permettre de soulever et d'enlever le morceau d'enveloppe qui couvre le germe. Ceci expose le germe, qui est cependant encore recouvert d'une fine peau brunâtre. En frottant avec le doigt, cette peau peut être enlevée de façon à mettre à nu le germe blanc lui-même. Il est essentiel de le mettre ainsi à nu. Les grains pelés sont incubés un jour sur du sable ou du papier filtre humides.

On note alors, comme capacité germinative, la somme des grains qui ont germé dans l'eau oxygénée et dans l'essai de décortication:

$$\text{Capacité Germinative} = \frac{500 - n}{5} \%$$

ou n = nombre de grains non germés.

iii) Comparaison des Résultats

Lorsqu'on compare les résultats différents il faut se souvenir que les lois de la probabilité régissent le résultat de sorte que (pour une prise de 1000 grains) la table suivante de tolérance doit être utilisée:

| Chiffres moyens de germination | Tolérance admissible entre les résultats de deux laboratoires différents (ou deux sous-échantillons) |
|--------------------------------|---|
| (Pourcent) | (Pourcent) |
| 97 - 100 | 2 |
| 95 - 96 | 2,5 |
| 90 - 94 | 3 |

Pour une précision plus grande, il est nécessaire de prendre un plus grand nombre de grains. Pour 5000 grains les tolérances sont:

| | |
|----------|-----|
| 97 - 100 | 1 |
| 95 - 96 | 1 |
| 90 - 94 | 1,5 |

3.41.7B Méthode Rapide (méthode de coloration)

i) Réactifs - Une solution à 0,3% de 2-(p-iodophenyl)-3-(p-nitrophenyl)-5-chlorure de phenyl tetrazolium. On ne doit pas chauffer la solution, et on doit la protéger de la lumière.

ii) Méthode - On coupe en deux longitudinalement un nombre convenable de grains (sélectionnés de préférence avec un mélangeur d'échantillons), en se servant d'un appareil que coupe précisément les

grains en long. On transvase un lot de demi-grains dans un tube à essai, les couvre d'une solution du composé de tetrazolium, puis on fait le vide pendant 3 - 4 minutes au moyen d'une pompe électrique. On laisse ensuite rentrer à nouveau l'air pour forcer la solution dans les grains.

Avec la solution de halogénure du triphényl tetrazolium, maintenir les tubes à essai à 40°C pendant une demi-heure dans un bain d'eau après coloration, enlever une tranche mince de tissu mort de la surface exposée avec un rasoir. Après chaque traitement, répandre les grains sur des papiers filtres pour classification.

Enregistrement des résultats - Tandis que les germes sont incomplètement colorés par suite d'une avarie, il est nécessaire d'interpréter les résultats avec prudence. Généralement c'est la radicule qui meurt la première et des grains dont les radicules ne sont pas colorés germeront encore et se désagrégeront de façon satisfaisante. Ceci sera encore le cas lorsque l'avarie s'étend un peu sur l'hypocotyle vers la plumule; mais si l'avarie intéresse plus de la moitié du germe, il faut le classer comme mort. Lorsque plus de la moitié du germe (mais non l'ensemble) est colorée, il faut le classer dans la catégorie "avarie". Les grains pré-germés quand ils sont reconnus, doivent être enregistrés séparément. On classe les grains colorés en

a) Ceux qui sont tout à fait colorés, c'est-à-dire, germés bien vivants.

b) Ceux qui, bien qu'ils soient endommagés, restent assez intacts pour germer de façon satisfaisante pendant le maltage. Normalement cela veut dire que, au minimum, la tigelle, le scutellum, et une partie des tissus entre la tigelle et la racine sont colorés.

c) Germés non colorés, ou moins colorés qu'indiqué en b) ci-dessus.

Si x est le pourcentage de germes vivants correspondant au a) ci-dessus, et y le pourcentage de germes endommagés définis en b), la somme $(x + y)\%$ exprime la capacité germinative.

Cette méthode peut ne pas indiquer complètement la totalité des dommages causés par la chaleur.

Un appareil permettant de réaliser le test en 5 minutes est vendu sous le nom de "Vitascope".

3.41.8 Énergie Germinative (Essai de 4 ml) On place deux papiers filtres noirs (Whatman 29) dans le fond d'une boîte de petri à 10 cm; on ajoute précisément 4 ml d'eau distillée pour mouiller complètement les papiers. On sélectionne 100 grains en se servant d'un mélangeur d'échantillons, puis on les place dans la boîte de petri de façon que chacun touche les papiers. On couvre la boîte de son couvercle, puis on la met dans un cabinet noir contrôlé à 18 - 21°C. Les boîtes sont examinées après 24, 48 et 72 heures, et les grains prégermés sont enlevés chaque fois. On compte après 72 heures les grains pas germés. On calcule le pourcentage de germes vivantes au chiffre entier plus proche, en prenant la valeur moyenne de trois déterminations séparées.

3.41.9 Sensibilité à l'eau (essai de 8 ml) On procède de la même façon que pour l'essai de 4 ml, mais on ajoute 8 ml d'eau au lieu de 4ml.

Essais sur l'Orge - Essai Chimique

3.41.10 Humidité

3.41.10A Processus Normal On prendra au mélangeur d'échantillons un échantillon, de 20 g environ, qui servira aux déterminations conjointes de l'eau et de l'azote. Si on trouve plus de 17% d'humidité, répéter la mouture et l'analyse après un séchage préliminaire du grain entier à une température inférieure à 50°C.

Si l'on procède au séchage préliminaire, utiliser la formule suivante pour le calcul de l'humidité:

$$H = H_1 + H_2 - \frac{H_1 \cdot H_2}{100}$$

ou

H = humidité du grain humide,
H₁ = pourcent d'humidité perdue au cours de la prédessiccation,
H₂ = pourcent d'humidité perdue au cours du séchage à l'étuve.

i) Moulin Recommandé

Il est recommandé d'utiliser le moulin EBC équipé d'un tamis à orifices de 1 mm de diamètre. A défaut, donner la préférence au moulin à cône MIAG-Seck.

ii) Étuve

Recommandations générales:

a) Si possible, placer l'étuve dans un local dont l'atmosphère soit à l'abri d'évaporations d'eau importantes.

b) Utiliser des boîtes à peser en métal. Elles seront plates, d'un diamètre de 5 cm environ et d'une profondeur ne dépassant pas 2 cm, et pourvues d'un couvercle.

c) Mettre environ 5 g de farine d'orge dans une boîte, la fermer immédiatement et la peser aussi rapidement que possible, de préférence sur une balance à amortisseurs d'air.

d) La température de séchage est 105 - 107°C et le séjour à l'étuve de trois heures.

e) L'étuve ne peut être considérée comme satisfaisante que si une masse de 5 g de sulfate de cuivre (CuSO₄ · 5 H₂O), passant à travers un tamis à 16 mailles (orifices de 1 mm) perd au moins 21%, et de préférence 25% de son poids en 30 minutes de séjour dans l'étuve préchauffée.

On recommande les étuves électriques à air chaud avec une répartition régulière des éléments chauffants. Il est souhaitable que les étagères

soient en métal d'une épaisseur de 3 à 5 mm, percées de trous et à surface plane pour assurer une bonne transmission de la chaleur aux boîtes.

Après le séchage, couvrir immédiatement les boîtes; les placer rapidement dans un dessiccateur et les y laisser refroidir pendant 20 minutes au moins. Utiliser le silicagel avec indicateur comme agent de dessiccation. Peser ensuite les boîtes. Calculer le pourcent de perte de poids que l'on considérera comme le taux d'humidité.

3.41.10B Processus Rapide Pour aller vite, quand il s'agit de beaucoup d'échantillons, par exemple, au moment de la récolte, l'humidité des grains livrés à la malterie peut être évaluée approximativement à partir de grains entiers ou moulus au moyen d'un appareil qui mesure la constante diélectrique de l'échantillon.

3.41.11 Azote Total (Protéine)

3.41.11A Procédé Kjeldahl

i) Appareils

Un minéralisateur Kjeldahl chauffé au gaz ou à l'électricité, avec un dispositif pour piéger les vapeurs d'acide sulfurique, ou les évacuer par ventilation.

Un appareil Kjeldahl de distillation, avec un brise-écumes Rhodin du type cylindrique, relié à un simple réfrigérant à reflux ou en verre au borosilicate, dont l'extrémité supérieure est courbée vers le brise-écumes.

Des ballons Kjeldahls, a 500 ou 800 ml

Moulin à café

ii) Réactifs

L'acide sulfurique - 98%, sans azote

Solution de soude à 40% en poids pour volume, bouillie pour faire disparaître l'ammoniaque, puis refroidie.

Mélange catalyseur - sous forme de poudre (sulfate de potassium, qualité analytique, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, qualité analytique, et sélénium dans les proportions 100:6:1)

Solution d'acide borique - 2% poids pour volume dans l'eau

Acide chlorhydrique ou sulfurique standard 0,1-N

Indicateur vert de bromo-cresol tamisé - 0,1% vert de bromo-cresol dans éthanol à 95% et 0,1% méthyl rouge dans éthanol à 95% dans les proportions 10:4. L'indicateur est rose dans une solution acide, gris entre les deux et bleu dans une solution alcaline.

Acetanilide pure - séchée auparavant sous un vacuum à 80°C.

Saccharose pur.

iii) Méthode

On moule à mouture fine un échantillon d'environ 20 g d'orge pour la détermination des teneurs en humidité et en azote. L'échantillon sera transvasé aussitôt que possible dans un flacon bouché, et puis mélangé à l'aide d'une longue spatule pour assurer qu'enveloppe, blé et gruau sont également distribués.

Pour évaluer l'azote, peser exactement des échantillons en double d' environ 1,5 g, et les transvaser dans des ballons Kjeldahl complètement secs. Ajouter environ 10 g de mélange catalyseur en poudre à chacun et mélanger soigneusement avec l'orge moulue, avant d'ajouter 20 ml d'acide sulfurique concentré, puis agiter à feu doux. Après que le mélange minéralisé ait perdu sa couleur brune, chauffer le ballon vigoureusement pendant 20 - 30 minutes. Il est très important que le ballon ne soit pas en contact direct avec la flamme, au-dessus du niveau du liquide.

On laisse la solution minéralisée se refroidir, puis on dilue soigneusement avec 250 ml d'eau distillée. On laisse couler à peu près 70 ml de soude (40%) au-dessous, cette quantité étant suffisante pour la quantité d'acide qui reste. Pour empêcher les projections on ajoute de petits morceaux de zinc ou de grosses particules de carborundum. Après avoir raccordé le ballon à l'appareil de distillation, mélanger la soude et distiller l'ammoniaque dans une solution d'acide borique à 2% en excès (environ 25 ml), contenant 0,5 ml d'indicateur tamise. Quand le volume distillé a atteint 180 ml environ, titrer l'ammoniaque avec un acide standard.

Calcul: Rapporter la teneur en azote à la matière sèche =

$$\frac{X \times 14}{P \times MS}$$

ou: X = ml de 0,1-N acide nécessaire pour neutraliser l'ammoniaque après avoir soustrait le témoin
P = Poids d'échantillon en g.
MS = Pourcentage de matière sèche dans l'échantillon

Témoin et vérification - il faut absolument faire des témoins, et, pour vérifier, la teneur en azote de la pure acétanilide sèche doit être déterminée par la méthode suivante:

Peser dans deux ballons Kjeldahls, A et B, 0,200 g et 0,20 g respectivement d'acétanilide et 1 g de saccharose pur. Minéraliser le contenu de chaque ballon et distiller dans l'acide borique comme décrit ci-dessus. Calculer le pourcentage d'azote pour chaque résultat (corrigé par les témoins habituels). Le résultat, en pourcentage de 10,36 donne le pourcentage d'azote recouvré, et devrait être 99,5% environ pour le ballon A et 98% au moins pour le ballon B. Ces conditions-ci évaluent aussi la justesse de l'acide normal et de l'alcali normal.

Résultats - Donner les résultats en pourcentage d'azote dans l'échantillon sec avec deux décimales. La précision de la méthode est - 0,07% environ.

Pour exprimer le résultat en protéine, multiplier l'azote totale de 6,25.

3.41.11B Procédé Colorimétrique

i) Appareils Analysateur commercial d'azote employant le colorant orange G.

ii) Méthode Un échantillon de fine mouture d'orge est brièvement

digéré avec une solution d'orange G. Filtrer le mélange ainsi formé et la teneur en protéine de l'échantillon est calculée en connaissant son humidité et les caractéristiques d'absorption du filtrat.

3.42 Tests sur le Malt Vert

3.42.1 Humidité

i) Appareils

Moulin à café

Minuterie pour mesurer les temps jusqu'à trente minutes et gradué en 0,2 secondes

Balance infra-rouge.

ii) Méthode

On place le cavalier sur le bras de la balance infra-rouge à la position zéro. On mélange très complètement l'échantillon en le retournant plusieurs fois. Les grains non moulus sont placés sur le plateau en aluminium de la balance pour régler l'aiguille au zéro, et la lampe est réglée au repère $1\frac{1}{2}$ ". On allume la lampe et on règle la minuterie pour $\frac{3}{4}$ d'heure. Il faut maintenir l'aiguille à la position zéro en faisant bouger le cavalier le long du fléau, pour que les racines et l'endosperme ne soient pas carbonisés. A la fin de la période réglée, on fait la première lecture d'humidité. On éteint la lampe et la déplace à sa position la plus élevée au dessus du plateau, et transfère vite les grains dans le moulin à café. Les grains sont moulus pendant environ cinq secondes, puis on les transfère tout de suite sur un plateau d'aluminium froid. Placer le cavalier sur le repère 50% d'humidité, et amener l'aiguille à la position zéro avec l'échantillon moulu, c'est-à-dire avec 1 g d'échantillon moulu. On règle à nouveau la lampe au repère $1\frac{1}{2}$ ", on l'allume, et règle la minuterie pour une $\frac{1}{2}$ heure. A nouveau, il faut maintenir l'aiguille au zéro en déplaçant le cavalier à la fin de la $\frac{1}{2}$ heure, faire la deuxième lecture d'humidité.

Calcul

La première "lecture d'humidité" sera A

La deuxième "lecture d'humidité" sera B

Pour la première mesure d'humidité, on prend 2 g, et pour la deuxième, 1 g. du même échantillon, partiellement séché et broyé.

$$\text{Donc \% humidité} = \frac{(A + 2B - \frac{2AB}{100})}{100} - 1,3$$

3.42.2 Extrait 500 g de malt vert sera touraillé par la même méthode qu'on emploie pour le séchage de l'échantillon commercial en gros, par moyen de la touraille de micromaltage (voir le paragraphe 3.44). Le produit sec qui en résulte sera tamisé et analysé pour extrait, comme décrit dans le paragraphe 3.43.7)

(Il y aura aussi besoin, naturellement, d'une mesure d'humidité)

3.43 Essai sur le Malt - Essais Physiques

3.43.1 Poids de Mille Grains - Effectuer comme pour l'orge, voir le paragraphe 3.41.2.

3.43.2 Triage (essai de tamis) - Effectué comme pour l'orge, voir le paragraphe 3.41.3.

3.43.3 Vitrosité - Effectué comme pour l'orge, voir le paragraphe 3.41.6.

3.43.4 Moisissures - On enregistre la présence ou l'absence de moisissures par l'inspection visuelle, et l'on indique néant, trace, etc.

Essai sur le Malt - Essais Chimiques

3.43.5 Humidité Effectué comme pour l'orge, voir paragraphe 3.41.10. La farine nécessaire peut être prélevée sur la mouture fine employée dans la mesure de l'extrait (voir le paragraphe 3.43.7)

3.43.6 Protéine Totale La protéine totale sera évaluée comme pour l'orge, voir le paragraphe 3.41.11A. La farine nécessaire peut être prélevée sur la mouture fine employée dans la mesure de l'extrait, voir le paragraphe 3.43.7.

3.43.7 Extrait

Moulin Le moulin standard Casella, recommandé par l'EBC. Il est pourvu de 2 tamis fin et grossier.

Bain de Brassage Le brassage s'effectuera dans des pots immergés dans un bain d'eau et chaque pot doit être équipé d'un agitateur mécanique. Les agitateurs doivent tous tourner à la même vitesse de 80 à 100 tours par minute.

Le niveau de l'eau du bain-marie doit dépasser le niveau des brassins des pots. Par agitation mécanique de l'eau du bain, on assurera l'uniformité de température.

Méthode de Brassage

Mouture Grosse (facultatif) - Deux portions de 51 g de malt sont pesées et moulues au moulin EBC muni du tamis de 2,5 mm. Une portion préliminaire de malt est moulue dans le moulin en tapotant l'entonnoir inférieur au moyen d'un marteau en cuir. Ce malt est écarté et sans ouvrir ou brosser le moulin la portion pesée est moulue en tapotant l'entonnoir inférieur comme auparavant. Les malts suivants sont moulus de la même façon sans ouvrir le moulin. A la fin de la série on ouvre le moulin, le brosse en écartant la brossée. Bien mélanger chaque mouture avec une cuiller et porter immédiatement au poids de 50,0 g. Le brassage se fait comme pour la fine mouture.

Fine Mouture - Deux portions d'environ 55 g de malt (58 g si on doit aussi doser l'azote total) sont moulues, soit dans le moulin EBC muni du tamis de 1 mm suivant la méthode indiquée pour la grosse mouture, soit dans le moulin à cône (réglage standard) auquel cas le moulin est brossé dans le récipient après chaque mouture. Transvaser le malt moulu en s'aidant d'un pinceau dans des pots de brassage, ou on homogénéise bien la farine avec une cuiller. On prélève des portions pour le dosage de l'humidité (et de l'azote), puis on pèse des portions de 50,0 g dans les pots de brassage pour la détermination de l'extrait

sur une balance précise et avec des poids contrôlés.

Verser dans chaque pot 200 ml d'eau distillée à 45 - 46°C. Agiter avec une baguette de verre ou avec l'agitateur métallique pour éviter la formation de grumeaux (la baguette sera ensuite rincée avec un peu d'eau distillée).

Placer aussitôt le pot à malt dans le bain-marie qui sera déjà à 46°C et mettre en marche les agitateurs. Maintenir le bain d'empâtage à 45°C pendant 30 minutes exactement. Faire alors monter la température de 1° par minute pendant 25 minutes. A ce moment (température 71°C) ajouter 100 ml d'eau à 70°C. A partir de ce moment, mesurer la vitesse de saccharification. Maintenir cette température durant une heure, puis ramener le pot à température ambiante en 10 - 15 minutes. Rincer les agitateurs, sécher l'extérieur des pots et compléter le contenu à 450,0 g.

Agiter énergiquement le contenu du pot avec une baguette de verre et en verser immédiatement la totalité sur un filtre. Utiliser un filtre à plis de diamètre 30 à 32 cm, d'une des marques suivantes (ou des filtres équivalents en provenance d'autres firmes).

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Schleicher et Schull | no 597 $\frac{1}{2}$ |
| Macherey, Nagel & Cie | no 614 $\frac{1}{2}$ |
| Munktell | no 9100 |

Le papier filtre ne doit pas dépasser le bord de l'entonnoir. Repasser sur le filtre la première portion du filtrat (100 ml). Arrêter la filtration lorsque la drèche n'est plus couverte de moût, ou dans le cas d'une filtration lente, après deux heures. Bien homogénéiser le filtrat au moment du remplissage du pycnomètre.

Mesure de la Densité du Moût

Utiliser des pycnomètres de précision, du modèle Reischauer, ayant les dimensions suivantes:

| | |
|--|---------------|
| Capacité | environ 50 ml |
| Hauteur totale | 140 - 160 mm |
| Longueur du col | 65 - 85 mm |
| Diamètre intérieur de col | 2,5 - 4,0 mm |
| Distance du trait de repère au rebord supérieur | 25 - 35 mm |

Mesurer la densité à 20,0°C.

Au préalable, laver minutieusement le pycnomètre et le rincer avec deux portions de 10 ml environ de moût.

Remplir alors avec le moût. Laisser dans un bain à température constante à 20°C ($\pm 0,05^\circ$) pendant une demi-heure. Le pycnomètre doit plonger dans l'eau jusqu'au-dessus du trait de repère.

Après 25 minutes, ramener le niveau du moût au voisinage du trait de repère. L'ajuster exactement 5 minutes après.

Sécher l'extérieur du pycnomètre, laisser reposer environ cinq minutes et peser.

Calcul de l'Extrait à partir de la Densité

On déduit la teneur en extrait du moût de sa densité à l'aide de la table officielle pour le sucre (Table de Plato) pour 20°C, comme elle est donnée dans la Table de F. Goldiner et H. Klemann (1951 - Institut für Gärungsgewerbe, Berlin N 65, Seestrasse 13).

Calculer la densité avec cinq décimales, sans faire la correction de poussée de l'air.

Si deux déterminations donnent des résultats qui diffèrent de plus de deux unités de la quatrième décimale, il faut répéter l'analyse.

Donner l'extrait du malt avec une décimale.

$$E = \frac{P(H + 800)}{100 - P} \quad (\text{extrait sur malt tel quel})$$

$$E_2 = \frac{E \times 100}{100 - H} \quad (\text{extrait sur matière sèche})$$

ou

E = extrait pourcent de malt tel quel

P = extrait en grammes dans 100 g de moût (Plato)

M = humidité du malt en pourcent

E₂ = extrait pourcent sur matière sèche

On peut également utiliser des tables donnant directement l'extrait du malt en fonction de la densité du moût et de l'humidité du malt.

Vitesse de Saccharification

Dix minutes après qu'on a atteint 70°C, mettre une goutte de moût sur une plaque de gypse. Ajouter une goutte de solution d'iode (2,5 g d'iodure de potassium dans 1 litre d'eau). Répéter toutes les cinq minutes jusqu'à ce que la saccharification soit complète (obtention d'une tache jaune claire). Exprimer le résultat de la façon suivante: moins de 10 minutes, de 10 à 15 minutes, etc.

Si la saccharification n'est pas totale en une heure, faire un nouveau brassin à 75° au lieu de 70°. Cet essai ne peut pas être utilisé pour la détermination de l'extrait.

On prépare les plaques de gypse en mélangeant de façon intime du plâtre de Paris (135 g) et de l'eau (100 ml) et en versant dans un moule plat et convenable.

Odeur du Brassin

On indique comme "normale" si elle correspond au type de malt analysé.

Si l'odeur aromatique normale d'un malt de Munich est absente, on l'indique comme "non aromatique".

Noter les odeurs étrangères.

Vitesse de Filtration

Si la filtration est complète en moins d'une heure, on l'indique comme "normale". Si elle dure plus longtemps, on l'indique comme "lente". Ne pas employer d'autres termes.

Il n'est fait état de la durée de saccharification, de la vitesse de filtration, de la clarté du moût, de la couleur et du pH que pour le brassin fine-mouture.

3.43.8 pH Le rendement en extrait est influencé par le pH du brassin; par conséquent le pH du moût, mesuré à l'électrode de verre à 0,1 intervalles d'unités pH, devrait être indiqué pour tout malt.

3.43.9 Couleur

i) Appareils Le Comparateur Lovibond, ou le Comparateur Hellige, avec 5 disques de couleur EBC, chacun avec neuf verres colorés, à savoir 2 - 6, 4 - 8, 6 - 10, 10 - 18, 19 - 27 et avec des cellules d'une épaisseur optique de 40, 25, 15, 10, 5, 2½ et 1mm. Les disques Lovibond doivent tous être du type le plus récent (à tache jaune)

Aux moûts et bières pâles correspond la partie inférieure de l'échelle, tandis que les couleurs plus rouges de la partie supérieure de l'échelle correspondent à celles de moûts et bières foncées et de caramels. On doit utiliser pour la comparaison la lumière du jour diffuse du nord, ou la lumière du nord artificielle européenne standard (Standard B de la Commission Internationale de l'Éclairage), avec une intensité de 90-110 lux (343 - 377 cd/m²) et en s'aidant d'une surface réfléchissante blanche de pouvoir réflecteur supérieur à 95%.

Toute personne chargée de mesurer la couleur de moûts ou de bières doit être exempte de daltonisme. Pour s'en assurer, il faut tester ces personnes à l'aide du livre de cartes de Ishihara (Test for Colour Blindness, publié par H. K. Lewis et Co., 136 Gower Street, Londres W.C.1.)

ii) Méthode

Moûts du brassin standard de malt - Il faut protéger ceux-ci d'une lumière trop intense pendant le brassage et la filtration, et mesurer la couleur aussi vite que possible. Les moûts doivent être brillants avant de faire la mesure dans le comparateur avec des disques EBC. On mesure les couleurs jusqu'à 10 (cellule de 25-mm) dans la cuve de 40-mm, et les couleurs de 26 à 650 dans une cuve d'épaisseur convenable pour donner une lecture entre 20 et 26 unités. On calcule tous les résultats à celui d'un moût à 10% dans une cuve de 25-mm, et l'évalue par deux chiffres significatifs, ou calcule au 0,5^o le plus proche pour des couleurs au-dessous de 10^o. Pour les malts pâles la précision est environ ± 1^o.

3.43.10 Azote Soluble Total (Protéine)

i) Méthode Pipetter deux volumes de 20 ml de moût clair dans deux ballons Kjeidahl, ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, et évaporer le liquide presque à sec sur un bain de sable. Refroidir, ajouter l'acide sulfurique et le catalyseur et minéraliser

et distiller comme pour l'azote total de l'orge, en employant un excès d'une solution d'acide borique à 2%

ii) Calcul Ceci s'explique mieux par moyen d'un exemple. On considère un malt qui contient

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Extrait sur la matière sèche | 80,8% |
| Azote sur la matière sèche | 1,70% |
| Extrait du moût du laboratoire | 8,48% |
| Azote soluble dans 100 ml de mout | 71,4mg |

Par conséquent: D'après la table de Plato, 100 ml de moût à 8,48° Plato contiennent 8,75 g d'extrait.

Puisque l'extrait sur la matière sèche est 80,8%, il y a dans 100 g de malt:

$$\frac{0,0714 \times 80,8}{8,75} = 0,659 \text{ d'azote soluble \% de malt sec}$$

Calculer la protéine soluble totale du malt en multipliant l'azote soluble total par 6,25.

3.43.11 L'Indice Kolbach L'indice Kolbach est l'azote soluble total du malt exprimé en pourcentage de l'azote total.

Les analyses de moût précédentes sont effectuées uniquement sur le moût filtre obtenu à partir du brassin "fine mouture".

3.43.12. Pouvoir Diastatique

i) Réactifs

Solution de Tampon Acetate Diluer 30 g d'acide acétique (réactif qualité analytique (AR)) à 1 litre avec de l'eau distillée. Dissoudre 34 g d'acétate de soude dans l'eau et compléter à 500 ml. Mélanger les deux solutions pour donner 1½ litres de solution de tampon acétate avec un pH de 4,3 ± 0,1.

Hydroxide de Soude Solution normale(N) d'hydroxide de soude (AR)

Acide Sulfurique Solution normale d'acide sulfurique

Iode N/10 solution d'iode

Hyposulfite de Soude N/10 solution d'hyposulfite de soude (AR)

Solution d'Amidon On prépare la solution d'amidon comme suit: Peser une quantité d'amidon soluble de Merck correspondant à 10 g de matière sèche et en faire une pâte avec un peu d'eau froide dans un mortier. Verser lentement cette pâte dans 400 ml d'eau bouillante dans un bécber de façon à ne pas interrompre l'ébullition. Laver le mortier avec un peu d'eau et faire bouiller la solution d'amidon 5 minutes. Plonger le bécber dans l'eau froide en agitant pour éviter la formation d'une pellicule. Transférer la solution refroidie dans un ballon jauge de 500 ml et compléter à 500 ml avec de l'eau.

ii) Méthode

Extraction de Diastase Amylolytique Réduire le malt en farine fine. Peser exactement le malt (20 g) dans un pot à malt en verre ou acier inoxydable, ajouter de l'eau distillée froide (480 ml), mélanger, porter au bainmarie à 40°C et agiter de façon continue avec un agitateur en verre ou en acier inoxydable. Une heure après, refroidir le pot et compléter à l'eau distillée le contenu, complète à 540 g. Verser sur un filtre répondant aux mêmes exigences que pour la filtration du moût conventionnel. Rejeter la première portion (200 ml), recueillir la suivante (50 ml) et l'utiliser immédiatement pour l'analyse en mesurant son action sur une solution d'amidon.

Saccharification Faire les essais en double, avec les essais à blanc nécessaires. Prendre 4 ballons jauges de 200 ml et mettre dans chacun d'eux 100 ml de la solution d'amidon à 2%. Ajouter aux deux premiers ballons (essai principal) 5 ml de tampon à l'acétate et les mettre tous les quatre 20 minutes dans le bain à 20°C. A ce moment, ajouter au moyen d'une pipette, exactement 5 ml de l'extrait de malt dans le ballon 1 et exactement une minute après, effectuer la même addition dans le ballon 2. Bien agiter chaque ballon et le laisser dans le bain 30 minutes à partir du commencement de l'addition de l'extrait de malt. Ce temps exactement écoulé, ajouter 4 ml de soude N pour inactiver les diastases. Comme les ballons témoins ne contiennent pas de solution tampon, il suffit de leur ajouter 0,65 ml de soude normale, et ensuite, après agitation, 5 ml d'infusion de malt. On ajuste les 4 ballons au trait de jauge avec de l'eau distillée et on mélange bien. Le contenu de chaque flacon doit avoir une réaction alcaline (bleue) vis à vis d'une solution alcoolique à 0,5% de thymolphtaléine.

Évaluation de Maltose Doser par iodometrie les sucres résultant de l'action diastastique. Prélever dans chaque ballon 50 ml de liquide, que l'on verse respectivement dans quatre Erlenmeyers de 150 ml, dans lesquels on ajoute, en outre, 25 ml d'iode N/10 et 3 ml de soude N. Agiter et abandonner 15 minutes (pour éviter les pertes d'iode, les fioles sont bouchées avec des bouchons de verre non ajustés). Verser alors dans chacune des quatre solutions 4,5 ml d'une solution d'acide sulfurique N et titrer l'iode en excès avec l'hyposulfite N/10 jusqu'à disparition de la couleur bleue. La quantité d'iode qui a réagi doit être comprise entre 6 et 12 ml ou alors il faut répéter les essais avec plus ou moins de malt.

Exprimer le résultat en donnant le nombre de grammes de maltose, qui seraient obtenus dans les conditions spécifiées à partir de 100 g de malt. Pour cela multiplier le nombre de ml d'iode ayant réagi, après soustraction de l'essai à blanc, par un facteur convenable. Ces facteurs sont:

| Quantité de malt utilisé | Nombre de ml d'iode N/10 à multiplier par |
|--------------------------|--|
| 10 g | 68,4 |
| 20 g | 34,2 |
| 40 g | 17,1 |

Les résultats ainsi obtenus sont exprimés en unités Windisch-Kolbach.

3.44 Essais de Micro-maltage

Des essais de micro-maltage sont valables pour déterminer les réactions d'une nouvelle récolte d'orge avant le maltage commercial. Un équipement permettant de traiter simultanément 8 lots de 1 kg d'orge et comprenant les appareils de maltage, germination et touraillage, est disponible pour de tels essais. Cependant il est cher, et d'ordinaire il ne sera pas recommandé dans un but de contrôle dans des petites malteries. Il est cependant envisagé que par la suite les malteries coopéreront à l'évaluation de la qualité au maltage des orges issues d'études agricoles et pour cette raison il serait prudent d'équiper le laboratoire avec un équipement de micro-maltage.

3.45 Type et Coût de l'Équipement Exigé

Les articles les plus importants de l'appareillage de laboratoire exigés pour entreprendre les mesures ci-dessus mentionnées sont indiqués dans la liste ci-après. Le coût de chaque article, donné par le fournisseur, a été calculé en francs rwandais (FRw) sur la base du taux de change actuel (juillet 1971). Voir le page suivant.....

| | <u>FRw</u> |
|--|------------------|
| <u>Moulins</u> | |
| 1 x Moulin Casella EBC | 57,500 |
| 1 x Moulinex Coffret No. 3 | 1,750 |
| <u>Balances</u> | |
| 1 x Balance infra-rouge MV660 pour détermination de l'humidité | 17,500 |
| 1 x Balance Mettler P1200 capable d'enregistrer un poids jusqu'à 1200 g à 0,001 g | 62,750 |
| 1 x Balance Mettler H10 automatique capable d'enregistrer un poids à 0,1 mg | 45,500 |
| 1 x Bain-marie à malt Steinmetz St 2 à quatre places | 52,250 |
| 1 x Appareil prometer pour détermination rapide de l'azote | 123,750 |
| 1 x Appareil Kjeldahl pour digestion/distillation | 37,500 |
| 1 x Compteur Marconi d'humidité, modèle TF 933A | 16,750 |
| 1 x Vitascope Foss-electric | 42,500 |
| 1 x Étuve Gallenkamp modèle IBS | 35,500 |
| 1 x Comparateur Lovibond AF 607/EBC et cuves | 17,500 |
| 1 x Compteur à lecture directe modèle 23A pH mètre | 37,500 |
| 1 x Drain à température constante équipé d'un agitateur d'une réfrigération et d'une tablette ajustable | 90,750 |
| 1 x Incubateur refroidi Gallenkamp | 45,000 |
| 1 x Déconiseur Raleigh, modèle 2 | 23,750 |
| 1 x Mélangeur d'échantillons Reeves | 5,600 |
| 1 x Sonde pour prendre des échantillons en sacs ouverts et en silos | 1,600 |
| 1 x Farinatome | 2,000 |
| 1 x Calibreur avec tamis emboitables de 2,2, 2,5 et 2,8 mm | 1,700 |
| 1 x Appareil Seeger de micro-maltage, y compris l'équipement de refroidissement et les appareils pour trempage, germination et touraillage | 1,011,000 |
| Équipements divers (articles de verres, etc) | 100,000 |
| Bancs à 15m complètement équipés et sorbonne | 240,000 |
| | <u>2,069,650</u> |

4. ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

4.1. Emplacement

4.1.1 Exigences Générales

Comme la région de culture de l'orge et la brasserie sont situées au nord du Rwanda, il est évident que la malterie doit être établie dans cette même région. Deux emplacements pourraient convenir: a) Gisenyi, dans le voisinage de la brasserie, et b) Ruhengeri, qui est à mi-chemin entre l'aire de culture de l'orge et la brasserie.

Le choix de l'emplacement à Gisenyi, contigu à la brasserie, comporte de nombreux avantages:

- 1) L'approvisionnement en électricité et en eau est adéquate;
- 2) Les services à la brasserie pourraient être mis à la disposition de la malterie;
- 3) Il serait possible d'établir un lien direct entre la malterie et la brasserie, et d'économiser ainsi sur les frais de manutention;
- 4) Il y a un réseau de bonnes routes entre les fermes d'orge.

En ce qui concerne Ruhengeri, la localisation proposée est située dans le voisinage de l'usine de pyrèthre, où la production devra commencer en janvier 1972. L'approvisionnement en électricité et en eau à Ruhengeri est adéquate, et malgré l'éventualité d'un manque d'électricité à court terme, les prévisions pour augmenter la production sont déjà en cours. Cet emplacement se trouve sur la route nationale, entre la région productrice de l'orge et la brasserie. L'avantage le plus sérieux de Ruhengeri serait l'équipement technique et l'atelier qui pourraient être mis définitivement à la disposition de la malterie, selon le but déclaré du projet de pyrèthre -

"En second lieu, ce projet vise à stimuler l'industrialisation future du pays, en utilisant les services de l'usine et en investissant les bénéfices qui proviendront de son fonctionnement pour développer d'autres activités industrielles" (Extrait du paragraphe 3, page 5 du Plan d'Opération pour l'Usine de Pyrèthre - référence UNIDO/TCD/SF5).

Le climat des deux emplacements est le même; il existe aussi à chaque endroit une main-d'oeuvre en puissance. Nous attachons cependant plus d'importance aux services techniques déjà installés à Ruhengeri, et à leur influence sur le succès du projet, qu'aux économies marginales sur les frais de manutention, qui seraient réalisées si la malterie était construite dans le voisinage de la brasserie. Sans ces services, la malterie serait obligée d'employer un

ingénieur étranger; l'effet sur les frais généraux serait très mauvais. Nous estimons qu'il y a aussi des avantages dans le choix d'un emplacement plus près de la région de culture de l'orge, puisque cela aidera à résoudre le problème de l'acheminement rapide de l'orge à la malterie après la récolte, avant qu'elle ne se détériore. La transportation du malt pose aussi un problème d'organisation, qu'il faut résoudre en établissant une opération régulière et progressive.

4.12 Besoins en Mazout, Énergie et Eau

Les besoins les plus importants sont en mazout, en énergie et en eau. Les besoins requis pour une production de malt de 2.000 tonnes sont:

Mazout; 1 tonne pour 10 tonnes de malt - c'est-à-dire au total, 200 tonnes.

Électricité; 78 kwh. la tonne de malt - au total 156.000 kwh.
Puissance effective: 344 kw.

Eau; 7 mètres cubes la tonne d'orge au taux de 12% d'humidité - au total: 16.600 m³.

Le coût pour l'ensemble de ces besoins est analysé dans la section 4.32.

4.2 Besoins en Personnel et Formation

4.21 Besoins en Personnel

Pour le personnel requis, ainsi que leurs qualifications, voir le tableau 4.1. Il est évident que ce genre d'industrie est de ceux qui demandent une concentration de capitaux. Le nombre total d'employés se chiffre à 10 seulement; ainsi, pour un capital fixe* à FRw 61.393.000, le montant par employé s'élève à FRw 6.139.300. Étant donné le taux de production de malt envisagé, il sera impossible de substituer les travailleurs non-qualifiés à l'argent (c'est-à-dire, aux machines coûteuses). Le nombre d'employés cité ne peut honnêtement être accru, sous les conditions actuelles au Rwanda; on pourra vraisemblablement accroître de beaucoup la production, sans augmenter les besoins en main-d'oeuvre.

Il est peu probable qu'on trouve un Rwandais expérimenté dans le maltage, le directeur devra donc être un étranger; l'assistant rwandais deviendrait sous-directeur au bout de trois ans et pourrait remplacer le directeur au bout de cinq ans. Les perspectives d'avancement sont restreintes, il pourra donc être difficile de trouver un directeur avec les qualifications et l'expérience requises. Une solution à ce problème pourrait être d'offrir le contract

* Construction et équipement, et réserve en cas d'imprévu.

d'association à une autre société de malterie, s'il s'avérait possible d'en acheter des actions.

On ne rencontrera aucune difficulté pour le recrutement des autres employés. Il sera peut-être assez difficile de trouver des techniciens ayant reçu un enseignement secondaire, mais, le cas échéant, il sera possible d'employer un candidat ayant reçu un enseignement primaire, s'il suit une formation plus longue que les deux mois normalement conseillés. Les manoeuvres devront être de haute qualité, puisqu'ils doivent être capables de jauger et de noter les températures. Le maltage, de sa nature même, exige un travail relayé; on envisage donc un relai avec 2 employés pendant la journée, suivi de deux autres relais avec un seul employé chacun. Un manoeuvre pourra donc se trouver seul dans l'usine, et doit par conséquent faire preuve de beaucoup de responsabilité. Le salaire des manoeuvres sera ajusté selon leur classement comme ouvriers semi-qualifiés.

Les services d'un technicien/ingénieur seraient requis de temps à autre pour la vérification et le remplacement de la machinerie; ceux d'un plombier indépendant et d'un électricien seraient également nécessaires. Malheureusement, la pénurie de main-d'oeuvre qualifiée au Rwanda est très grave. Il serait possible, si l'on choisissait l'emplacement à Ruhengeri, de procurer les services de l'ingénieur de l'usine de pyrethre. Un plombier et un électricien devraient aussi se trouver sur place.

4.22 Programme de Formation

Le sous-directeur, les laborantins et les manoeuvres auront tous besoin d'une période de formation spéciale.

Nous conseillons que le sous-directeur soit détaché à une malterie européenne pendant 3 mois. Au cours de cette période, il devra se familiariser avec les divers aspects du maltage, y compris la rentrée de l'orge et l'évaluation de sa qualité, la méthode de trempage, le contrôle de la germination et du touraillage, et la méthode normale pour contrôler la qualité. Il pourrait également faire un stage dans un laboratoire de contrôle. La récolte en Europe étant en août et septembre, il serait évidemment à souhaiter que sa formation couvre au moins une partie de cette période. Nous proposons donc qu'il quitte le Rwanda en juillet 1976, pour y reprendre son poste en octobre. Il serait ainsi sur place au moment des essais préliminaires et de la mise en marche de la malterie. Le schéma détaillé est donné dans le paragraphe 5.1.

Tableau 4.1 - Besoins en Personnel à la Malterie

| <u>Personnel à Temps Complet</u> | <u>Effectifs</u> | <u>Qualifications</u> |
|---|------------------|---|
| Président Directeur Général | 1 | Au moins 2 ans d'expérience comme directeur ou sous-directeur d'une malterie. Probablement étranger |
| Sous-directeur (Deviendra co-directeur) | 1 | Licencié en chimie. Aucune expérience requise |
| Laborantins | 2 | Enseignement secondaire. Études scientifiques de préférence |
| Secrétaire/employé de bureau | 1 | Dactylographie et pratique de la tenue de livres |
| Manoeuvres qualifiés | 5 | Possibilité d'apprendre de simples techniques |
| TOTAL | <u>10</u> | |
| <u>Personnel Intérimaire</u> | | |
| Technicien/ingénieur pour l'entretien | 1 | Licencié. Trois ans d'expérience. Étranger. |
| Plombier | 1 | Qualifications et expérience en plomberie |
| Électricien | 1 | Formation et expérience d'électricien |
| TOTAL | <u>3</u> | |

Le coût de ce détachement dépendrait des termes conclus entre les malteries concernées. Si, selon nos conseils, la brasserie et une société de maltage avait une participation financière dans la malterie, il serait peut-être possible d'en solliciter les frais de formation. Sinon, les frais pourraient être convertis dans le cadre d'un programme pour l'aide technique. Le coût d'un séjour de trois mois, frais de formation exclus, serait d'environ FRw 289.800; le coût de l'allocation de subsistance s'élèverait à FRw 2.400 le jour, c'est-à-dire, au total, FRw 216.000; le prix du voyage aller et retour en Europe serait de FRw 73.000.

Il faudrait apprendre aux laborantins la série de tests décrite dans le paragraphe 3.4. Il pourraient probablement suivre un cours sur les essais de germination au centre pour les recherches ISAR à Rubona, et sur les tests

portant sur le maltage à la brasserie de Gisenyi. Cette formation serait de 2 mois environ. Étant donné que le gouvernement contrôle le centre ISAR et que la brasserie aura probablement un intérêt financier dans la malterie, on peut supposer qu'aucun frais de formation ne sera perçu. Il faudra fournir seulement une allocation de subsistance (de FRw 200 - soit \$ 2 - par jour) Au total, le coût de la formation des 2 laborantins, pour les 2 mois serait de FRw 24.000.

La formation des manoeuvres est indispensable au bon fonctionnement de la malterie. Il sera possible, en principe, de les former sur place, au cours des deux mois prévus pour les essais préliminaires. Cela n'entraîne donc aucun frais special outre les salaires qui sont déjà comptés dans les frais nécessaires à la mise en marche de la malterie. Le tableau suivant donne les détails des frais de formation.

Tableau 4.11 - Frais de Formation

| | |
|--|----------------|
| 1. Sous-directeur (détaché en Europe pendant 3 mois) | FRw 289.800 |
| 2. Laborantins (détachés à des laboratoires au Rwanda) | <u>24.000</u> |
| 3 | <u>313.800</u> |
| - | |

Les frais de main-d'oeuvre à la malterie, avant et au cours du fonctionnement, sont détaillés dans la section 4.34.

4.3 Frais de Production

4.31 Achat de l'Orge et Financement

Le prix de l'orge à la sortie de la ferme est censé revenir à FRw 8 le kilo. Ce prix n'est pas supérieur à celui du blé (voir le paragraphe 2.1), mais la production de l'orge dépasse normalement celle du blé; puisque le prix est le même, on peut prévoir des revenus en especes plus élevés d'un tiers que pour le blé. Nous estimons que ces bénéfices constituent un stimulant suffisant pour assurer une production adéquate d'orge. Le prix le plus élevé ne sera payé que pour l'orge de qualité, sans fermentation ni altération de la couleur, et ayant un maximum de 6% de sassement, et un taux maximum d'humidité de 23%. Toute orge de qualité même légèrement inférieure à la norme, en ce qui concerne le sassement, serait pourtant acceptable; son plus faible rendement de malt serait compensé par la différence du prix. Les frais d'équipement en hommes des centres pour la rentrée d'orge et les

frais de transport jusqu'à Ruhengeri reviendraient à FRw 2 le kilo, c'est-à-dire au même prix que la brasserie a payé, en 1967, la récolte d'orge et son transport à Gisenyi, qui est situé à quelque 170 km de Byumba. Ruhengeri est à environ 60 km plus près de Byumba; il est donc probable que le coût sera, en fait, plus bas. L'acheminement a pourtant posé de graves problèmes, et nous préconisons un contrôle rigoureux de la rentrée. Il est donc préférable de prévoir un chiffre élevé. Le prix au total de livraison de l'orge à la malterie, reviendrait ainsi à FRw 10 le kilo. Si l'on prévoit une perte de 2% pour le sassement, et de 8% pour le maltage, les besoins de la malterie en orge brute seront de 2.678 tonnes pour une production de malt de 2.000 tonnes.

Afin d'empêcher qu'une diminution de qualité ne survienne entre la récolte de l'orge et le moment où elle sera requise pour le maltage, nous conseillons (voir le paragraphe 2.32) que la malterie achète l'orge tout de suite après la récolte, pour permettre des conditions optima pour le séchage et le stockage. Il faudra donc un prêt intérimaire pour couvrir le délai entre le moment d'achat de l'orge et de vente du malt. Les banques commerciales font des prêts intérimaires qui se remboursent automatiquement. Le tableau suivant indique l'amortissement du prêt en huit versements, après un délai de 4 mois. Le taux d'intérêt pratiqué au Rwanda sur de tels prêts est de 9%.

Tableau 4.111 - Exemple de Prêt Intérimaire pour Financer la Production

| <u>Mois</u> | <u>Montant de prêt à la fin du mois</u> | <u>Somme due au cours du mois</u> | <u>Somme remboursée à la fin du mois</u> | <u>Intérêt payé à la fin du mois</u> |
|-------------|---|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Août | 1000 | - | - | - |
| Sept. | | 1,000 | - | 7,50 |
| Oct. | | 1,000 | - | 7,50 |
| Nov. | | 1,000 | - | 7,50 |
| Déc. | | 1,000 | - | 7,50 |
| Jan. | | 1,000 | 125 | 7,50 |
| Fev. | | 875 | 125 | 6,56½ |
| Mars | | 750 | 125 | 5,62½ |
| Avril | | 625 | 125 | 4,68½ |
| Mai | | 500 | 125 | 3,75 |
| Juin | | 375 | 125 | 2,81½ |
| Juillet | | 250 | 125 | 1,87½ |
| Août | | 125 | 125 | 93½ |

Il en sort que l'intérêt à payer sur de tels emprunts s'élève au total à 63,75 pour 1.000 ou à 6,375%.

Le montant total des coûts annuels de l'orge et de l'intérêt est donc le suivant:-

| | |
|--|------------|
| Pour un niveau de production de 2.000 tonnes de malt | <u>FRw</u> |
| 2.678 tonnes d'orge livrées à FRw 10 le kilo | 26.780.000 |
| Intérêt sur l'emprunt pour les récoltes au taux réel de 6,375% | 1.707.225 |
| Pour chaque tonne supplémentaire de malt | |
| 1.339 tonnes d'orge livrées à FRw 10 le kilo | 13.390 |
| Intérêt sur l'emprunt pour les récoltes, à 6,375% | 854 |

4.32 Mazout, Électricité, Eau

Le mazout est indispensable au séchage de l'orge et du malt, et représentera une part importante des dépenses. La consommation moyenne de mazout est d'une tonne pour 10 tonnes de malt. Si l'on se fonde sur l'exemple du prix du mazout livré à une implantation industrielle au Rwanda en 1970, qui était de FRw 10.200 la tonne, les frais annuels de mazout seraient de:

| | |
|---|------------|
| | <u>FRw</u> |
| Pour un niveau de production de 2000 tonnes de malt | 2.040.000 |
| Pour chaque tonne supplémentaire de malt | 1.020 |
| En ce qui concerne l'électricité, la puissance effective de la malterie sera de 344 kw; la consommation estimée d'électricité sera de 78 kwh. la tonne de malt. L'électricité se paye selon deux modalités: un prix forfaitaire annuel de FRw 500 le kw. installé, et une somme proportionnelle de FRw 0,7 le kwh consommé. Les frais annuels d'électricité seront donc de: | |

| | |
|--|------------|
| | <u>FRw</u> |
| Pour une production de 2000 tonnes de malt | |
| Tarif forfaitaire de FRw 500 le KW installé | 172.000 |
| Tarif proportionnel de FRw 0,7 le kwh consommé | 109.000 |
| Pour chaque tonne supplémentaire de malt | |
| Tarif proportionnel de FRw 0,7 la kwh utilisé | 55 |

Les besoins en eau seront de 7 mètres cubes la tonne d'orge, à un taux d'humidité de 12%. Les 2.678 tonnes d'orge - taux d'humidité de 20%

nécessaires à la production de 2000 tonnes de malt, sont réduites à 2.365 tonnes d'orge - taux d'humidité de 12 %. Si le coût de l'eau revient à FRw 10 le mètre cube, le coût par an de l'eau sera le suivant:

| | <u>FRw</u> |
|---|------------|
| Pour une production de 2,000 tonnes de malt | 166.000 |
| Pour chaque tonne de malt en sus | 83 |
| Frais au total: | |
| Pour 2,000 tonnes de malt | 2.487.000 |
| Pour chaque tonne de malt en sus | 1.158 |

4.33 Assurance

Au Royaume Uni, les frais d'assurance pour l'équipement de la malterie atteindraient une moyenne de 0,25%, l'assurance sur les bâtiments serait moins élevée. On n'a pu obtenir les chiffres estimés pour le Rwanda, mais ils seront certainement plus élevés; nous partons de la supposition qu'ils seront de 0,5%. La valeur des bâtiments et matériel est évaluée à FRw 56 millions environ (voir la section 4.41 pour de plus amples renseignements). Les frais d'assurance seront donc de FRw 280.000 l'an. Il sera nécessaire d'établir un taux d'assurance semblable pour l'orge. Les stocks d'orge varient selon la saison; nous avons donc établi nos calculs selon un taux réel de 0,25%. Les frais annuels seront:

| | <u>FRw</u> |
|--|------------|
| Pour une production de 2000 tonnes de malt | |
| Stocks d'orge, évalués à FRw 26.780.000, au taux de 0,25 | 66.950 |
| Pour chaque tonne de malt supplémentaire | |
| Stock d'orge évalué à FRw 13.390, au taux de 0,25% | 33 |
| Frais d'assurance au total | |
| Production de 2000 tonnes de malt | 347.000 |
| Chaque tonne de malt supplémentaire | 33 |

4.34 Frais de Main d'Oeuvre

Le tableau suivant donne le coût estimé de main-d'oeuvre, établi en fonction des besoins en personnel, détaillés dans le paragraphe 4.21. Pour les employés rwandais, la part de la sécurité sociale est établie à 5%. Pour le directeur étranger, sont compris: assurance, retraite, et congé payé à l'étranger. Au bout de 5 ans, le directeur devra rentrer en Europe,

pour être remplacé par l'ancien sous-directeur. Il serait prudent, sinon indispensable, de nommer un nouveau sous-directeur. Le salaire du directeur rwandais est estimé à FRw 500.000 par an, plus 5% pour la sécurité sociale, et 5% pour la retraite complémentaire, ce qui revient à FRw 550.000 au total. L'économie réalisée sera de FRw 1.150.000 par an, ce qui entraîne une réduction à partir de la sixième année des frais de main-d'oeuvre de FRw 2.554.000 sur les FRw 1.404.000 du début.

Tableau 4.1V - Frais Annuels de Main-d'Oeuvre

| <u>Personnel à temps Complet</u> | <u>Salaire</u> | <u>Sécurité Sociale</u> | <u>Total</u> |
|---|----------------|-------------------------|--------------|
| Président Directeur Général (étranger) | 1.400 | 300 | 1.700 |
| Sous-directeur | 180 | 9 | 189 |
| 2 Laborantins | 148 | 7 | 155 |
| Employé de bureau | 48 | 2 | 50 |
| 5 Ouvriers semi-qualifiés | <u>120</u> | <u>6</u> | <u>126</u> |
| | <u>1.896</u> | <u>324</u> | <u>2.220</u> |

Services Techniques provenant de l'Extérieur

| | |
|---|--------------|
| Ingénieur (étranger) 26 jours de travail réel par an; salaire calculé sur la base d'une année de 230 jours de travail, à double tarif | 316 |
| Plombier et électricien - 52 jours de travail par an à FRw 175 par jour | 18 |
| Total | <u>334</u> |
| <u>Total Global</u> | <u>2.554</u> |

Aucune hausse des frais de main d'oeuvre n'est prévue à la suite d'accroissement de la production, parce que le fonctionnement de la malterie exigera un équipement en hommes pendant les 24 heures. Il sera possible d'assurer une production annuelle de 3.000 tonnes sans exigences accrues de financement, ou d'hommes pour le fonctionnement des machines.

4.35 Frais Divers

Une allocation de FRw 300.000 par an est prévue pour les frais de bureau, de laboratoire, de véhicules et de divers articles non couverts par ailleurs.

4.36. Résumé des Frais de Production

Le tableau suivant réunit les divers frais déjà indiqués, plus 10% pour couvrir les imprévus.

Tableau 4.V - Coût de Production de Malt

| <u>Article</u> | <u>Coût de 2000 tonnes de malt (FRw 000s)</u> | <u>%</u> | <u>Coût marginal par tonne (FRw)</u> |
|---|---|--------------|--------------------------------------|
| Achat de l'orge | 26.780 | 71,3 | 13.390 |
| Frais de récolte | 1.707 | 4,5 | 854 |
| Mazout, électricité et eau | 2.487 | 6,6 | 1.158 |
| Assurance | 347 | 1,0 | 33 |
| Frais de main-d'oeuvre | 2.554 ⁽¹⁾ | 6,7 | 0 |
| Frais de bureau, de laboratoire et frais divers | 300 | 0,8 | 0 |
| Total | 34.175 | 90,9 | 15.435 |
| Réserves en cas d'imprévu | <u>3.418</u> | <u>9,1</u> | <u>1.544</u> |
| TOTAL | <u>37.593</u> | <u>100,0</u> | <u>16.979</u> |

Note: (1) Réduction de FRw 1.150.000 au bout de 5 ans.

On prévoit que les besoins en malt vers 1975 seront de 2.000 tonnes par an, sans compter les gains aléatoires apportés par les exportations. (voir le paragraphe 1.2) Pour établir un programme de production, nous avons pris ce chiffre comme représentant le niveau initial des 12 mois de décembre 1976 à novembre 1977. La hausse prévue de la demande est de 4,1% par an. La décision de ne pas tenir compte des exportations aléatoires est expliquée dans le paragraphe 1.3. Le tableau 4.V1 donne les différents niveaux de production et les frais de production prévus pour les 10 années du projet.

4.4 Montant Total des Capitaux

4.41 Capital Immobilisé

Normalement, le coût du terrain nécessaire à la malterie serait analysé dans cette étude. Au Rwanda, cependant, le gouvernement a déjà

Tableau 4.V1 - Production: Programme et Frais de 1977 à 1986

| <u>Année</u> ⁽¹⁾ | <u>Production en tonnes</u> | <u>Frais de production (FRw 000s)</u> |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1977 | 2.000 | 37.573 |
| 1978 | 2.082 | 38.965 |
| 1979 | 2.167 | 40.408 |
| 1980 | 2.256 | 41.920 |
| 1981 | 2.349 | 43.499 |
| 1982 | 2.445 | 43.979 |
| 1983 | 2.545 | 45.677 |
| 1984 | 2.650 | 47.459 |
| 1985 | 2.758 | 49.293 |
| 1986 | 2.871 | 51.212 |

Note (1) - fin de l'année : 30 novembre

fourni un terrain à titre gratuit pour une usine de pyrèthre. Nous recommandons de suivre cet précédent dans le cas de la malterie; par conséquent la valeur du terrain est nulle. Pour les détails techniques et les divers aspects de construction de la malterie, voir les paragraphes 3.2 et 3.3. Les experts ont calculé le coût de l'équipement à partir de discussions avec un fabricant de matériel semblable, au Royaume Uni; les frais du transport du matériel sont compris dans l'évaluation totale. Les experts ont également établi les frais de construction de l'usine de pyrèthre, et ont prévu une somme pour le contrôle mécanique requis. Les détails sur le matériel nécessaire ainsi que sur son prix - établis à partir de catalogues techniques - sont donnés dans le paragraphe 3.45. Une somme pour les frais de transport est comprise. Le prix du matériel de bureau est établi selon les prix en cours au Rwanda.

Le coût de la malterie, de la machinerie et de l'outillage sont:

| | <u>FRw 000s</u> |
|--|-----------------|
| Terrain | - |
| Bâtiments | 15.360 |
| Équipement (livraison comprise) | 40.452 |
| - matériel pour le maltage | 19.308 |
| - matériel nécessaire au stockage et à la manutention du grain | 18.324 |
| - matériel de laboratoire | 2.320 |
| - matériel de Bureau | <u>500</u> |
| TOTAL | <u>55.812</u> |

Les frais prévus pour le réseau nécessaire de services - égout, énergie et eau - ne seront pas très importants puisque ces services sont déjà installés à l'emplacement recommandé. Une somme symbolique de FRw 10.000 est prévue à cette fin.

On devrait fournir le logement du directeur et du sous-directeur en tant qu'avantage supplémentaire. Les calculs du prix de ce logement sont fondés sur le prix moyen d'habitations neuves au Rwanda, c'est-à-dire: FRw 12.000 le mètre carré. Il faut également prévoir les frais d'achat de véhicules pour l'usage de la malterie. Le directeur et le sous-directeur devront disposer chacun d'une voiture fournie par la malterie; pour les trajets entre les différentes régions de culture, il faudra acheter un landrover. Étant donné que l'on propose de se servir de messageries, il ne sera pas nécessaire d'acheter de véhicules pour le transport de l'orge à la malterie ou du malt à la brasserie. Les frais de transport sont inclus dans l'évaluation des frais de production et du prix du malt à la sortie de l'usine. Les frais de logement et des véhicules sont:

| | <u>FRw 000s</u> |
|-------------------------------|-----------------|
| Logement | 2.440 |
| - pour le directeur | 1.440 |
| - pour le sous-directeur | 1.000 |
| Véhicules | |
| - deux voitures, un landrover | 900 |

La valeur du logement ne baissera pas au cours des 10 années; elle pourrait même accroître, puisqu'il y a normalement une valorisation des biens immobiliers.

4.42 Exigences en Fonds de Roulement

Les fonds de roulement ont un double rôle. D'abord, ils sont nécessaires au financement des expériences et tests portant sur l'orge, chose essentielles avant de prendre une décision ferme en faveur de la malterie. Ensuite, avant la mise en marche, les fonds de roulement subviendront aux besoins en matière d'approvisionnement initial en mazout et en sacs pour l'emballage. Les fonds de roulement ne subviendront cependant pas à financer l'achat des récoltes, pour lequel est prévu un prêt accordé par une banque commerciale. Le paragraphe 4.31 fournit de plus amples renseignements sur le prêt prévu ainsi que sur son amortissement. L'évaluation des frais de production comprend l'intérêt et l'amortissement du prêt.

Dans le domaine des expériences sur la récolte, les principaux frais toucheront à l'emploi d'un agronome pendant une période de 3 ans. Nous estimons que le contrôle des expériences et tests ne peut constituer un travail à temps complet; l'agronome devra donc partager ses services entre la malterie et un ou plusieurs autres projets au Rwanda. Nous estimons que l'agronome devra probablement venir de l'étranger; il faudra donc prévoir des frais semblables que pour le directeur de la malterie. Les frais portant sur la culture seront insignifiants, mais pour les tests, il faudra avoir recours à des laboratoires, probablement en Europe. Les experts restent à la disposition de toute personne desirant procéder à de tels tests. Le coût estimé du programme de culture et d'expérimentation est le suivant:

| | <u>FRw 000s</u> |
|--|-----------------|
| Salaire de l'agronome (un an et demi de travail étalé sur 3 ans) | 2.550 |
| Frais de culture | 250 |
| Frais d'essais | <u>2.700</u> |
| Total | <u>5.500</u> |

Les frais de main-d'oeuvre représenteront la part la plus importante de tous les frais préliminaires à la mise en marche de la malterie. Le paragraphe 5.1 donne le schéma proposé pour l'établissement de la malterie. Le tableau 4.V11 est basée sur ce schéma, et indique le nombre de mois de travail et les effectifs nécessaires pendant la période avant la mise en marche de la malterie; c'est-à-dire, avant le 30 novembre 1976.

Tableau 4.V11 - Coût de Main-d'Oeuvre avant la Mise en Marche de la Malterie

| | <u>Date d'Emploi</u> | <u>Nombre de Mois de Travail</u> | <u>Coût Annuel (FRw 000s)</u> | <u>Coût Total (FRw 000s)</u> |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Président Directeur Général | Juin 1975 | 18 | 1.700 | 2.550 |
| Sous-directeur | Juillet 1976 | 5 | 189 | 79 |
| 2 Laborantins | Juillet 1976 | 5 | 155 | 65 |
| Employé de bureau | Juin 1975 | 18 | 50 | 75 |
| Ouvriers semi-qualifiés | Septembre 1976 | 3 | 126 | <u>32</u> |
| | | | | <u>2.801</u> |

La formation nécessaire pour ces effectifs est indiquée dans le paragraphe 4.22; le prix de revient est de FRw 313.800.

Les frais de combustible pendant la période préparatoire seront substantiels, car il faudra faire sécher l'orge brute après la première récolte. Nous calculons qu'un quart de la somme annuelle prévue pour le combustible suffira (FRw 510.000). Quant à l'électricité, le coût sera légèrement au-dessus du tarif forfaitaire pour 3 mois (FRw 43.000); nous avons compté une somme symbolique de FRw 10.000 pour la consommation en eau, qui sera d'ailleurs vraisemblablement minime. Les frais de combustible, d'énergie et d'eau sont au total de FRw 563.000 pour la période précédant la mise en marche.

Les frais de bureau au cours de la même période - le prix de produits chimiques pour le laboratoire et d'autres frais divers compris - ne seront pas aussi importants qu'au cours d'une année de fonctionnement normal. D'ailleurs, pendant cette période le directeur accomplira son travail à partir de son domicile. Au total, ces frais ne dépasseront pas les FRw 200.000.

Finalement, il faudra prévoir un approvisionnement en mazout pour 6 semaines, et un stock de matériel d'emballage (sacs, en particulier). Les frais de mazout seront de FRw 235.000 et des sacs, de FRw 200.000. Une part des frais d'exploitation étant réservée au remplacement de ces objets, ce pourcentage des fonds de roulement sera récupéré à la longue. Le tableau suivant donne les fonds de roulement exigés.

Tableau 4.V111 - Exigences en Fonds de Roulement

| | |
|--|--------------|
| Expériences et tests sur la culture de l'orge | 5.500 |
| Main-d'oeuvre (pendant la période préparatoire) | 2.801 |
| Formation | 314 |
| Électricité, mazout et eau (pendant la période préparatoire) | 563 |
| Frais divers, frais de bureau et de laboratoire | 200 |
| Approvisionnement initial en mazout | 235 |
| Fourniture initiale de matériel | <u>200</u> |
| Total | <u>9.813</u> |

4.43 Aperçu des Débours

Les capitaux nécessaires comprenant une réserve de 10% pour couvrir les imprévus (voir les paragraphes 4.41 et 4.42) sont résumés dans le Tableau 4.1X.

Le calendrier des sorties de fonds peut influencer sur la valeur

économique et financière d'un projet. Il importe donc d'établir un schéma des débours en précisant les sommes dues ainsi que les dates d'échéance.

Tableau 4.1X - Budget pour l'Établissement de la Malterie

| | <u>Montant</u> |
|--------------------|----------------|
| Terrain | 0 |
| Bâtiments | 15.360 |
| Matériel | 40.452 |
| Logement | 2.440 |
| Véhicules | 900 |
| Fonds de roulement | <u>9.813</u> |
| Total | 68.965 |
| 10% (réserves) | <u>6.897</u> |
| TOTAL | <u>75.862</u> |

Des sommes importantes seront nécessaires en 1971, 1972 et 1973, pour les expériences et tests sur l'orge des années suivantes. Le coût de ces expériences sera de FRw 5.500.000, plus une réserve de ^{10%} pour couvrir les imprévus. Le capital souscrit de FRw 2.000.000 du 30 novembre 1971, 1972 et 1973 subviendra à ces besoins.

Comme le directeur sera nommé en juin 1975, le capital souscrit le 30 novembre 1974 devra couvrir sa maison (FRw 1.440.000); son salaire et divers avantages, pour une période de 6 mois (FRw 850.000); le salaire de l'employé de bureau pour une période de 6 mois également (FRw 25.000); au moins un véhicule (FRw 300.000); frais divers et frais de bureau (FRw 100.000). La réserve de 10% inclus, le total sera de FRw 2.987.000.

Le tableau 4.X donne tous les renseignements sur les débours.

Le budget devra être fourni pour le 30 novembre 1975, car les frais de construction et de matériel, et les frais divers nécessaires avant la mise en marche de la malterie, seront dus dans l'année suivante.

Tableau 4.X - Tableau des Echéances

| <u>Date</u> | <u>Montant</u> |
|-------------------|----------------|
| Novembre 30, 1971 | 2.000 |
| Novembre 30, 1972 | 2.000 |
| Novembre 30, 1973 | 2.000 |
| Novembre 30, 1974 | 2.987 |
| Novembre 30, 1975 | <u>66.875</u> |
| Total | <u>75.862</u> |

4.5 Analyse Financière

4.51 Excédent de Rendement

Par l'excédent de rendement, on entend la différence entre les prix à la production et le revenu. Autrement dit, c'est la somme d'argent disponible, en principe, pour être perçue en charges fiscales par le gouvernement, ou bien en versements par les bailleurs de fonds par le paiement d'intérêt ou de dividendes.

Le coût du programme de production est prévu dans la section 4.36. Le revenu est le prix courant du malt d'importation multiplié par la production prévue. Or, le prix courant du malt d'importation est de FRw 27 le kilo, livraison à la brasserie de Gisenyi comprise. La brasserie représente le seul marché pour le malt, et il faudra un stimulant réel pour l'encourager à s'engager à l'achat exclusif du malt produit dans la région. Pour parvenir à cette fin, on pourra consentir une réduction de 10% sur le prix de malt (livraison comprise) - c'est-à-dire de FRw 27 le kilo à FRw 24,3 le kilo. Cela représenterait pour la brasserie des économies de FRw 5,4 millions par an, pour une exigence en malt de 2.000 tonnes avant 1977. Le coût du transport à partir de la malterie à Ruhengeri en destination de Gisenyi est évalué à FRw 0,7 le kilo, ce qui donne le prix de FRw 23,6 le kilo de malt à la sortie de l'usine.

Dans le paragraphe 1.3, nous avons démontré que si la malterie vendait le malt à l'étranger à FRw 18,7 le kilo, son bénéfice serait de 10% sur la marge des frais de production. Nous estimons cependant inutile de comprendre les exportations dans notre évaluation financière et économique, en raison de leur incertitude. De même, on ne s'attend pas à trouver un marché pour les sous-produits. Le tableau suivant indique l'accroissement prévu de l'excédent de rendement de la malterie - 1977 à 1986.

Tableau 4.X1 - Excédent de Rendement de la Malterie 1977 - 1986

| <u>Année</u> ⁽¹⁾ | <u>Prix à la production en tonnes</u> | <u>Recettes (FRw 000s)</u> | <u>Frais de production</u> | <u>Excédent de rendement</u> |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1977 | 2.000 | 47.200 | 37.573 | 9.627 |
| 1978 | 2.082 | 49.135 | 38.965 | 10.170 |
| 1979 | 2.167 | 51.141 | 40.408 | 10.733 |
| 1980 | 2.256 | 53.242 | 41.920 | 11.322 |
| 1981 | 2.349 | 55.436 | 43.499 | 11.937 |
| 1982 | 2.445 | 57.702 | 43.979 | 13.723 |
| 1983 | 2.545 | 60.062 | 45.677 | 14.385 |
| 1984 | 2.650 | 62.540 | 47.459 | 15.081 |
| 1985 | 2.758 | 65.089 | 49.293 | 15.796 |
| 1986 | 2.871 | 67.756 | 51.212 | 16.544 |

Note (1): fin de l'année: le 30 novembre.

4.52 Taux de Rentabilité de Base

Dans toute étude d'un projet d'investissement par rapport au discounted cash flow, le taux de rentabilité pour l'entrepreneur dépend du système de financement. En général, plus les taux d'intérêt sur l'emprunt fait par l'entrepreneur sont bas, plus le taux de rentabilité DCF sera intéressant. Malheureusement, les entrepreneurs réussissent rarement à se procurer tout l'argent requis pour l'investissement, et les taux d'intérêt sur la marge des emprunts ont souvent tendance de monter brusquement. Par conséquent, il faut le plus souvent choisir soit de faire un emprunt de faible importance mais à un taux d'intérêt en moyenne relativement bas, soit d'effectuer un emprunt plus important mais avec un taux d'intérêt nettement plus élevé. Toute étude financière doit avoir pour objet d'évaluer le taux de rentabilité pour l'entrepreneur, partant de la supposition de l'existence d'une structure financière optimum.

La solution la plus simple est de calculer le taux de rentabilité de base - c'est-à-dire selon l'hypothèse où l'entrepreneur disposerait de capitaux suffisants pour investir à tout moment. Il n'a donc pas besoin d'emprunter, et évite ainsi tous frais de financement. Il est donc facile de calculer le taux de rentabilité, et, partant, d'établir la structure financière optimum. Il est évident que tout emprunt à un taux d'intérêt inférieur à la norme permettra une amélioration du taux de rentabilité DCF, tandis que tout emprunt à un taux d'intérêt supérieur à la norme aura l'effet contraire. Au cours de cette expérience, il ne faut pas perdre de vue que le taux réel d'intérêt des prêts commerciaux diffère souvent du taux déclaré primitivement; par conséquent, il faut établir tous les détails de paiement des intérêts et des capitaux. Les différentes règles fiscales en cours peuvent également entraîner des complications, exigeant une évaluation indépendante.

En ce que concerne ce projet, le taux de rendement de base peut être calculé à partir du schéma des débours (voir le paragraphe 4.43) et de l'excédent de rendement (voir le paragraphe 4.51). A l'heure actuelle, il n'est pas possible de tenir compte des charges fiscales qui seront perçues sur les bénéfices par le gouvernement rwandais, en raison du fait qu'elles dépendent de la structure financière, qui n'est pas encore établie. Le tableau suivant donne une évaluation du taux de rentabilité de base.

Tableau 4.X11V- Taux de Rentabilité de Base de la Malterie (FRws 000s)

Amortissement sur 11,58 années.

Taux de rentabilité (interne) ajusté aux échéances est de 7,90%.

Étude des Cash-Flows et des Valeurs Escomptées

| <u>Année finissant en novembre</u> | <u>Cash-flow net</u> | <u>Cash-flow cumulatif</u> | <u>Valeur actuelle</u> | <u>Valeur actuelle cumulative</u> |
|--|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 1971 | - 2.000 | - 2.000 | - 2.000 | - 2.000 |
| 1972 | - 2.000 | - 4.000 | - 1.854 | - 3.854 |
| 1973 | - 2.000 | - 6.000 | - 1.718 | - 5.571 |
| 1974 | - 2.987 | - 8.987 | - 2.378 | - 7.949 |
| 1975 | -66.875 | -75.862 | -49.340 | -57.290 |
| 1976 | 0 | -75.862 | 0 | -57.290 |
| 1977 | 9.627 | -66.235 | 6.101 | -51.189 |
| 1978 | 10.170 | -56.065 | 5.973 | -45.215 |
| 1979 | 10.733 | -45.332 | 5.842 | -39.373 |
| 1980 | 11.322 | -34.010 | 5.712 | -33.661 |
| 1981 | 11.937 | -22.073 | 5.581 | -28.080 |
| 1982 | 13.732 | - 8.341 | 5.951 | -22.129 |
| 1983 | 14.385 | 6.044 | 5.777 | -16.352 |
| 1984 | 15.081 | 21.125 | 5.613 | -10.738 |
| 1985 | 15.796 | 36.921 | 5.449 | - 5.289 |
| 1986 | 16.544 | 53.465 | 5.289 | 0 |

4.53 Sources Financières

Étant donné que le taux de rentabilité de base est évalué à 8% environ il est possible dès à présent de procéder à l'examen d'une source alternative de financement. En principe, les sources sont internes (rwandais) ou externes (étrangers).

Les banques représentant la source de capitaux la plus importante au Rwanda. Il y a deux banques commerciales: la Banque de Kigali et la Banque Commerciale du Rwanda. Les deux accordent des crédits à moyen terme et à long terme, à des taux d'intérêt de 9 à 13%, selon la situation de l'emprunteur. Normalement, ils refusent tout allongement des crédits à long terme; il leur est d'ailleurs rigoureusement interdit de financer les projets de construction de logement. De plus, leurs taux d'intérêt - soit, un minimum de 9% - sont trop élevés par rapport au taux de rentabilité de base.

La Banque Rwandaise de Développement semble être la source la plus propice pour les crédits. Établie en 1967, avec des crédits initiaux de FRw 50 millions, elle est chargée d'encourager l'investissement au Rwanda. La Banque nationale du Rwanda - banque centrale - consent des prêts aux seuls départements gouvernementaux, et aux pouvoirs publics. Les termes du privilège de la Banque de Développement stipulent qu'elle peut être possesseur des actions

d'une entreprise, mais en raison de la faiblesse de ses avoirs, elle limite normalement ses services au consentement de prêts à moyen terme et à long terme. Les fonds nécessaires à ces crédits ne proviennent pas de ses propres fonds mais d'un emprunt direct à la Banque Nationale. Aucune restriction n'est spécifiée au montant disponible à la Banque Nationale. Certains des prêts qu'elle a déjà consentis ont été substantiels: un prêt récemment accordé à une usine pour le traitement du thé était de FRw 33 millions, à rembourser sur 30 ans. Le taux d'intérêt perçu par la Banque de Développement est normalement de 3%, mais peut aller jusqu'à 9%. Le taux de 3% représente en fait une concession, et frôle la subvention. Un emprunt obtenu de cette source se justifierait seulement si la malterie était valable du point de vue de l'économie rwandaise, mais non pas du côté purement financier. Il va sans dire que le taux d'intérêt de 3% relancerait le taux de rentabilité DCF.

Le financement étranger pourra provenir de sources officielles aussi bien que de sources privées. En ce qui concerne les sources officielles, il sera peut-être possible d'obtenir des prêts "faibles" (c'est-à-dire, à des taux d'intérêt faibles), de certaines agences internationales ou de certains pays qui fournissent une aide. A l'heure actuelle, il est impossible de prévoir avec certitude les sources éventuelles de financement pour un projet dont la mise en marche, pour dans quatre ans, n'est pas encore définitive. Le coût des expériences sur la culture de l'orge et des tests sur le grain représentent une dépense relativement restreinte sur les trois années à venir, et nous estimons qu'il faut solliciter une subvention de la part des Nations Unies pour couvrir les services techniques nécessaires à cette fin.

Les pays industriels les plus importants ont tous un système d'allocation de crédits à l'exportation qui pourraient subvenir aux fonds nécessaires à l'achat de matériel. Le projet britannique, sous l'égide de l'Export Credit Guarantee Department, porte actuellement un taux d'intérêt de 7½%. Ces crédits sont généralement accordés sur 80% du matériel d'exportation, et le remboursement peut s'étendre sur 7 ans à partir de la date de commission. Une banque de première importance doit se porter garant du prêt. D'autres pays industriels ont de semblables projets. Le Rwanda pourrait probablement obtenir ainsi un maximum de FRw 30 millions. Il est peu probable que la malterie se procure des crédits de sources privées d'outre-mer, car le taux d'intérêt perçu sur l'investissement à obligations est de 12 à 15%, et sur l'investissement à actions ordinaires, de 16 à 20%. Le taux de base de la malterie étant de

moins de 8%, elle sera donc dans l'impossibilité de répondre à de telles obligations. Il existe pourtant deux sources privées susceptibles de s'y intéresser pour des raisons particulières. Tout d'abord, il y a la société propriétaire de la brasserie à Gisenyi. Nous avons insisté sur les deux faits que le succès du projet dépend de la brasserie, et qu'il faudra rigoureusement interdire les importations de malt au Rwanda, une fois la malterie établie. L'avenir de la brasserie est étroitement lié à la malterie. Nous avons déjà préconisé une réduction de 10% sur le prix de l'orge à la livraison pour stimuler l'intérêt de la brasserie. La brasserie réaliserait ainsi des économies de FRw 5,4 millions par an. Nous estimons qu'on pourra raisonnablement solliciter la brasserie à engager le montant des économies qu'elle effectuerait ainsi sur trois ans, si le projet réussit. Même en cas d'échec, la brasserie ne s'en trouverait pas plus mal que si elle avait continué à importer ses besoins en malt. Il faudra tout tenter pour gagner l'appui actif de la brasserie, qui devra engager quelque 16 millions de francs rwandais dans la malterie. A ce titre, il faudra peut-être garantir le prix de malt au cours les trois premières années. Il est également possible qu'une des malteries internationales qui ont déjà fourni la brasserie en malt s'intéresse au projet, car celui-ci pourrait aider à sauvegarder les marchés extérieurs contre le déclin.

Il serait prématuré d'établir des conclusions quant aux sources éventuelles de financement. En cas d'une décision en faveur de la malterie, les experts restent à la disposition de Gouvernement rwandais pour la sollicitation d'aide internationale comme pour l'organisation de négociations avec les sociétés privées. Nous proposons tout de même, à titre d'exemple, un système possible de financement, qui servira aussi à évaluer le taux de rentabilité DCF. En voilà les principaux aspects:

- (1) Actions ordinaires, détenues par la société Interbra et/ou par une malterie internationale
 - capital nominal: FRw 16.000.000
 - émission prévue: FRw 15.862.000
- (2) ECGD, ou équivalente à 7½%, remboursement sur 7 ans à partir de la date de commission, garant porté par une banque de première importance
 - FRw 30.000.000
- (3) Prêt consenti par la Banque Rwandaise de Développement à 3% d'intérêt: remboursement sur 10 ans à partir de la date de commission
 - FRw 24.000.000
- (4) Subvention à l'aide technique accordée par les Nations Unies ou par une agence pour l'aide bilatérale - FRw 6.000.000

4.54 Évaluation du Cash-Flow pour Actionnaires Ordinaires

Le système de financement proposé à titre d'examen dans la section précédente, permet d'évaluer le cash-flow.

Les tableaux suivants indiquent l'échéance des 2 prêts mentionnés ci-dessus.

Tableau 4.X111 - Schéma de Remboursements sur 7 Ans d'un Prêt de FRw 30 millions de l'ECGD ou Equivalent (FRw 000s)

| <u>Année finissant le 30 novembre</u> | <u>Montant de l'emprunt</u> | <u>Somme due</u> | <u>Paiement de l'intérêt</u> ⁽¹⁾ | <u>Remboursements de capitaux</u> | <u>Paiement au total</u> |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|
| 1975 | 30.000 | - | - | - | - |
| 1976 | | 30.000 | 2.250 | - | 2.250 |
| 1977 | | 30.000 | 2.250 | 4.286 | 6.536 |
| 1978 | | 25.714 | 1.929 | 4.286 | 6.215 |
| 1979 | | 21.428 | 1.607 | 4.285 | 5.892 |
| 1980 | | 17.143 | 1.286 | 4.286 | 5.572 |
| 1981 | | 12.857 | 964 | 4.285 | 5.249 |
| 1982 | | 8.572 | 643 | 4.286 | 4.929 |
| 1983 | | 4.286 | 321 | 4.286 | 4.607 |

Note: Taux d'intérêt de 7½%.

Tableau 4.X1V - Schéma de Remboursements sur 10 Ans d'un Prêt de FRw 24 Millions de la Banque Rwandaise de Développement (FRw 000s)

| <u>Année finissant le 30 novembre</u> | <u>Montant de l'emprunt</u> | <u>Somme due</u> | <u>Paiement de l'intérêt</u> ⁽¹⁾ | <u>Remboursements de capitaux</u> | <u>Paiement au total</u> |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|
| 1974 ⁽²⁾ | 3.000 | - | - | - | - |
| 1975 | 21.000 | 3.000 | 90 | - | 90 |
| 1976 | | 24.000 | 720 | - | 720 |
| 1977 | | 24.000 | 720 | 2.400 | 3.120 |
| 1978 | | 21.600 | 648 | 2.400 | 3.048 |
| 1979 | | 19.200 | 576 | 2.400 | 2.976 |
| 1980 | | 16.800 | 504 | 2.400 | 2.904 |
| 1981 | | 14.400 | 432 | 2.400 | 2.832 |
| 1982 | | 12.000 | 360 | 2.400 | 2.760 |
| 1983 | | 9.600 | 288 | 2.400 | 2.688 |
| 1984 | | 7.200 | 216 | 2.400 | 2.616 |
| 1985 | | 4.800 | 144 | 2.400 | 2.544 |
| 1986 | | 2.400 | 72 | 2.400 | 2.472 |

Notes (1) taux d'intérêt de 3%

(2) prêt gouvernemental couvre tous les frais nécessaires au 30 novembre avant la mise en marche - à l'exception des frais couverts par les N.U. ou par un programme bilatéral pour l'aide technique.

Il convient maintenant d'évaluer les engagements fiscaux de la malterie. Nous sommes persuadés que, en fonction du code rwandais d'investissement, la malterie doit bénéficier de conditions spéciales (catégorie B au moins).

L'avantage serait que la malterie serait exempte de charges fiscales et de frais de douane sur le matériel initial, ainsi que de tous ^{les} impôts sur les bénéfices au cours des cinq premières années de son fonctionnement. Notre recommandation est basée sur le précédent établi à l'implantation de pyrèthre, qui a bénéficié de ces dispenses et qui est comparable à la malterie. Au bout de cinq ans, le taux des engagements fiscaux sera établi en fonction de la possibilité de reporter les pertes sur les impôts, en cas de dépréciation. Il faudra avoir recours à l'expertise légale et fiscale du Rwanda pour régler ces détails. Nous partons, pour l'instant, de la supposition qu'il n'est pas possible de reporter les pertes sur les impôts et que la dévaluation sur la totalité des capitaux (fonds de roulement mis à part) est perçue à 10% par an sur les 10 années prévues du projet. Pour les engagements fiscaux prévus, voir le tableau suivant.

Tableau 4.XV - Évaluation des Engagements Fiscaux de 1982 à 1986

| <u>Année finissant le 30 novembre</u> | <u>1982</u> | <u>1983</u> | <u>1984</u> | <u>1985</u> | <u>1986</u> |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Excédent de rendement | 13.723 | 14.385 | 15.081 | 15.796 | 16.544 |
| Taux d'intérêt ⁽¹⁾ | 1.003 | 609 | 216 | 144 | 72 |
| Bénéfices avant la dépréciation la perception d'impôts ^{et} | 12.720 | 13.776 | 14.865 | 15.652 | 16.472 |
| Dépréciation ⁽²⁾ | 6.507 | 6.507 | 6.507 | 6.507 | 6.507 |
| Impôts à payer ⁽³⁾ | 2.641 | 3.121 | 3.611 | 3.965 | 4.334 |
| Bénéfices imposables | 6.203 | 7.269 | 8.358 | 9.145 | 9.965 |

Notes. (1) Pour les détails de l'intérêt à rembourser, voir les tableaux 4.XIII et XIV.

(2) Totalité des fonds susceptibles d'être dévalorisés = totalité des fonds moins les fonds de roulement, et plus les réserves pour couvrir les imprévus. Le montant est de FRw 65.067.000.

(3) Impôts de 25% sur les premiers FRw 500.000, à 35% sur les FRw 500.000 suivants, et à 45% sur la balance.

Ces calculs suffisent à la préparation d'une évaluation complète du cash-flow. (Voir le Tableau 4.XVI). Signalons que le règlement des intérêts en 1975 et 1976 exigera des prêts, alors que la malterie ne fonctionnera encore pas. Ce cash-flow négatif sera financé par une avance à découvert à 9%. En 1976, l'excédent de rendement ne suffira pas à couvrir la totalité des remboursements du capital et de l'intérêt; il faudra donc une augmentation de l'avance à découvert. En 1978 et 1979, l'excédent de rendement couvrira

Tableau 4, XV1

EVALUATIONS DU CASH-FLOW DE LA MALTERIE - 1975 A 1986

(FRw 000s)

| <u>Année</u> <u>finissant le</u> <u>30 novembre</u> | <u>Remboursement</u> <u>des capitaux</u> | <u>Excédent de</u> <u>rendement</u> | <u>Prêt de</u> <u>l'ECGD</u> | <u>Prêt de la</u> <u>Banque de</u> <u>Developpement</u> | <u>Engagements</u> <u>fiscaux</u> | <u>Cash-</u> <u>Flow</u> | <u>Avance a</u> <u>découvert</u> | <u>Entretien de</u> <u>l'avance</u> <u>à découvert</u> | <u>Cash-</u> <u>Flow</u> <u>(1)</u> <u>net</u> |
|---|---|--|---------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|
| 1975 | - 16.000 (2) | | | - 90 | | -16.090 | 90 | | -16.000 |
| 1976 | | | -2.250 | - 720 | | - 2.970 | 3.060 | - 8 | 8 |
| 1977 | | + 9.627 | -6.536 | -3.120 | | - 29 | 3.089 | -275 | - 275 |
| 1978 | | +10.170 | -6.215 | -3.048 | | + 907 | 2.182 | -278 | - 278 |
| 1979 | | +10.733 | -5.892 | -2.976 | | + 1.865 | 317 | -196 | - 196 |
| 1980 | | +11.322 | -5.572 | -2.904 | | + 2.846 | | - 29 | + 2.500 |
| 1981 | | +11.937 | -5.249 | -2.832 | | + 3.856 | | | + 3.856 |
| 1982 | | +13.723 | -4.929 | -2.760 | -2.641 | + 3.393 | | | + 3.393 |
| 1983 | | +14.385 | -4.607 | -2.688 | -3.121 | + 3.969 | | | + 3.969 |
| 1984 | | +15.081 | | -2.616 | -3.611 | + 8.854 | | | + 8.854 |
| 1985 | | +15.796 | | -2.544 | -3.965 | + 9.287 | | | + 9.287 |
| 1986 | + 2.975 (3) | +16.544 | | -2.472 | -4.334 | +12.713 | | | +12.713 |

NOTES:

(1) Evalué à 9%

(2) Débours en actions ordinaires

(3) Valeurs résiduaire (voir le paragraphe 4.4 pour les détails)

l'intérêt sur l'emprunt et l'amortissement; il sera utilisé cependant à rembourser l'avance de la banque.

Le tableau 4.XVII analyse le cash-flow et la valeur escomptée.

Tableau 4.XVII - Rentabilité Financière des Actions Investies dans la Malterie

Periode d'amortissement de 8,34 années

Taux de rentabilité (interne), ajuste selon les échéances, est de 11,84%

Analyse des Cash-flows et des Valeurs Escomptées

| <u>Année finissant le 30 novembre</u> | <u>Cash-flow net</u> | <u>Cash-flow cumulatif</u> | <u>Valeur actuelle</u> | <u>Valeur actuelle cumulative</u> |
|---|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|
| 1975 | -16.000 | -16.000 | -16.000 | -16.000 |
| 1976 | - 8 | -16.008 | - 7 | -16.007 |
| 1977 | - 275 | -16.283 | - 220 | -16.227 |
| 1978 | - 278 | -16.561 | - 199 | -16.426 |
| 1979 | - 196 | -16.757 | - 125 | -16.551 |
| 1980 | 2.500 | -14.257 | 1.429 | -15.122 |
| 1981 | 3.856 | -10.401 | 1.970 | -13.152 |
| 1982 | 3.393 | - 7.008 | 1.550 | -11.602 |
| 1983 | 3.969 | - 3.039 | 1.621 | - 9.980 |
| 1984 | 8.854 | 5.815 | 3.234 | - 6.746 |
| 1985 | 9.287 | 15.102 | 3.033 | - 3.713 |
| 1986 | 12.713 | 27.815 | 3.713 | 0 |

Le taux de rentabilité DCF de moins de 12% est trop faible pour attirer les investisseurs privés. Voilà pourquoi nous concluons que le seul investisseur privé susceptible de s'intéresser sérieusement au projet, est la brasserie, qui, elle, pourra accuser des bénéfices substantiels sur le prix réduit du malt. D'autres malteries et brasseries pourraient également investir une somme symbolique dans les actions pour protéger les marchés extérieurs en déclin.

4.6 Analyse Économique

4.61 Taux de Rendement

L'étude économique diffère de l'étude financière en ce qu'elle est fondée, non pas sur les prix en cours sur le marché, mais sur l'"opportunity cost" des ressources - c'est-à-dire, par rapport au prix consenti pour le meilleur usage alternatif. Dans le cadre de cette étude, il n'est pas possible d'analyser les avantages dans le détail. Nous estimons pourtant qu'il sera utile d'établir quelques conclusions générales.

Du point de vue de l'économie, le prix de l'orge revient tout simplement au même que pour le blé, seule récolte capable de rivaliser avec elle sur la même surface. Le prix des deux est à FRw 8 le kilo, mais la production du blé est à 25% l'hectare plus faible que pour l'orge.; il faut donc réduire le prix économique de l'orge de FRw 8 le kilo à FRw 6 le kilo pour l'orge livrée à la malterie. Par contre, le prix économique de malt, équivaut son

prix d'importation, qui est de FRw 27 le kilo, moins le prix de livraison de la malterie à la brasserie, calculé à FRw 0,7 le kilo. Le prix du malt revient donc à FRw 26,3 le kilo. Il faudrait en principe ajuster ce prix au moyen d'un taux d'échange de substitution, car les devises au Rwanda représentent un véritable goulet d'étranglement, tout au moins en ce qui concerne le taux officiel. Cela nécessiterait cependant une étude détaillée des fluctuations possibles de prix et de revenus, en fonction de la demande d'importations et d'exportations rwandaise, ainsi que de la structure des tarifs rwandais. Les ressources disponibles n'ont pas permis une telle étude. Nous avons donc fondé nos calculs sur l'assomption que le taux d'échange en cours est assez réaliste pour ne pas fausser l'évaluation économique.

Les frais de production, - matières premières mises à part - sont représentés assez exactement par leur prix sur le marché. Le prix élevé de main-d'oeuvre étrangère montre la pénurie de main-d'oeuvre qualifiée au Rwanda. Nous ne prévoyons cependant aucune diminution des frais de main-d'oeuvre lors du départ du directeur étranger vers l'Europe, puisque le nouveau directeur rwandais, même si son salaire est moins élevé, pourrait en principe remplacer un étranger hautement rémunéré, ailleurs dans l'économie.

Les tableaux suivants détaillent les frais de production et l'excédent de rendement en fonction des prix substitués, évalués ci-dessous

Tableau 4, XV111 - Coût Réel de la Production du Malt

| | <u>Coût de 2000 tonnes de malt</u> | <u>%</u> | <u>Marge du Prix d'une tonne</u> |
|---|--|----------|--------------------------------------|
| Achat de l'orge | 21.424 | 67,6 | 10.712 |
| Divers frais de production (1) | <u>7.395</u> | 23,3 | <u>2.045</u> |
| Total | 28.819 | 90,9 | 12.757 |
| Reserves pour couvrir les imprévus (10%) | <u>2.881</u> | 9,1 | <u>1.276</u> |
| TOTAL | <u>31.700</u> | 100,0 | <u>14.033</u> |

Note: (1) Pour tous les détails voir le Tableau 4.V.

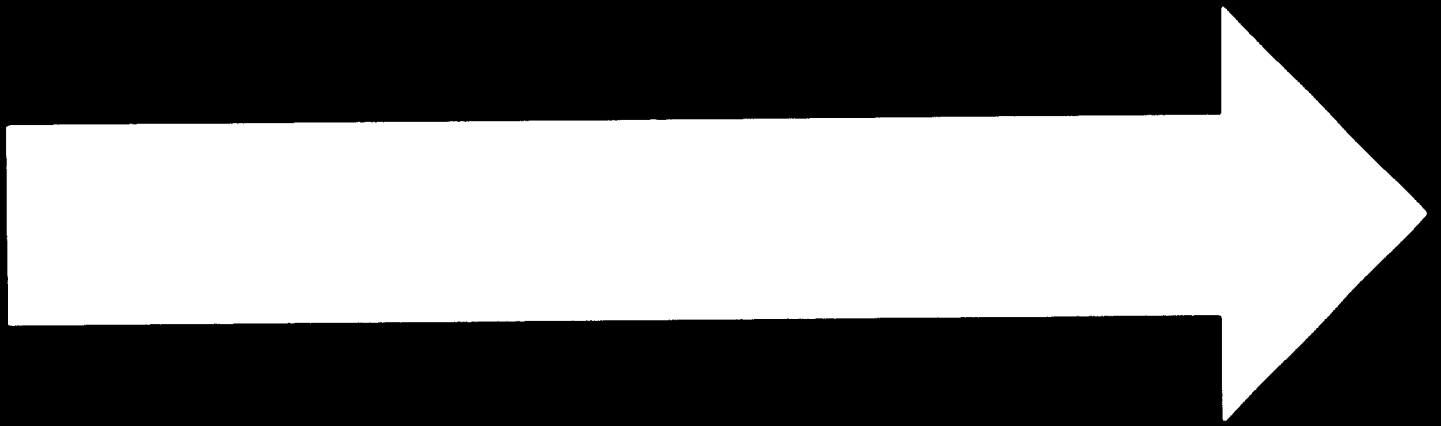
Tableau 4.X1X - Excédent de Rendement Réel de la Malterie

| <u>Année</u> ⁽¹⁾ | <u>Production</u> <u>en tonnes</u> | <u>Frais de</u> <u>production</u> | <u>Recettes</u> <u>(FRw 000s)</u> | <u>Marge du prix</u> <u>d'une tonne</u> |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1977 | 2.000 | 31.700 | 52.600 | 20.900 |
| 1978 | 2.082 | 32.851 | 54.757 | 21.906 |
| 1979 | 2.167 | 34.044 | 56.922 | 22.878 |
| 1980 | 2.256 | 35.292 | 59.333 | 24.041 |
| 1981 | 2.349 | 36.598 | 61.779 | 25.181 |
| 1982 | 2.445 | 37.945 | 64.304 | 26.359 |
| 1983 | 2.545 | 39.348 | 66.934 | 27.586 |
| 1984 | 2.650 | 40.821 | 69.695 | 28.874 |
| 1985 | 2.758 | 42.337 | 72.535 | 30.198 |
| 1986 | 2.871 | 43.923 | 75.507 | 31.584 |

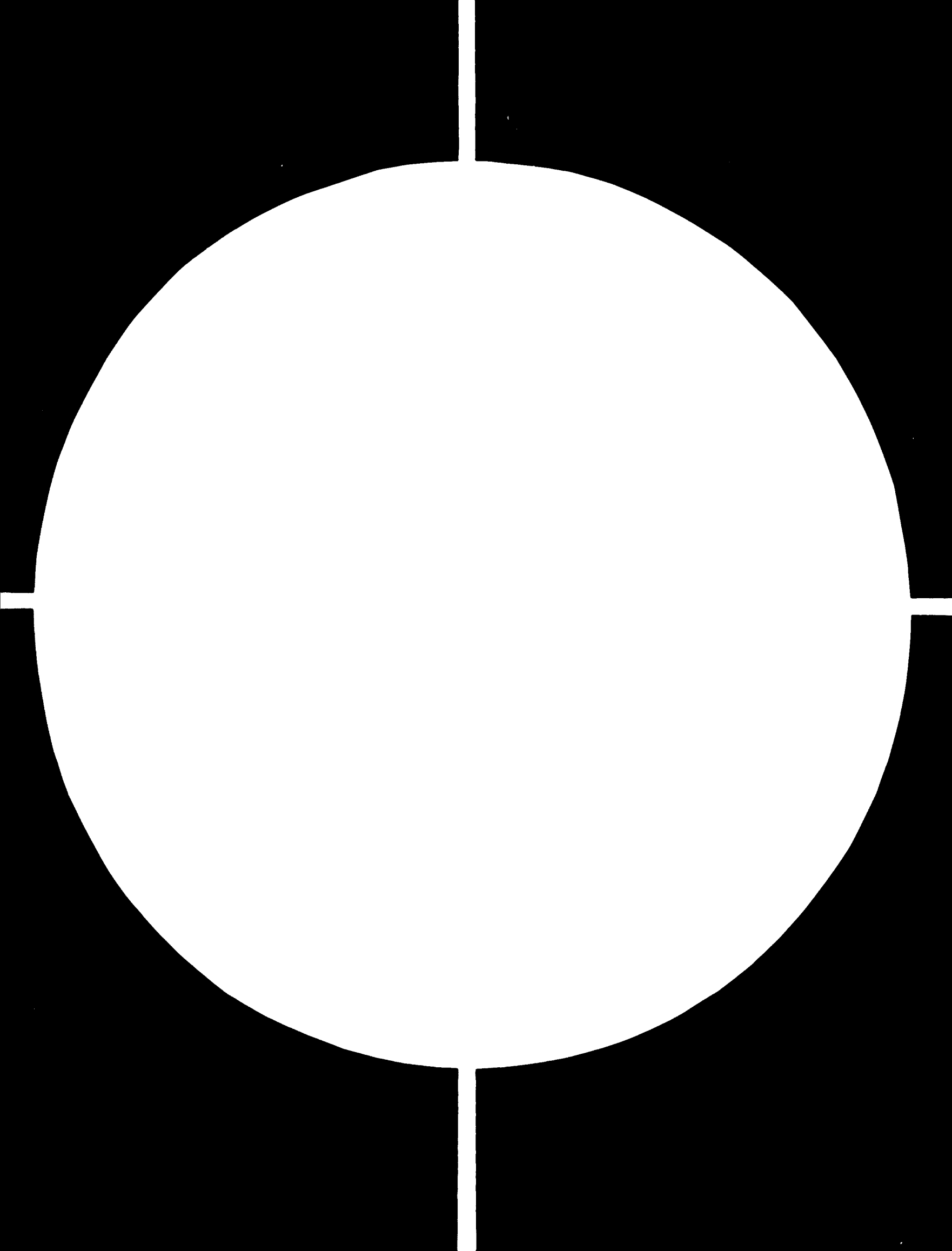
Note: (1) L'année termine le 30 novembre.

En ce qui concerne les débours, la part des N.U. est immobilisée dans la malterie et, du point de vue de l'économie rwandaise, ne peut servir à d'autres fins; l'"opportunity cost" est donc nul. Le crédit à l'exportation, de FRw 30 millions, peut servir uniquement à l'achat de matériel pour la malterie. Les devises destinées à entretenir cette dette pourraient, cependant, servir à d'autres fins. Si l'on n'applique pas un taux d'échange substitué, ces devises pourront être évaluées en fonction du schéma des paiements (voir le tableau 4.X111, paragraphe 4.54). Dans le paragraphe précédent, nous avons proposé que la Banque Rwandaise de Développement, et la Société Interbra (propriétaire de la brasserie) fournissent la balance des capitaux. En ce qui concerne les fonds privés, nous savons que tout investisseur dans une activité comportant des aléas, même dans un pays déjà développé, exige un taux de rentabilité DCF de 14 à 18%. Au Rwanda, le taux de rentabilité requis varie de 16 à 20%. Il n'est pas possible de mieux évaluer l'"opportunity cost". Si le taux de rentabilité économique du projet dépasse 20%, il sera sans doute possible de répondre aux exigences des investisseurs privés et d'obtenir en sus des ressources pour le développement de nouveaux projets, ce que serait à souhaiter. Si le taux de rentabilité économique est inférieur à 16%, il ne sera pas possible de répondre même aux exigences les moins rigoureuses des investisseurs privés sans transfert de ressources. Il

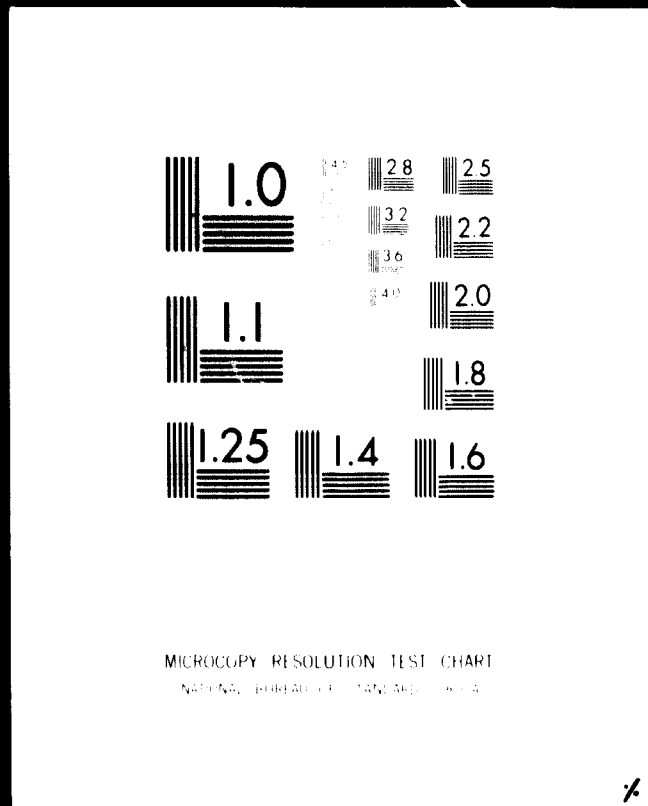
B-772



82.05.04



2 OF 2



24 x E

Tableau 4.XX

EVALUATION DES FRAIS ET DES BÉNÉFICES DE LA MALTERIE

1974 - 1986 (FRw 000s)

| <u>Année</u> <u>finissant le</u> <u>30 novembre</u> | <u>Mouvement</u> <u>des fonds</u> | <u>Excédent de</u> <u>rendement</u> | <u>Crédits à</u> <u>l'exportation</u> | <u>Mouvement</u> <u>des bénéfices</u> <u>en cours</u> | <u>Avance à</u> <u>découvert</u> | <u>Prix de (1)</u> <u>l'avance à</u> <u>découvert</u> | <u>Mouvement</u> <u>des bénéfices</u> <u>nets</u> |
|---|--------------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|---|---|
| 1974 | - 3.000 | | | | | | - 3.000 |
| 1975 | -37.000 | | | | | | -37.000 |
| 1976 | | | -2.250 | - 2.250 | 2.250 | | 0 |
| 1977 | | 20.900 | -6.536 | 14.364 | | 203 | 11.911 |
| 1978 | | 21.906 | -6.215 | 15.691 | | | 15.691 |
| 1979 | | 22.878 | -5.892 | 16.986 | | | 16.986 |
| 1980 | | 24.041 | -5.572 | 18.469 | | | 18.469 |
| 1981 | | 25.181 | -5.249 | 19.932 | | | 19.932 |
| 1982 | | 26.359 | -4.929 | 21.430 | | | 21.430 |
| 1983 | | 27.586 | -4.607 | 22.979 | | | 22.979 |
| 1984 | | 28.874 | | 28.874 | | | 28.874 |
| 1985 | | 30.198 | | 30.198 | | | 30.198 |
| 1986 | + 2.975 (2) | 31.584 | | 31.584 | | | 34.569 |

NOTES: (1) À 9%

(2) Valeur résiduaire des fonds

Tableau 4.XX1

TAUX DE RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE SUR LA MALTERIE

Période d'amortissement: 4,73 années

Taux de rentabilité (interne) ajusté selon les échéances, de 30,83%.

| <u>Année</u> <u>finissant le</u> <u>30 novembre</u> | <u>Cash-flow</u> <u>net</u> | <u>Flow</u> <u>cumulatif</u> | <u>Valeur</u> <u>en cours</u> | <u>Valeurs</u> <u>en cours</u> <u>cumulatives</u> | <u>Valeurs en cours -</u> <u>avec taux d'escompte</u> <u>de 20%</u> |
|---|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|---|
| 1974 | - 3.000 | - 3.000 | - 3.000 | - 3.000 | - 3.000 |
| 1975 | -37.000 | -40.000 | -28.281 | -31.281 | -30.833 |
| 1976 | 0 | -40.000 | 0 | -31.281 | 0 |
| 1977 | 11.911 | -28.089 | 5.319 | -25.962 | 6.893 |
| 1978 | 15.691 | -12.398 | 5.356 | -20.606 | 7.567 |
| 1979 | 16.986 | 4.588 | 4.431 | -16.175 | 6.826 |
| 1980 | 18.469 | 23.057 | 3.683 | -12.492 | 6.185 |
| 1981 | 19.932 | 42.989 | 3.038 | - 9.454 | 5.563 |
| 1982 | 21.430 | 64.419 | 2.497 | - 6.957 | 4.984 |
| 1983 | 22.979 | 87.398 | 2.046 | - 4.911 | 4.453 |
| 1984 | 28.874 | 116.272 | 1.965 | - 2.946 | 4.663 |
| 1985 | 30.198 | 146.470 | 1.571 | - 1.375 | 4.064 |
| 1986 | 34.569 | 181.039 | 1.375 | 0 | <u>3.877</u> |
| | | | TOTAL | | 21.243 |

Analyse des Cash-flows et des Valeurs Escomptées (FRw 000s)

est possible d'évaluer le taux de rentabilité de la malterie à partir de ces indications. Pour le mouvement des frais et des bénéfices, voir le tableau 4.XX. Dans ce tableau, il n'y a aucune évaluation spécifique des engagements fiscaux puisqu'ils ne représentent pas en fait des frais réels, mais plutôt un transfert de paiement. Les valeurs escomptées sont analysées dans le tableau 4.XX1. L'on constatera que le projet porte un taux de rendement escompté qui s'élève à 31% environ; autrement dit, la valeur nette est actuellement de FRw 21.243.000 au taux d'escompte de 20%. Voilà une indication des ressources éventuelles offertes à l'économie par le projet. Du point de vue financier, il n'est pas peut-être très important; du point de vue économique cependant, il a énormément de valeur.

4.62 Effets Probables sur la Balance des Paiements

Dans la section précédente, nous avons essayé de montrer la tentabilité globale du projet pour le Rwanda, ce qui nous permet maintenant de procéder à l'examen plus détaillé de ses effets éventuels.

L'effet sur la balance des paiements sera sans doute important, dans la mesure où le malt produit dans la région remplacera le malt d'importation. Les économies brutes réalisées ainsi seraient de FRw 54 millions par an au début, pour une production de 2000 tonnes, et de FRw 77.517.000 au bout de 10 ans. Par contre, il faudra avoir recours à des prêts venant de l'extérieur pour financer le projet. Sur les FRw 74 millions nécessaires au total, le pays lui-même subviendrait à une petite partie seulement des frais de construction et quelques frais divers, c'est-à-dire: FRw 14 millions au plus, alors qu'il faudra "importer" la totalité des FRw 60 millions qui resteraient. De plus, une partie des frais de production couvriront les importations. Les frais de combustible et d'assurance ainsi que 70% environ des frais de main-d'oeuvre, seront en devises. Si l'on examine les comptes nationaux du Rwanda, on verra que les importations représentent environ 38% du produit domestique brut monétaire; toute autre dépense entraînera une augmentation des importations, en accroissant les revenus des autres secteurs. Ensuite, la majeure partie des bénéfices réalisés par la malterie seront payés aux bailleurs de fonds en devises. L'on ne s'attend cependant pas à ce que les agriculteurs en orge favorisent tellement les importations; nous avons donc prévu que la part des importations dans le budget total s'élèvera à 20%.

Dans le tableau suivant, nous avons essayé de quantifier la part des importations dans le budget des frais de production pour 1977, première année de fonctionnement de la malterie.

Tableau 4.XX11 - Part des Importations Prevues dans la Production Totale pour 1977 (FRw 000s)

| | <u>Frais de production</u> | <u>Importations en %</u> | <u>Frais d'importations</u> |
|--|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Achat de l'orge | 26.780 | 20 | 5.356 |
| Financement des récoltes | 1.707 | 40 | 683 |
| Combustible | 2.040 | 100 | 2.040 |
| Electricité et eau | 447 | 40 | 178 |
| Assurance | 347 | 100 | 347 |
| Main-d'oeuvre | 2.554 | 70 | 1.788 |
| Divers | <u>300</u> | <u>40</u> | <u>120</u> |
| Total | 34.175 | 30.7 | 10.512 |
| Réserves de 10% pour courir les imprévus | <u>3.418</u> | <u>30.7</u> | <u>1.051</u> |
| TOTAL | <u>37.593</u> | <u>30.7</u> | <u>11.563</u> |

Si la part des importations sur l'excédent de rendement est plus ou moins la même que la part des devises sur l'ensemble des capitaux (soit, de 66%); et si la part rwandaise de l'excédent de fonctionnement contient 40% d'importations, la part totale de l'excédent de fonctionnement prévue pour les importations sera de 79%. En 1977, elle sera de FRw 7.607.

L'effet de la balance nette des paiements en 1977 sera donc de:

| | <u>FRw 000s</u> |
|--|-----------------|
| Economies brutes sur l'importation | 54.000 |
| Part des importations dans la production | -11.563 |
| Part des importations dans l'excédent | <u>-7.607</u> |
| | <u>34.830</u> |

La hausse annuelle du chiffre approximatif de FRw 35 millions suivrait l'augmentation prévue de la production de malt. Au bout de 2 ans, les économies réalisées en devises permettront de rembourser les prêts étrangers de FRw 60 millions au cours de 8 années suivantes, les économies réalisées en devises seront de FRw 300

millions au moins. Il est probable que ce chiffre sera en fait beaucoup plus élevé. Ces calculs sont fondés sur une évaluation des plus modérées.

4.63 Effets sur les Revenus Monétaires

Dans le paragraphe 1.1 nous avons signalé que l'objectif principal de la politique gouvernementale rwandaise visait l'accroissement des revenus en espèces, et le transfert d'effectifs du secteur primitif de culture nourricière au secteur de l'économie monétaire. Il est à noter que, grâce à ce projet, le revenu des agriculteurs sera de FRw 21.424.000 en 1976 - ce qui représente une hausse de plus de FRw 5.356.000 par rapport aux revenus provenant d'autres récoltes sur la même surface. L'augmentation des revenus monétaires suivra l'accroissement prévu de la production de malt. Si les agriculteurs ouvrent d'autres terrains à la production de l'orge, la hausse des revenus monétaires sera d'autant plus importante. Plusieurs milliers d'agriculteurs en profiteront.

4.64 Effets sur les Revenus Gouvernementaux

L'effet éventuel du projet sur le revenu gouvernemental n'est pas sans importance. On propose de solliciter un prêt à 3% d'intérêt à la Banque Rwandaise de Développement. Nous calculons que ce prêt représente en fait une subvention (au taux d'intérêt de 6%). Le gouvernement fournit également le terrain à titre gratuit, et une extension gratuite des services de recherche, qu'il n'est pas possible de quantifier. Le gouvernement en tirera profit au moyen des impôts perçus sur la malterie (pour les détails, voir le tableau 4.XV).

Le tableau suivant montre l'effet net sur les finances gouvernementales. Nous signalons que les gains nets pour les revenus gouvernementaux au cours du projet sont de FRw 8.192.000, malgré les avantages fiscaux consentis. Le taux d'escompte nécessaire pour établir la valeur actuelle des revenus éventuels est de 12,56%.

Le projet nous paraît donc intéressant même dans le domaine pourtant restreint des revenus gouvernementaux. Nous concluons que, dans l'ensemble, ce projet est si important pour l'économie rwandaise, que le gouvernement doit offrir des encouragements plus intéressants encore que ceux que nous avons suggérés, pour s'assurer de la participation de la brasserie.

Tableau 4.XX111 - Effets Éventuels de la Malterie sur les Revenus Gouvernemen-
taux. (FRw 000s)

| | <u>Intérêt subventionné</u> | <u>Revenu fiscal</u> | <u>Effet net</u> |
|-------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1975 | 180 | | - 180 |
| 1976 | 1.440 | | -1.440 |
| 1977 | 1.440 | | -1.440 |
| 1978 | 1.296 | | -1.296 |
| 1979 | 1.152 | | -1.152 |
| 1980 | 1.008 | | -1.008 |
| 1981 | 804 | | - 804 |
| 1982 | 720 | 2.641 | +1.921 |
| 1983 | 576 | 3.121 | +2.545 |
| 1984 | 432 | 3.611 | +3.179 |
| 1985 | 288 | 3.965 | +3.677 |
| 1986 | 144 | 4.334 | <u>+4.190</u> |
| Total | | | <u>+8.192</u> |

5. ORGANISATION

5.1 Programme et Schéma pour l'Établissement d'une Malterie, 1971 à 1976

Notre analyse des matières premières, (voir la section 2) nous a menés à la conclusion qu'il faudrait attendre une évaluation détaillée de la situation par rapport à la qualité de l'orge rwandaise pour le maltage, c'est-à-dire, 3 ou 4 ans, avant de décider en faveur d'une malterie. On trouvera ci-dessous le schéma provisoire d'une telle étude, suivi d'une description des événements précédant l'installation.

| <u>Suite d'événements</u> | <u>Détails</u> | <u>Mois</u> | <u>Année</u> |
|---------------------------|---|------------------------|--------------|
| 1. | Nommer un agronome expérimenté dans la culture de l'orge | Octobre/ Décembre | 1971 |
| 2. | Définir les régions pour la rentrée de l'orge expérimentale; solliciter la coopération des agriculteurs. S'assurer de stocks adéquates de grains de qualité, pour les essais. | Janvier/ Mars | 1972 |
| 3. | Semer l'orge. Procéder aux préparatifs des analyses et du maltage lors des récoltes en septembre | Avril | 1972 |
| 4. | Rassembler les renseignements portant sur le sol, le climat, la culture, etc. | Avril/ Septembre | 1972 |
| 5. | Récolte de l'orge. Sécher les échantillons pour les examens. | Septembre | 1972 |
| 6. | Analyser les différentes orges au moyen de tests physiques, chimiques et germinatifs. | Septembre/ Decembre | 1972 |
| 7. | Essais préliminaires de maltage. Rassembler les premières analyses portant sur l'orge. Formuler le programme. Organiser les essais de la nouvelle saison. | Janvier/ Mars | 1973 |
| 8. | Rassembler les résultats des essais préliminaires de maltage. | Avril | 1973 |
| 9. | Semer l'orge. Procéder comme pour la saison précédente. | Avril/ Septembre | 1973 |

| <u>Suite d'événements</u> | <u>Détails</u> | <u>Mois</u> | <u>Année</u> |
|-------------------------------|---|------------------------|--------------|
| 10. | Procéder comme pour 1972 - 73. | Septembre/ Avril | 1973 1974 |
| 11. | Essais de brassage. | Avril/Juin | 1974 |
| 12. | Rassembler les résultats des essais de brassage | Juillet | 1974 |
| 13. | Procéder comme pour la saison 1973 - 74. | Septembre/ Juillet | 1974 1975 |
| 14. | Rassembler les analyses faites sur la culture d'orge et sur les essais de maltage sur 3 ans. Présenter les résultats nécessaires à la décision en faveur de la malterie. | Avril | 1975 |
| 15. | Décider pour ou contre la malterie. | Mai | 1975 |
| 16. | Si la décision est affirmative, solliciter les premières soumissions. Nommer un directeur de la malterie et une secrétaire. Établir le programme pour la rentrée de l'orge. Organiser un stock adéquate de grains pour l'ensemencement en avril 1976. | Juin | 1975 |
| 17. | Etablir le contrat, et en dresser les stipulations; décider sur le plan de fonctionnement. | Septembre/ Novembre | 1975 |
| 18. | Preparer l'emplacement. | Décembre | 1975 |
| 19. | Installer les services nécessaires. Construire les fondations de la malterie et des silos de stockage. | Janvier/ Mars | 1976 |
| 20. | Livraison du matériel de construction | Mars | 1976 |
| 21. | Livraison du matériel de stockage. Semer l'orge | Avril | 1976 |
| 22. | Constructions des supports etc. en acier de la malterie | Mars/ Avril | 1976 |
| 23. | Livraison du matériel de la malterie | Mai | 1976 |

| <u>Suite d'événements</u> | <u>Détails</u> | <u>Mois</u> | <u>Année</u> |
|-------------------------------|--|-----------------------|--------------|
| 24. | Construire les silos de la malterie. | Mai | 1976 |
| 25. | Assembler les casiers de stockage | Mai/Juin | 1976 |
| 26. | Installer le matériel dans la malterie. Revêtir les murs et le toit de la malterie. | Juin | 1976 |
| 27. | Nommer le sous-directeur et les 2 laborantins. Détacher le sous-directeur en Europe. | Juillet | 1976 |
| 28. | Assembler le matériel de la malterie. Installer les services dans la malterie. Procéder aux essais portant sur le matériel pour le traitement et le séchage de l'orge. | Juillet/ Aout | 1976 |
| 29. | Nommer 5 manoeuvres qualifiés. | Septembre | 1976 |
| 30. | Récolte et séchage de l'orge. Installer les 4 derniers silos de stockage. Procéder aux essais sur le matériel de touraillage. | Septembre/ Octobre | 1976 |
| 31. | Retour du sous-directeur | Octobre | 1976 |
| 32. | Procéder a une série de tests sur l'équipement de maltage. Essais préliminaires | Novembre | 1976 |
| 33. | Procéder au premier touraillage, et au maltage | Décembre | 1976 |

5.2 Propositions pour la Mise-en-Marche de la Malterie

Une série typique d'événements pendant l'opération de la malterie est démontrée ci-dessous. Les détails finaux seront influencés pour la plupart par la condition réelle du l'orge suivant la moisson de 1976.

| | | |
|---------------|---------------|---|
| <u>Jour 1</u> | 0600 - 0730 | transférer 25 tonnes d'orge à la cuve de trempage |
| | 0730 - 0745 | remplir la cuve de trempage d'eau à 18° - 20°C |
| | 0745 - 0800 | évacuer les surnageants |
| | 0800 - 0815 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1000 - 1015 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1200 - 1215 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1400 - 1430 | vider l'eau de trempage |
| | 1630 - 1645 | extraction de CO ₂ : répéter toutes les deux heures pour 15 minutes pendant la période à découvert |
| <u>Jour 2</u> | 0600 - 0615 | remplir la cuve de trempage d'eau à 18°-20°C |
| | 0615 - 0630 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 0815 - 0830 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1015 - 1030 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1245 - 1315 | vider l'eau de trempage |
| | 1515 - 1530 | extraction de CO ₂ : répéter toutes les 2 heures pour 15 minutes pendant la période à découvert |
| <u>Jour 3</u> | 0000 - 0015 | remplir la cuve de trempage d'eau à 18° - 20°C |
| | 0015 - 0030 | brasser les grains d'air comprimé: répéter toutes les deux heures pour 15 minutes pendant le trempage |
| | 1000 - 1100 | vider l'eau de trempage |
| | 1100 - 1130 | transférer les grains à la case de germination/ touraillage numero 1 |
| | 1130 - 1200 | niveler le lit de grains avec le retourneur, passer d'air conditionné à travers le lit à 16° - 18°C |
| | <u>Jour 4</u> | 0600 - 0730 |
| 0730 - 0745 | | remplir la cuve de trempage avec de l'eau à 18° - 20°C |
| 0745 - 0800 | | évacuer les surnageants |

| | | |
|---------------|--|---|
| (Jour 4) | 0800 - 0815 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1000 - 1015 | brasser les grains d'air comprimé |
| | 1130 - 1200 | retourner les grains dans la case numero 1 - prendre échantillon pour évaluation d' humidité |
| | 1200 - 1215 | brasser les grains dans la cuve de trempage |
| | 1400 - 1430 | vider l'eau de trempage |
| | 1630 - 1645 | extraction de CO ₂ de la cuve de trempage; répéter toutes les deux heures pendant la periode à découvert |
| | 2330 - 0000 | retourner les grains dans la case numero 1 |
| <u>Jour 5</u> | 0600 - 0615 | remplir cuve de trempage d'eau à 18 - 20°C |
| | 0615 - 0630 | brasser cuve de trempage d'air comprimé |
| | 0815 - 0830 | brasser cuve de trempage d'air comprimé |
| | 1015 - 1030 | brasser cuve de trempage d'air comprimé |
| | 1130 - 1200 | retourner les grains dans la case numero 1 |
| | 1245 - 1315 | vider l'eau de trempage |
| | 1515 - 1530 | extraction de CO ₂ ; répéter toutes les deux heures pour 15 minutes pendant la periode à découvert |
| 2330 - 0000 | retourner les grains dans la case numero 1 | |
| <u>Jour 6</u> | 0000 - 0015 | remplir la cuve de trempage avec de l'eau à 18-20°C |
| | 0015 - 0030 | brasser la cuve de trempage d'air comprimé; répéter toutes les deux heures pour 15 minutes pendant le trempage |
| | 1000 - 1100 | vider l'eau de trempage |
| | 1100 - 1130 | transférer les grains de la cuve de trempage à la case de germination/tourailage numero 2 |
| | 1130 - 1200 | case 2 - niveler le lit de grains avec un re- tourneur; passer de l'air conditionné à travers le lit à 16 - 18°C |
| | 2330 - 0000 | retourner les grains dans la case numero 1 |
| | <u>Jour 7</u> | 0600 - 0730 |
| 0730 - 0745 | | remplir la cuve de trempage d'eau à 18° - 20°C |
| 0745 - 0800 | | évacuer les surnageants |

(Jour 7)

0800 - 0815 brasser la cuve de trempage d'air comprimé

1000 - 1015 brasser la cuve de trempage d'air comprimé

1130 - 1200 retourner les grains dans la case numero 2 -
enlever un échantillon pour évaluation d'
humidité

1200 - 1215 brasser les grains dans la cuve de trempage

1400 - 1430 vider l'eau de trempage

1630 - 1645 extraction de CO₂ de la trempage; répéter toutes
les deux heures pendant la période à decouverte

2330 - 0000 retourner les grains dans la case numero 1

Jour 8

0030 - 0100 retourner les grains dans la case numero 2

0600 - 0615 remplir la cuve de trempage d'eau à 18 - 20°C

0615 - 0630 brasser la cuve de trempage avec d'air comprimé

0730 - couper l'air conditionné a la case numero 1 -
commencer à tourailler - mettre en marche les
souffleries - temperature 45°C

0815 - 0830 brasser la cuve de trempage d'eau à 18 - 20°C

1015 - 1030 brasser la cuve de trempage d'air comprimé

1130 - 1200 retourner les grains dans la case numero 2

1245 - 1315 évacuer l'eau de trempage

1515 - 1530 extraction de CO₂; répéter toutes les deux
heures pour 15 minutes pendant la période à
découvert

2130 - élever la temperature des souffleries dans
la case numero 1 à 60°C

2330 - 0000 retourner les grains dans la deuxième case

Jour 9

0000 - 0015 remplir la cuve de trempage d'eau à 18 - 20°C

0015 - 0030 brasser la cuve de trempage d'air comprimé;
répéter toutes les deux heures pour 15 minutes

0130 - élever la temperature des souffleries dans la
case numero 1 à 80°C

0730 - couper la touraille à case numero 1

0800 - 1000 décharger le malt séché de la case numero 1
et le transférer au stockage via nettoyeur
et balance

1130 - 1200 case 1 - niveler les grains avec un retourneur;
passer de l'air conditionné à travers le lit
de grains à 16 - 18°C

(Jour 9) 2330 - 0000 retourner les grains dans la case numero 2.

Jour 10

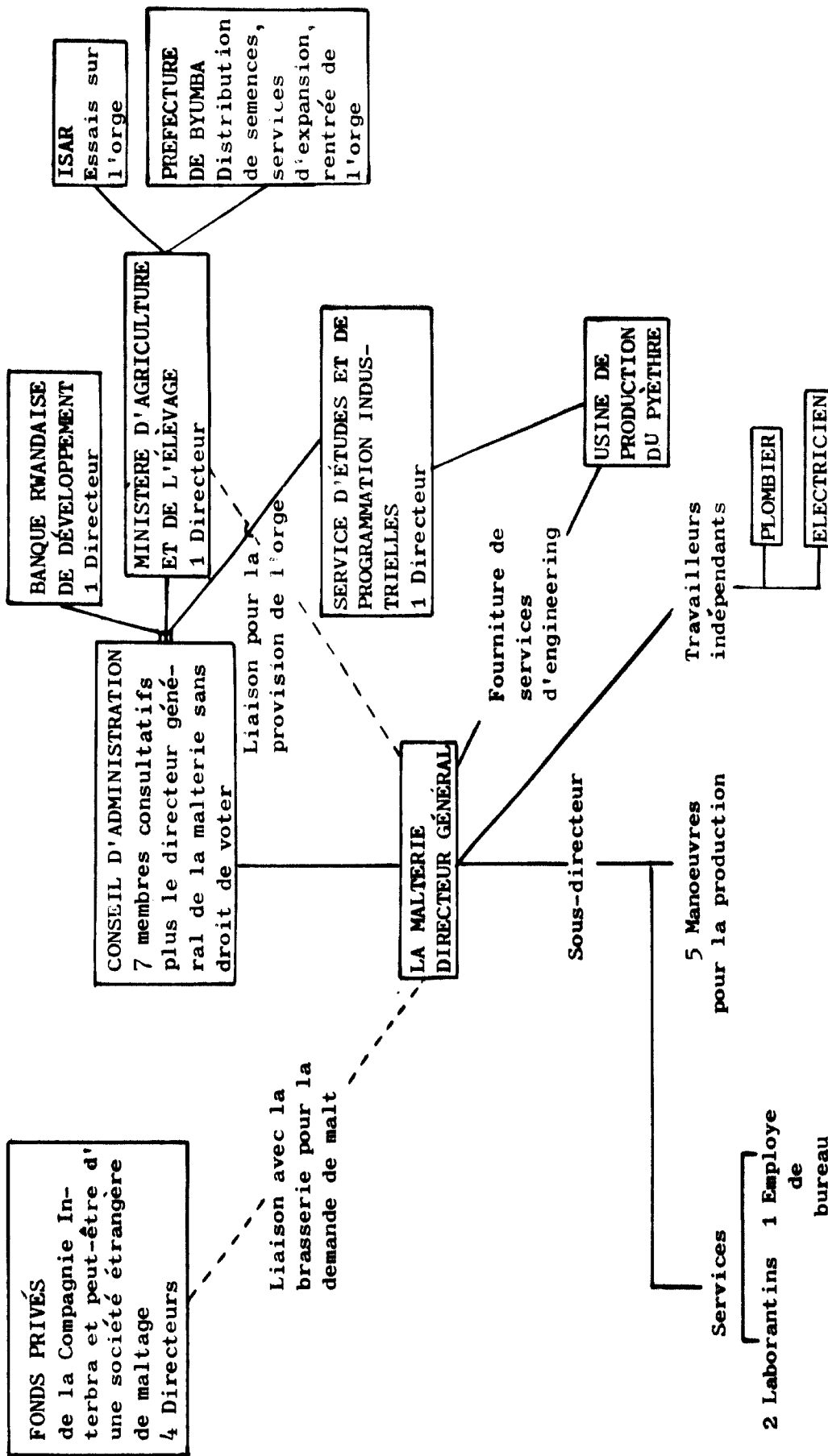
Le cycle continue, les procédés du dixième jour étant identiques à ceux du septième jour, - substituer cependant la case 1 à la case 2 et vice versa - alors que les procédés du treizième jour seront exactement les mêmes que pour le septième jour.

5.3 Propositions pour la Structure de l'Organisation

Le tableau suivant montre les détails de l'organisation prévue de la malterie. Un conseil de directeurs serait responsable du contrôle de l'implantation; chacun représenterait un intérêt financier. Nous envisageons que les possesseurs d'actions nomment 4 directeurs, pour leur permettre d'avoir une part prédominante du contrôle. Les autres directeurs seraient des représentants gouvernementaux; soit: un représentant de la Banque de Développement, que accordera un prêt; un représentant du Ministère d'Agriculture et de l'Élevage, qui doit aider dans les recherches portant sur l'orge; un représentant du Service d'Études et de Programmation Industrielles, qui aurait un intérêt indirect au projet en raison du fait qu'elle est responsable de l'implantation de pyrethre.

La responsabilité de la malterie incomberait au directeur, qui serait membre d'office du conseil, sans droit de voter. Il serait chargé d'assurer la liaison avec le Ministère d'Agriculture et de l'Élevage, le Service d'Études et de Programmation Industrielles, et la brasserie.

Tableau 5.4 - Organisation de la Malterie



LE CYCLONE

LE NETTOYEUR / SEPARATEUR

BALANCE AUTOMATIC

VERS LE STOCKAGE

ENSACHAGE

BALANCE AUTOMATIC

DU STOCKAGE

RECEPTION

CASES DE GERMINATION / TOURAILLAGE

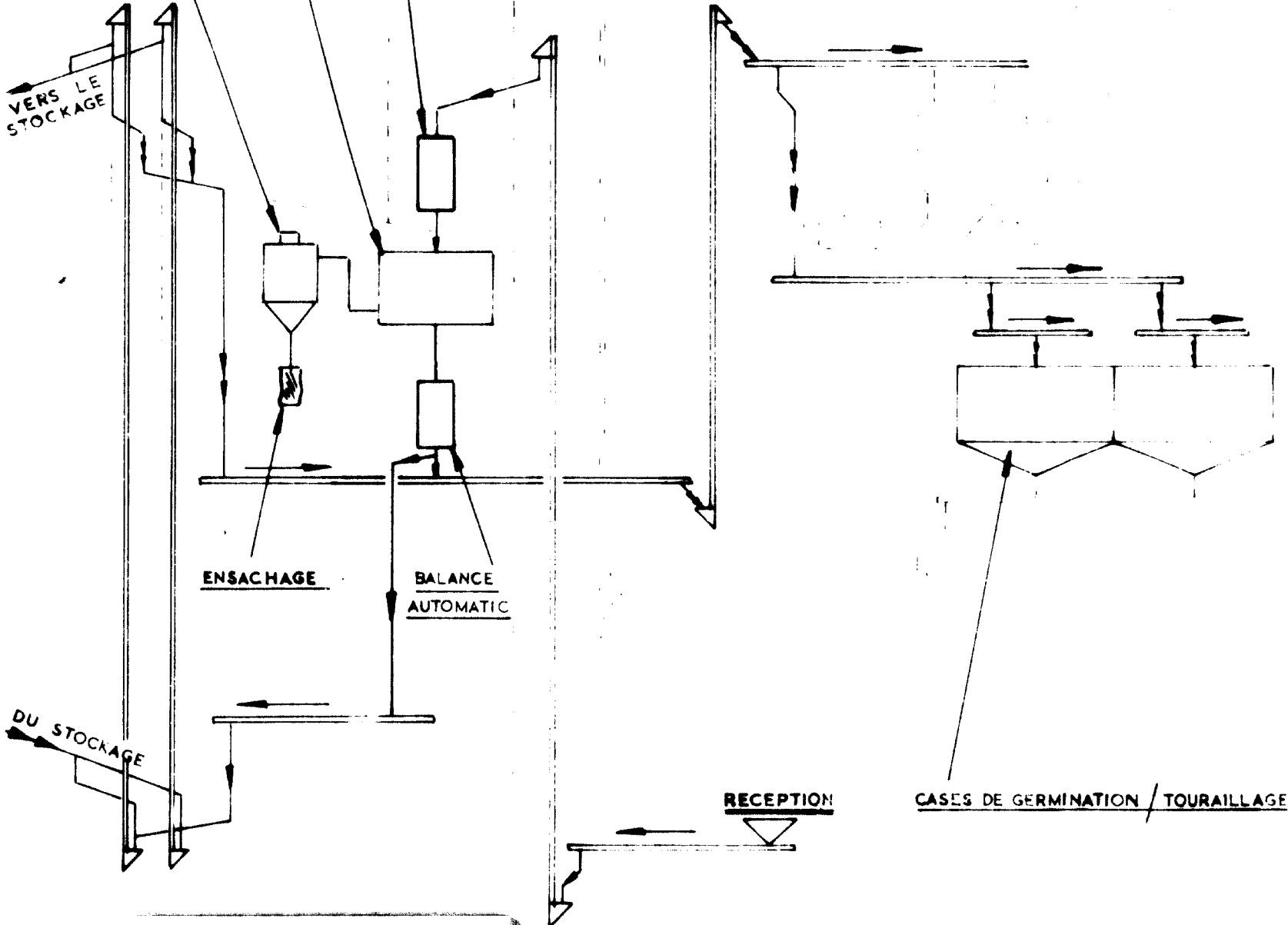
SECTION 1

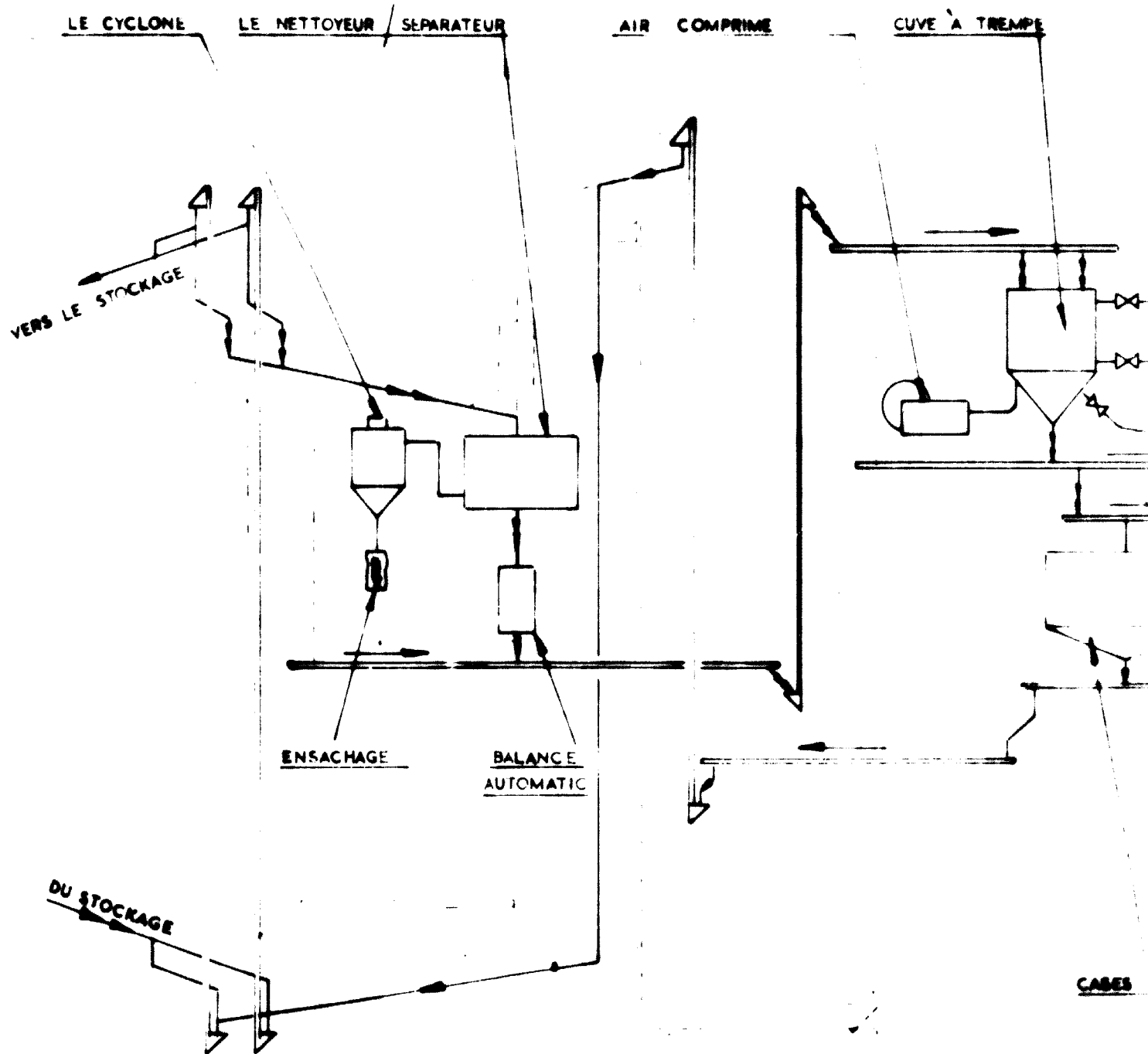
①

L'ORGE BRUTE DE LA RECEPTION VERS LE STOCKAGE OU LES CASES DE SECHAGE

②

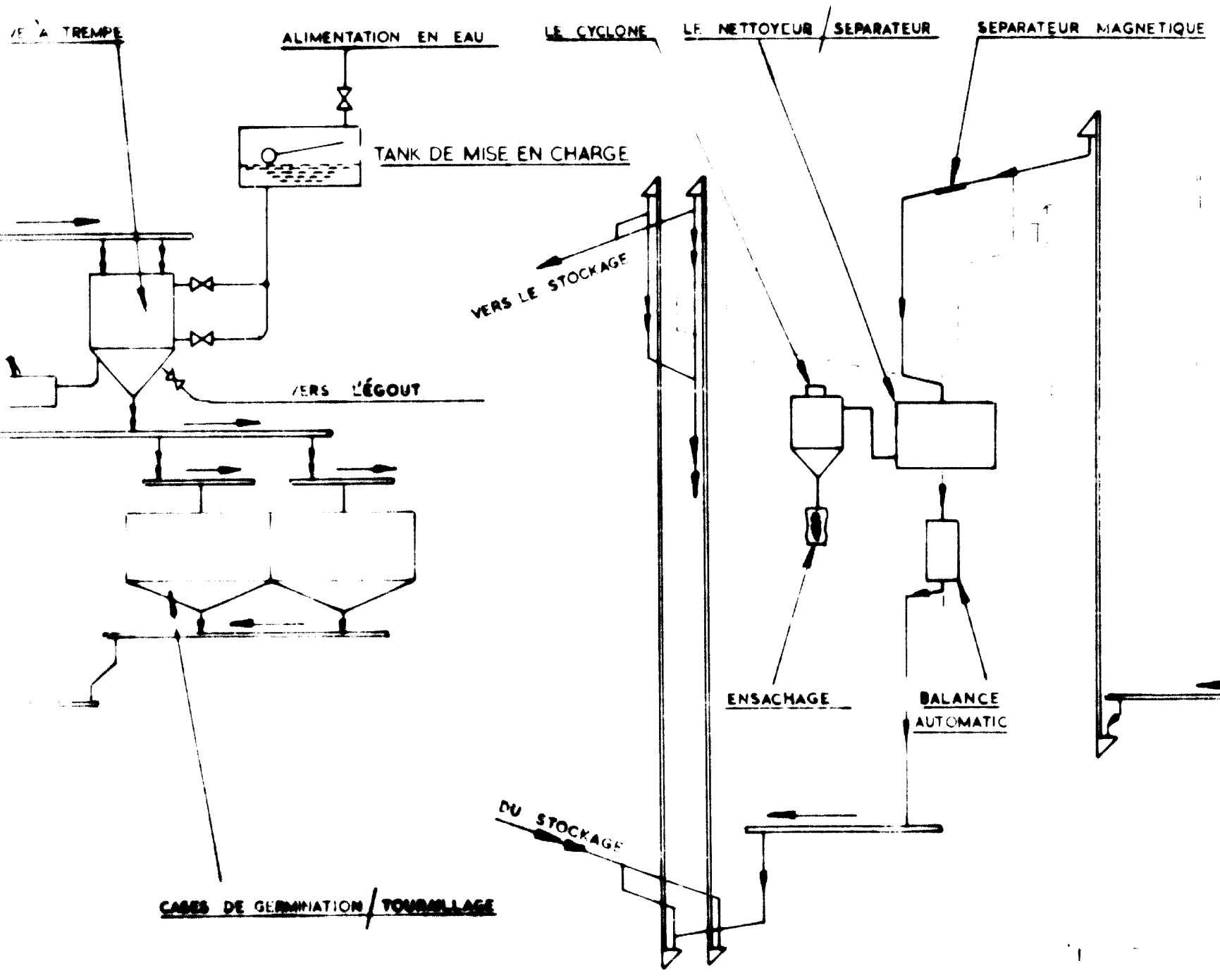
L'ORGE BRUTE DU STOCKAGE VERS LES CASES DE SECHAGE





SECTION 2

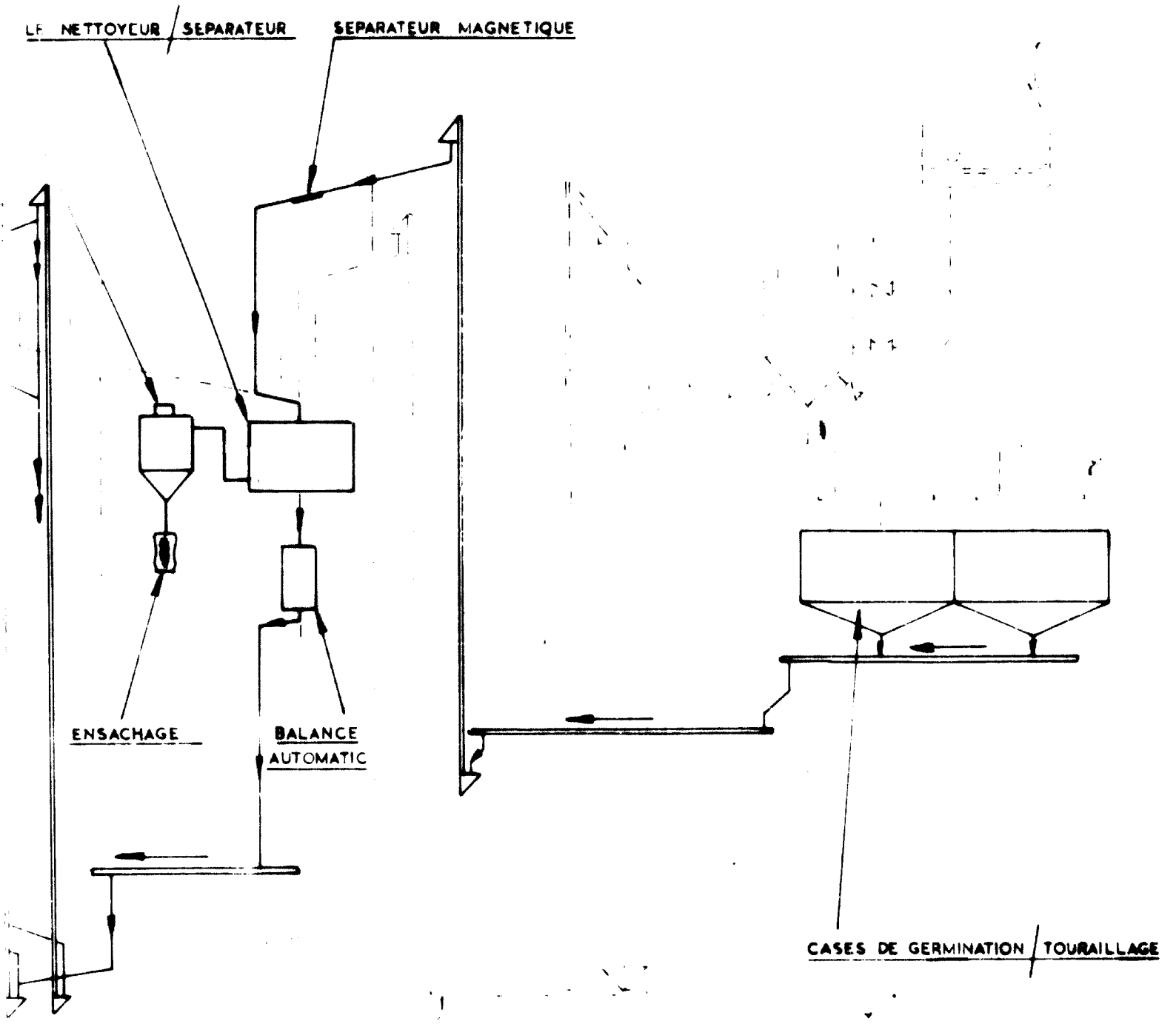
- 3
L'ORGE DES CASES DE SÉCHAGE VERS LE STOCKAGE
→
- 4
L'ORGE DU STOCKAGE VERS LES CASES DE SÉCHAGE
←



SECTION 3

- ⑤ LE MALT DES CASES DE SÉCHAGE VERS LE STOCKAGE
- ⑥ LE MALT DU STOCKAGE VERS LA SORTIE DU MALT

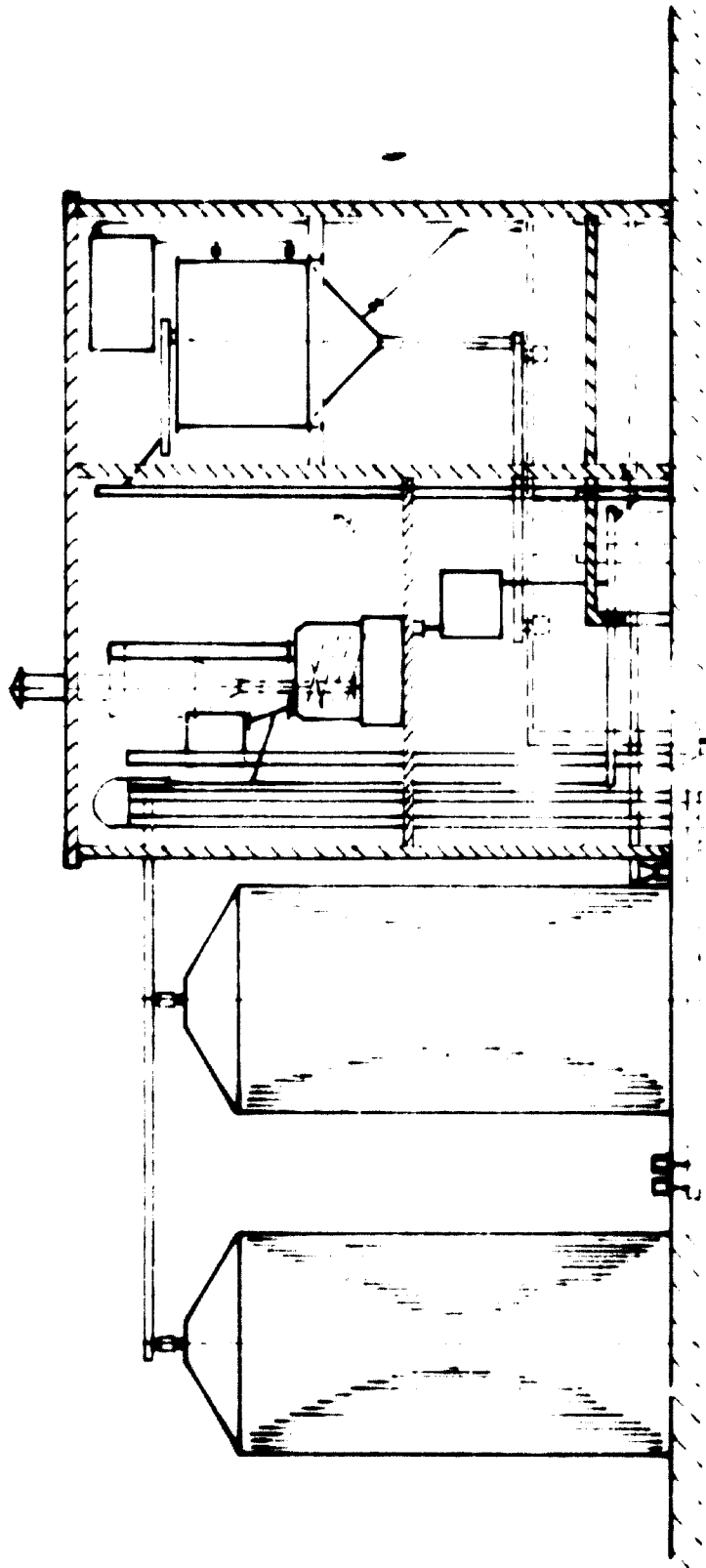
FIG. 1



LE MALT DES CASES DE SÉCHAGE VERS LE STOCKAGE →

LE MALT DU STOCKAGE VERS LA SORTIE DU MALT →

SECTION 4



SECTION 1

LE NETTOYEUR / SEPARATEUR

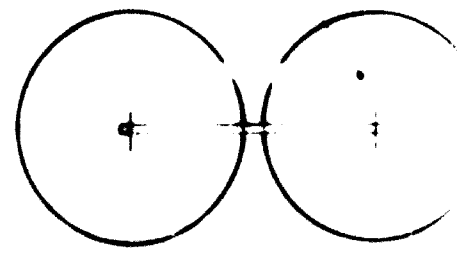
BALANCE AUTOMATIQUE

LE NETTOYEUR / SEPARATEUR

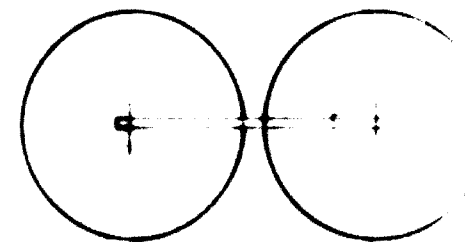
LE C...

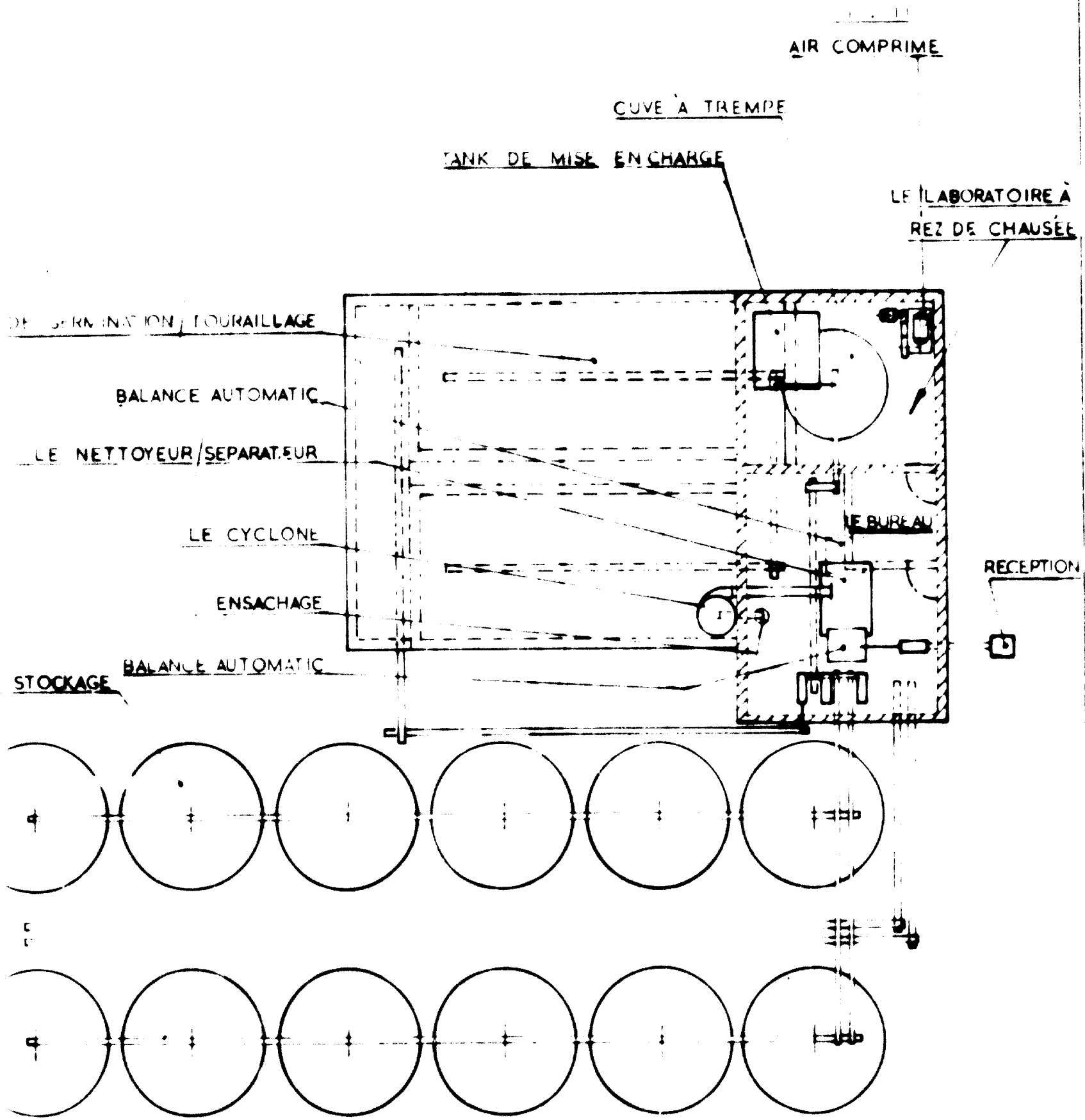
EN...

DU STOCKAGE BALANCE AUTOMATIQUE



FR





SECTION 2



16m

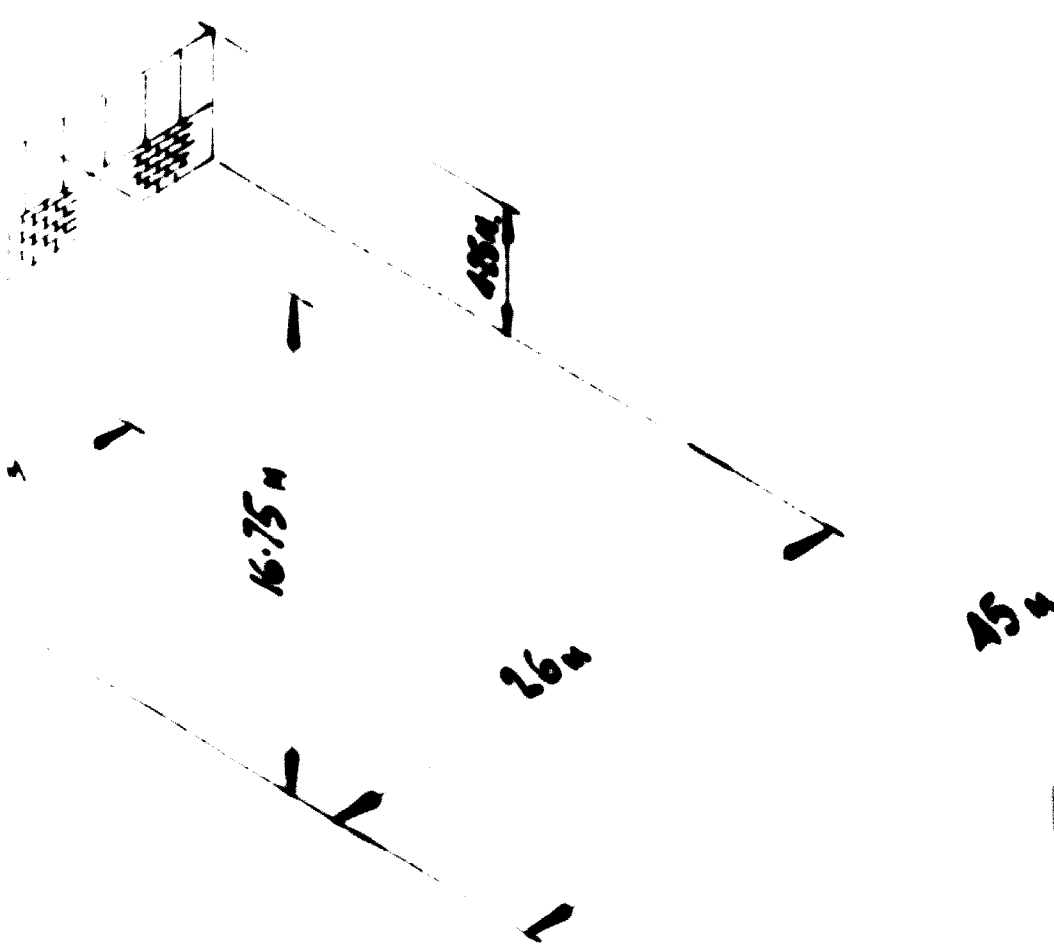
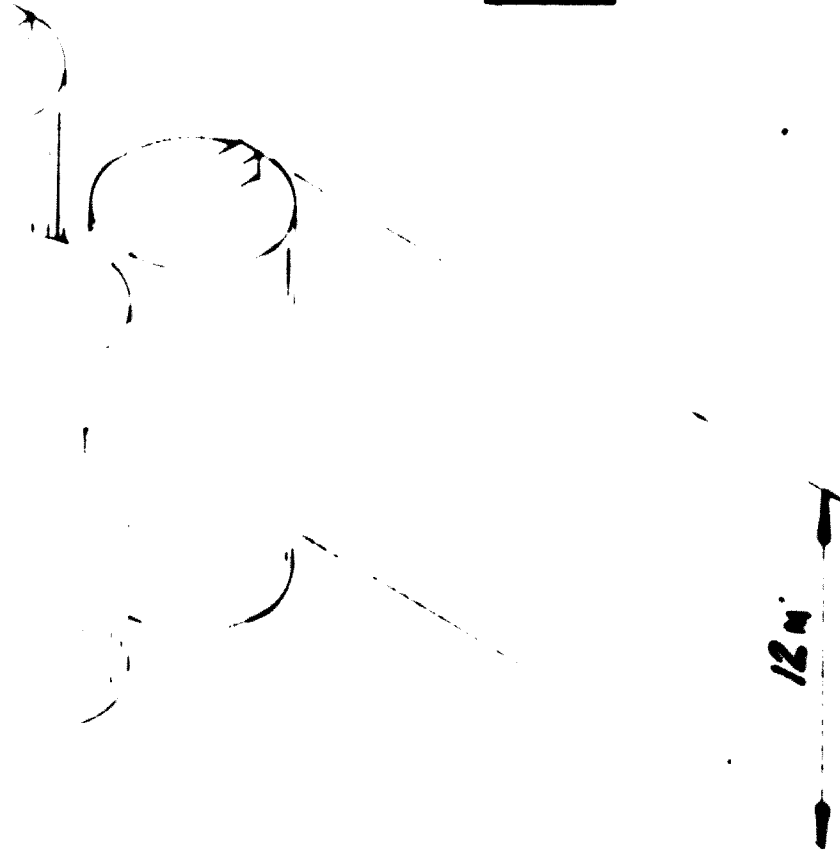
10m

9m

16.75m

SECTION 1

FIG. 3



SECTION 2

LE GRAIN D'ORGE

FIG. 4

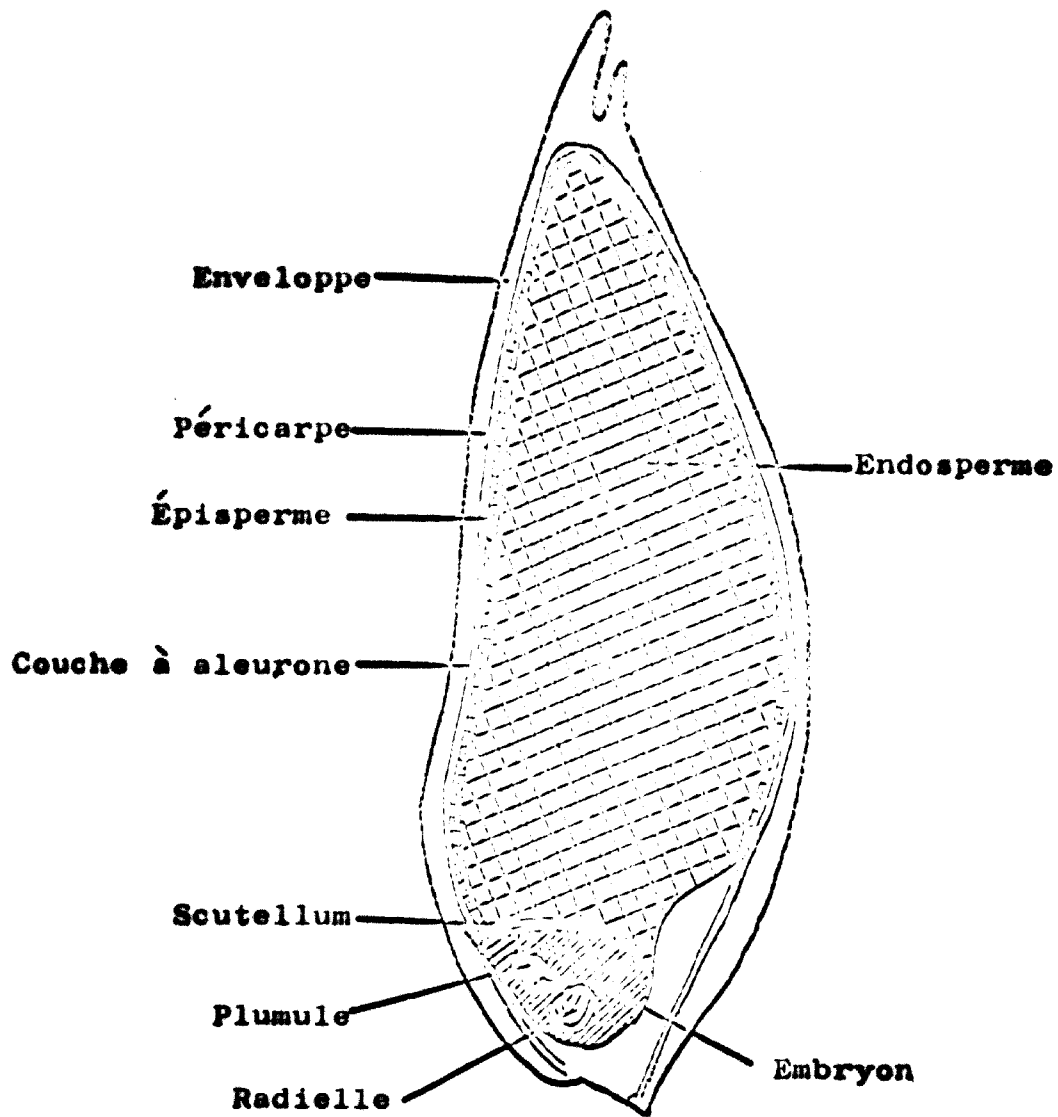
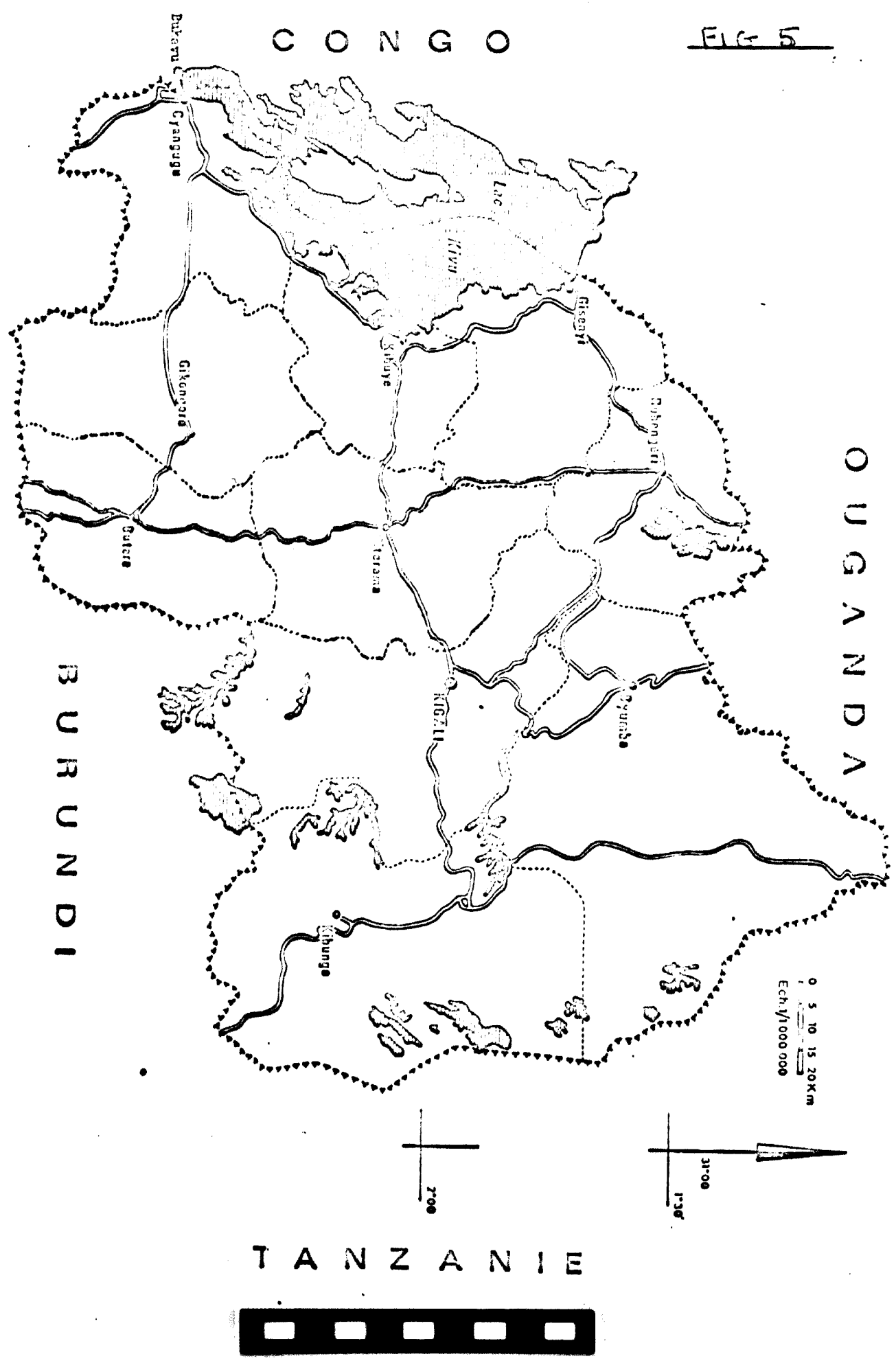
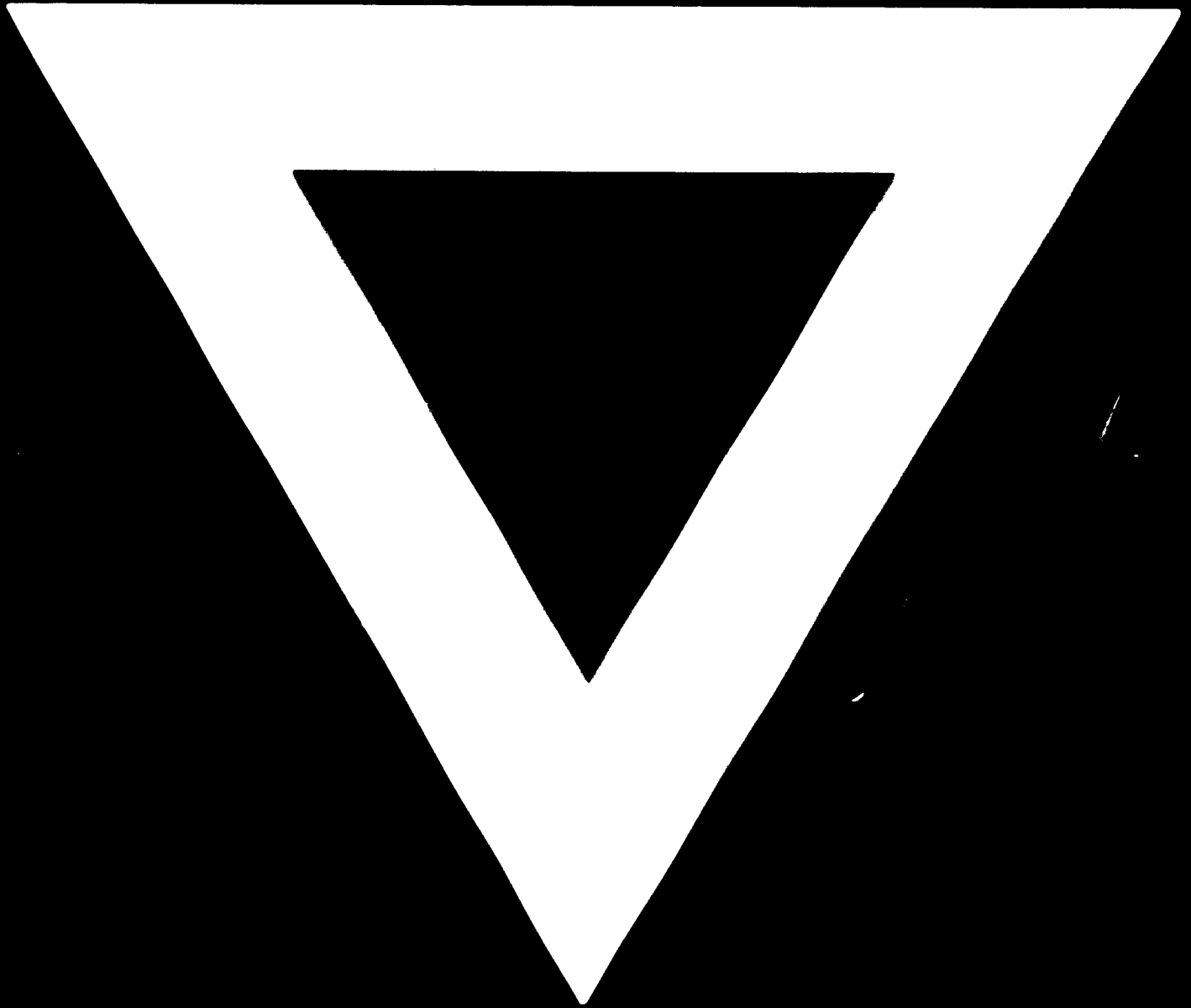


FIG 5



B-772



82.05.04