

PRODUCTION INDUSTRIELLE DE FARINE DE SORGHO



POUR L'ALIMENTATION HUMAINE

SERVICE DE TECHNOLOGIE I.R.A.T.*

-I- PRODUCTION ET UTILISATION

Avec une production voisine de 350 000 tonnes de grain, la France est certes le plus gros producteur européen de sorgho fourrager, mais elle ne "pèse" rien par rapport aux sept pays répertoriés Table I qui totalisent, à eux seuls, 86 % de la production mondiale de sorgho, cette dernière se situant, avec 4.4 % au 5ème rang de la production mondiale de céréales, loin derrière le blé, le riz, le maïs et l'orge (Figure 1).

Pour la plupart des occidentaux, le sorgho est indubitablement une céréale réservée à l'alimentation animale. Il est vrai que les quelque 11 M to de sorgho exportées annuellement par les Etats-Unis et l'Argentine, vers le Japon, les pays de la CEE, le Mexique, et l'URSS (Table 2) sont presque exclusivement utilisés à nourrir les animaux domestiques ou familiers dans les pays industrialisés. Mais, tout comme le maïs qui demeure un aliment de base dans plusieurs pays d'Amérique latine, le sorgho constitue quant à lui, avec le millet, la source essentielle de calories et de protéines de plus de 300 millions d'hommes vivant dans les zones semi-arides d'un très grand nombre de pays en voie de développement (Table 3).

* Institut des Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières
Laboratoire de Technologie des Céréales, I.R.A.T. - E.N.S.A.M. -
9 Place Pierre Viala - 34060 MONTPELLIER Cedex (France)

Siège social : I.R.A.T. - 45 Bis Avenue de la Belle Gabrielle -
94130 NOGENT SUR MARNE



-II- PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU SORGHO GRAIN

Les sorghos classiques destinés à l'alimentation animale dans les pays industrialisés sont constitués de grains farineux, à épiderme généralement brun foncé, contenant des quantités non négligeables de tanins et de pigments polyphénoliques qui confèrent aux grains une certaine amertume et une certaine résistance aux attaques des oiseaux et des moisissures.

Mais sachant que les tanins ont une influence marquée sur les coefficients d'utilisation digestive de l'énergie et surtout de l'azote, qui diminuent linéairement en fonction de la teneur en procyanidines du sorgho, les sélectionneurs de sorghos fourragers s'efforcent aujourd'hui d'obtenir des variétés riches en protéines et pauvres en tanins, et l'on peut citer par exemple les variétés Argence, Arralba et Tamarin dont la teneur de 0.3 % m.s. de tanins, très voisine de celle du maïs, confère à cette céréale une valeur nutritionnelle équivalente à celle du maïs.

Des quantités non négligeables de sorghos américains ou français ont été expédiées au titre d'aide alimentaire mondiale dans plusieurs pays en voie de développement, notamment dans les pays du Sahel durant la grande sécheresse des années 70. Ces variétés fourragères classiques, technologiquement et organoleptiquement impropres à la préparation des farines et des plats cuisinés traditionnels, ont été très généralement rejetées par les populations locales. On ne peut guère s'en étonner lorsque l'on connaît la diversité des préparations culinaires locales, l'adéquation qui existe entre ces aliments et les caractéristiques technologiques des variétés locales de grain dont ils sont issus, l'attachement profond des paysans à leur nourriture, les difficultés d'obtention de farines par pilonnage au mortier de bois.

En fait, dans le domaine de l'alimentation humaine, les principales caractéristiques du sorgho et les incidences qu'elles peuvent avoir sur la technologie de transformation et sur la valeur nutritionnelle de cette céréale sont résumées dans le Tableau ci-après.



RPO8122

Variabilité génétique	➔	Handicap au développement des I.A.A.
Grains ronds ± vitreux	➔	Décorticage possible
Présence de testa pigmentée (anthocyanes)	➔	Produits colorés Résistance (insecte, fungi)
Présence de tanins	➔	Digestibilité réduite (Prot.-Gluc.)
Absence de gluten	➔	Formation pâtes impossible (Panification, pastification)
Excès leucine	➔	Pellagre (déficit niacine)
Déficit Lys, Try, Thr.	➔	Marasme, Kwashiorkor

Tout comme le maïs ou le riz, et à l'encontre du blé ou du seigle, la farine hydratée de sorgho demeure friable après pétrissage. Cette inaptitude à former une pâte viscoélastique, consistante et tenace, due à l'absence de gluten chez le sorgho, le riz ou le mil, interdit une mise en forme de la pâte avant cuisson et donc la fabrication de pain, de pâtes ou de biscuits par les procédés classiques. Aussi bien le sorgho et le mil sont-ils très généralement consommés par l'homme sous forme de bouillies, de pâtes gélifiées plus ou moins consistantes, de couscous ou de galettes grillées ou frites, ces préparations culinaires fermentées ou non étant réalisées à partir de semoules et de farines encore très largement obtenues, au niveau familial, par pilonnage au mortier de bois (Afrique) ou par des meules manuelles de pierre (chakki) en Inde.

Une autre caractéristique technologique du sorgho, illustrée à la Figure 2, est la forme arrondie du caryopse, ce qui va permettre de débarasser le grain de ses enveloppes extérieures P par décorticage, c'est-à-dire par abrasion tangentielle des couches périphériques du grain. Au cours du décorticage, tout ou partie du germe G, assez volumineux chez le sorgho, sera éliminé. L'abrasion doit être poussée suffisamment loin pour éliminer également la testa lorsqu'elle est présente, cette couche de cellules plus ou moins épaisse, située entre le péricarpe et l'assise protéique (aleurone), étant fortement colorée par des pigments anthocyaniques. Après décorticage, l'amande interne A, constituée de l'albumen plus ou moins vitreux, peut être réduite en farine par un moyen quelconque de broyage.

-III- LES PROCÉDÉS DE MOUTURE

Quelle que soit l'utilisation envisagée, schématisée à la Figure 3, la fabrication de produits alimentaires ou industriels passe par l'obtention de produits de mouture (semoules, farines) de bonne qualité, celle-ci étant définie par une faible teneur en cendres et en fibres, ainsi que par une coloration blanche et une granulométrie uniforme.

A) LA MOUTURE ARTISANALE

Différents cas d'espèce peuvent se présenter, la situation la plus courante étant celle où farines et semoules sont obtenues manuellement par broyage au mortier ou sur meules de pierre au niveau familial, cette opération, longue et fatigante, étant exclusivement réalisée par les femmes dans tous les pays du monde. Dans les bourgs et les villes d'Afrique, l'utilisation de différents types de décortiqueurs et de moulins mécaniques actionnés par des moteurs électriques, diesel ou à essence de 6 à 12 CV, tend à se généraliser. Ces ateliers artisanaux de mouture travaillent exclusivement en discontinu, par petits lots (5-10 kg) successifs de grains de différentes espèces : mil, sorgho, riz ou blé que les femmes amènent au moulin. Les grains, souvent préalablement décortiqués au mortier et au pilon de bois après hydratation, donnent des farines de qualité extrêmement variable, qu'on laisse fermenter ou non avant utilisation selon les goûts et les préparations culinaires.

A un échelon un peu supérieur, des moulins artisanaux travaillent en continu pendant quelques heures par jour sur meules de pierre ou par broyage sur moulins à marteaux après décorticage. Les farines issues de ces moulins ne peuvent être commercialisées qu'au niveau des particuliers, à des fins d'utilisations ménagères.

B) LA MOUTURE INDUSTRIELLE

Jusqu'à la décennie 1970-1980 il n'y avait pratiquement rien, dans le domaine de la mouture, entre les petits moulins artisanaux précédents et les minoteries et semouleries classiques de blé triturant, en situation portuaire ou dans les capitales africaines, des blés exclusivement importés. Cependant, des pionniers



comme les moulins SENTENAC⁽¹⁾ à Dakar et différents organismes de recherches et développement comme le C.R.D.I.⁽²⁾, l'O.A.A.⁽³⁾, le T.P.I.⁽⁴⁾, l'I.R.A.T. commen-
çaient à développer des technologies et des appareils mieux adaptés à la valorisa-
tion des céréales traditionnelles à un niveau intermédiaire.

Un certain nombre de minoteries pilotes à caractère industriel, fondées sur le principe du décortilage préalable des grains de sorgho, de mil ou de maïs, mais également capables dans certains cas de moudre du blé, étaient construites au Niger, au Nigéria, au Burkina Faso, au Soudan, au Botswana, que ce soit avec l'aide financière du P.N.U.D.⁽⁵⁾ ou du C.R.D.I. ou que ces réalisations soient le fait de la S.Q.M.D.I.A.A. (au Burkina Faso et au Mali), ou celui de constructeurs de maté-
riel comme SCHULE⁽⁶⁾, UMS⁽⁷⁾ ou BUHLER⁽⁸⁾. Des appareils de décortilage par abrasion ou par attrition plus performants ont été testés et développés par des organismes de recherches technologiques comme le "Laboratoire Régional des Prairies" à Saska-
toon⁽⁹⁾ ou par le Centre de Recherches Carlsberg à Copenhague⁽⁷⁾.

Mais il faut bien reconnaître que dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest, la plupart, sinon toutes les minoteries-maïseries ne triturent pratiquement que du blé d'importation, ceci faute d'approvisionnement suffisants en sorgho ou en mil de qualité requise et constante et faute également d'une politique des prix favorable au développement des cultures vivrières et des petites agro-industries.

-
- (1) Société Multinationale de Développement des Industries Agro-Alimentaires (S.O.M.D.I.A.A.) du Groupe des Grands Moulins de Paris (G.M.P.) - 15 rue Croix des Petits Champs - 75001 Paris.
 - (2) Centre de Recherches pour le Développement International - B.P. 8500 - Ottawa, Canada K 16 3HQ.
 - (3) Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (F.A.O. - 00100 Rome, Italie)
 - (4) Tropical Products Institute - Gray's Inn Road 56/62 - Londres WC1X 1 LU, Grande-Bretagne.
 - (5) Programme des Nations-Unies pour le Développement.
 - (6) F.H. SCHULE GMBH - Hammer Deich 70 - 2000 Hamburg 26, Allemagne Fédérale.
 - (7) United Milling System A.S - 8 Gamle Carlsberg Vej - 2500 Valby - Copenhagen, Danemark.
 - (8) BULHER Frères S.A. - 9240 Uzwil, Suisse.
 - (9) University of Saskatchewan - Saskatoon - Sask., S7N 0W0, Canada.

Les conditions de développement d'une mouture industrielle du sorgho et du mil, capable de produire des semoules et des farines commercialisables à des fins de secondes transformations, semblent plus favorables dans certains pays d'Afrique de l'Est comme le Soudan par exemple, où le sorgho constitue la base de l'alimentation humaine. Aussi bien ce pays sert actuellement de banc d'essais à des installations de mouture originales, l'une construite par SCHULE à Khartoum, d'une capacité de décorticage et de mouture de 3.5 t/h (Figure 4), l'autre, construite par U.M.S. à Wad Medani, est équipée d'un nouveau décortiqueur type D.V.A. d'une capacité de 2 t/h spécialement conçu pour le décorticage-polissage du millet, du sorgho et du riz.

C) LE DIAGRAMME DE MOUTURE I.R.A.T.

En Afrique francophone, les minoteries-semouleries polyvalentes installées par la S.O.M.D.I.A.A. au Burkina Faso et au Mali associent le décorticage des grains, réalisé sur un décortiqueur australien WONDER-GRAIN JAYBEE⁽¹⁾ de 2 t/h; avec une mouture classique de semoulerie réalisée sur cylindres cannelés et séparation-épuration des semoules par tamisage et sassage. Un diagramme indicatif de mouture du sorgho sur cylindres cannelés, qui présente l'avantage de fournir des semoules et farines de qualité constante, est donné Figure 5. Ce diagramme est utilisé par l'I.R.A.T. pour produire des farines utilisables en panification et pastification expérimentales.

Là où des semouleries de blé dur ou des maïseries existent, il est possible d'adapter les diagrammes de mouture de façon à obtenir des semoules et farines de sorgho sans consentir des investissements nouveaux importants. Ailleurs, on pourra opter pour la construction de minoteries spécifiques, fondées sur le principe relativement plus simple du décorticage suivi d'un broyage.

(1) Représentation en France : G.M.P. - 65 Quai de la Gare - 75013 Paris.

TABLE 1 - PRODUCTION DE SORGHO 1981

Source : Annuaire de la Production, FAO, vol. 35, 1981



Pays	1 000 T	%	Q/Ha
USA	22 400	31	40
INDE	11 500	16	7
CHINE	7 500	11	25
ARGENTINE	7 500	11	36
MEXIQUE	6 300	9	35
NIGERIA	3 800	5	6
SOUDAN	2 800	3	9
Divers	10 200	14	--
T O T A L	72 000	100	15

TABLE 2 - ECHANGES COMMERCIAUX (Moyenne 79-81)

Source : Annuaire de la Production, FAO, vol. 35, 1981

Exportateurs	Part	Importateurs	Part
USA 7.4 MT	60 %	JAPON 4.4 MT	32 %
ARGENTINE 3.6 MT	29 %	EUROPE 1.8 MT	13 %
AUSTRALIE 0.5 MT	4 %	MEXICO 2.0 MT	15 %
		URSS 2.7 MT	20 %
		CHINE 0.5 MT	3 %
T O T A L	93 %	T O T A L	83 %

Les échanges commerciaux représentent seulement 17 % de la production mondiale de sorgho.

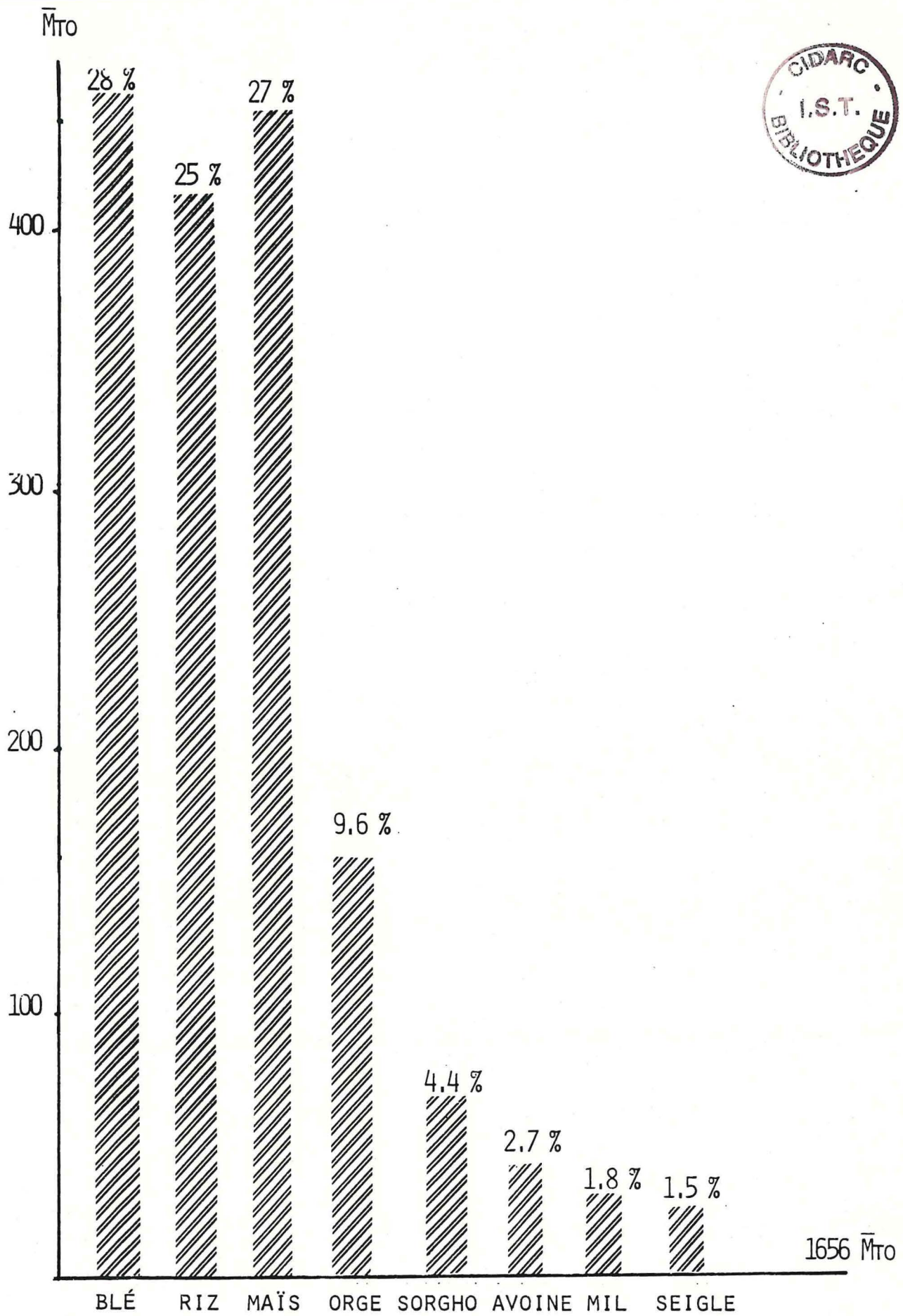


FIG. 1 : PRODUCTION MONDIALE DE CÉRÉALES (1981)

SOURCE : ANNUAIRE DE LA PRODUCTION, FAO, VOL. 35, 1981

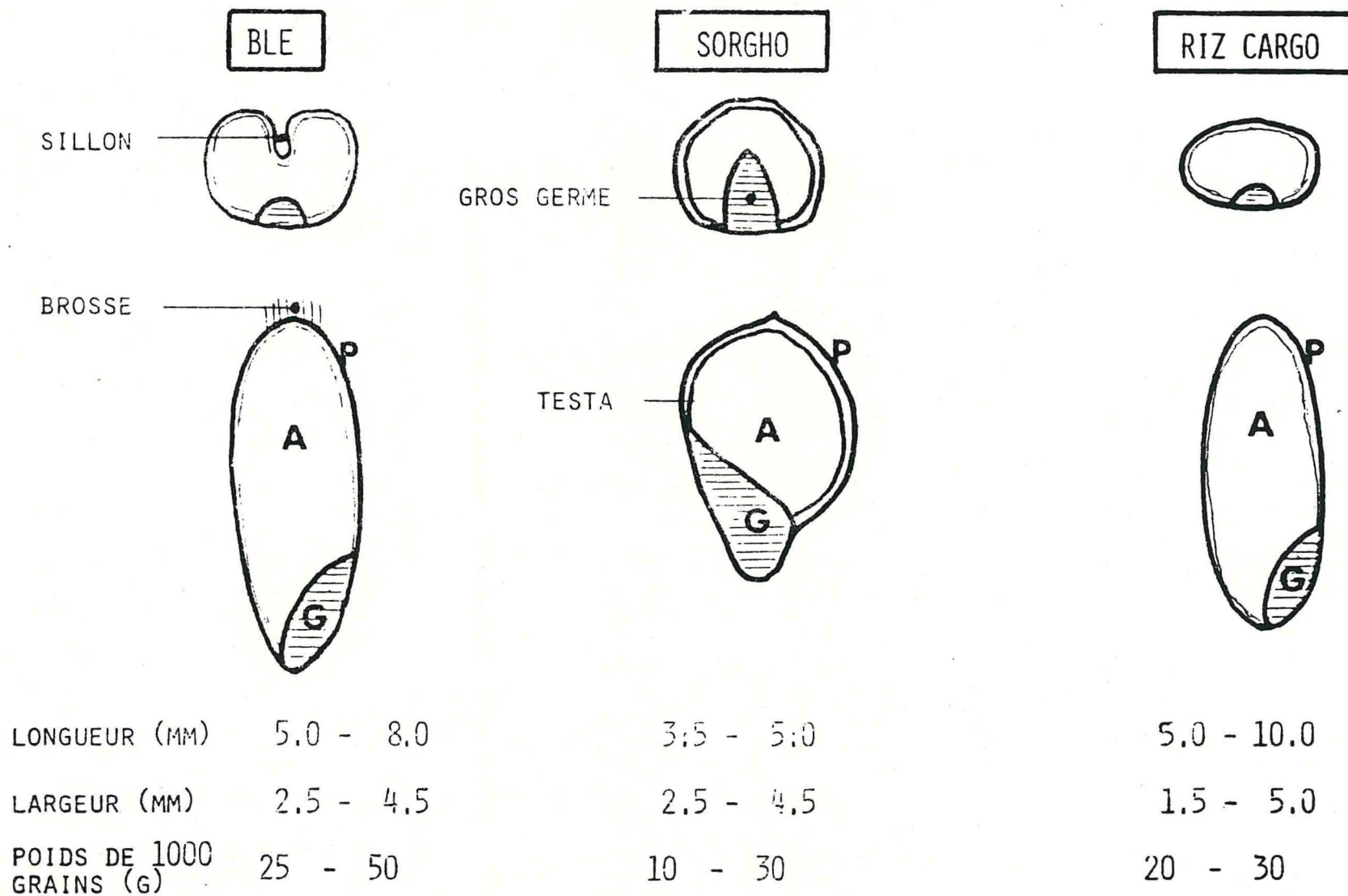


FIG. 2 - MORPHOLOGIE COMPARATIVE DES GRAINS DE BLE, DE SORGHO ET DE RIZ

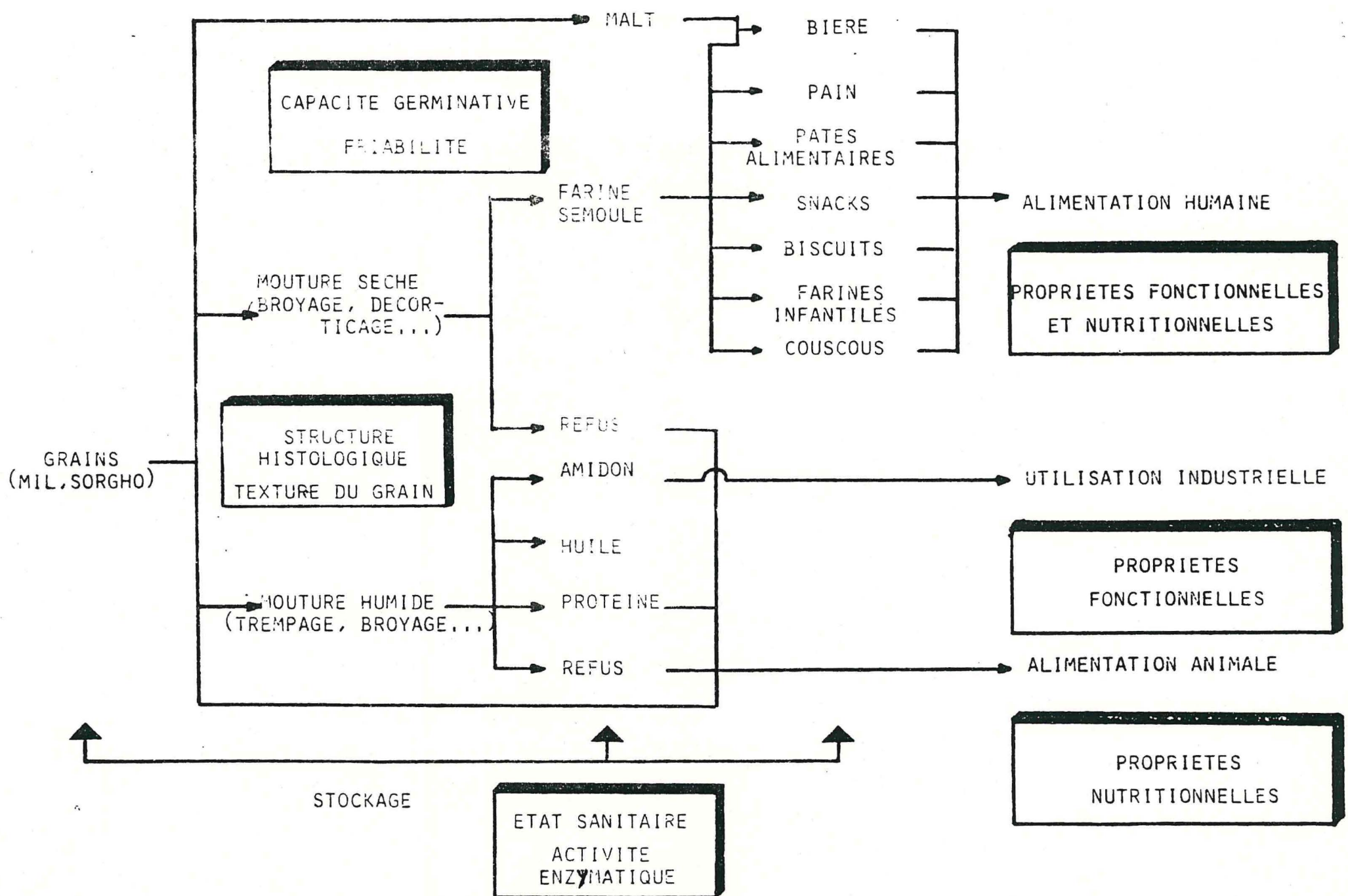


FIG. 3 : UTILISATIONS POTENTIELLES DES CÉRÉALES DE ZONE SÈCHE AU NIVEAU AGRO-INDUSTRIEL

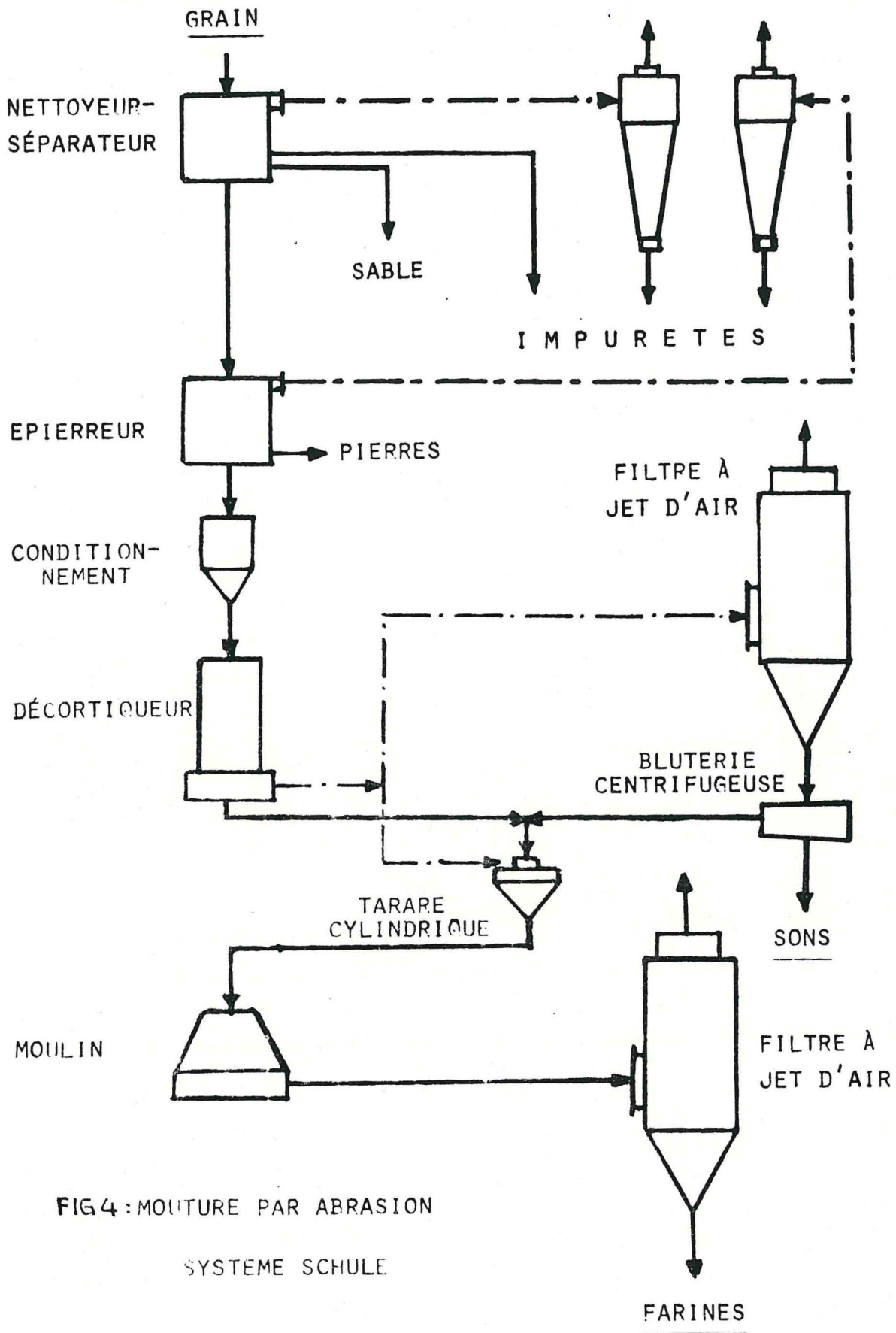
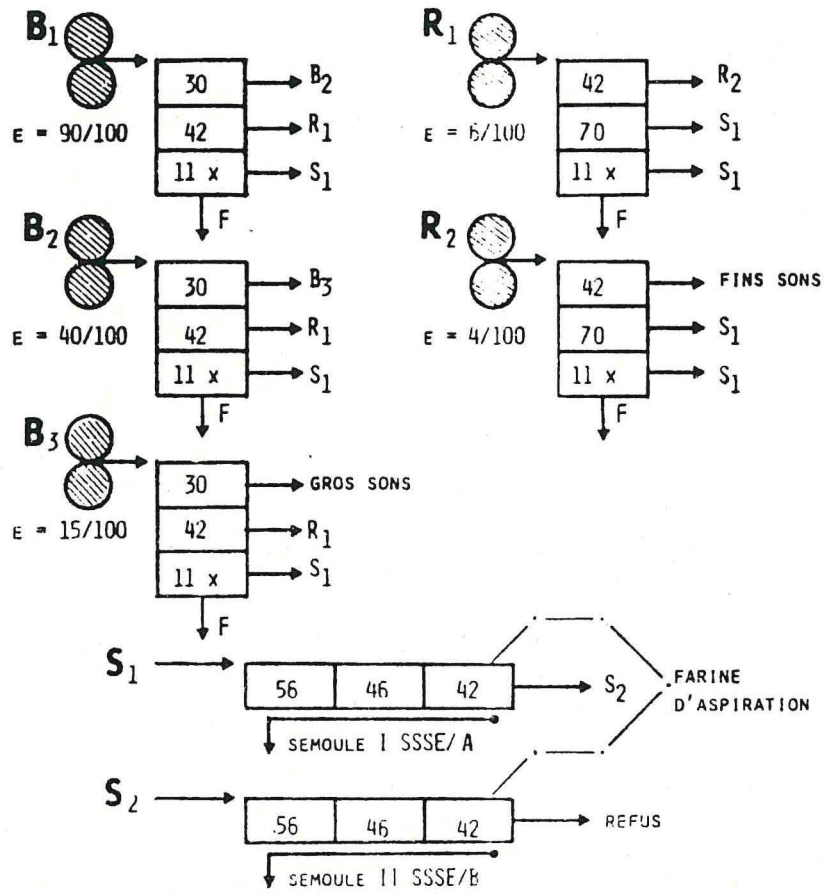


FIG4: MOITURE PAR ABRASION

SYSTEME SCHULE



E = ÉCARTÈMENT CYLINDRES
 F = FARINE DE BRÔYAGE

Fig. 6: Diagramme de mouture d'essai du sorgho