

Les blés des oasis : étude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu

Benlaghli M., Bouattoura N., Monneveux P., Borriès C.

in

Dollé V. (ed.), Toutain G. (ed.).
Les systèmes agricoles oasiens

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11

1990

pages 171-194

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI901494>

To cite this article / Pour citer cet article

Benlaghli M., Bouattoura N., Monneveux P., Borriès C. **Les blés des oasis : étude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu.** In : Dollé V. (ed.), Toutain G. (ed.). *Les systèmes agricoles oasiens*. Montpellier : CIHEAM, 1990. p. 171-194 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Les blés des oasis : Etude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu

Mohamed BENLAGHLID

Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc)

Noureddine BOUATTOURA

Institut National de la Recherche Agronomique (Algérie)

Philippe MONNEVEUX

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier

Institut National de la Recherche Agronomique (France)

Christiane BORRIES

Institut National de la Recherche Agronomique (France)

Résumé

Les blés des oasis ont été surtout étudiés d'un point de vue botanique : les tentatives d'identification génotypique et de classification et les études de diversité génétique ont été jusqu'ici basées essentiellement sur la morphologie de l'épi et du grain. Le programme dont les grandes lignes et les premiers résultats sont présentés ici se propose :

- de poursuivre la prospection, et la classification du matériel existant ;
- de simplifier l'identification génotypique et d'aborder l'étude de la diversité génétique, en faisant appel aux techniques d'électrophorèse (électrophorèse des gliadines, des gluténines et des isoperoxydases du grain) ;
- d'étudier les bases physiologiques de l'adaptation des blés oasiens aux contraintes particulières de leur milieu (hautes températures, déficit hydrique, salinité) ;
- de mettre en place un programme de croisement utilisant comme géniteurs les blés oasiens, en vue d'associer chez certains génotypes une aptitude au rendement élevé, et une bonne adaptation à certaines contraintes telles que sécheresse et salinité.

I. - Introduction

Les blés des oasis sahariennes sont restés pendant longtemps mal connus ; plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer cette méconnaissance :

- l'éloignement et, jusqu'à un passé récent, l'isolement des oasis ;
- l'autoconsommation des céréales produites : la modeste production céréalière des oasis ne permet pas la constitution de surplus échangeables ;
- la difficulté de l'étude des céréales oasiennes hors de leur milieu d'origine du fait en particulier de leur extrême sensibilité à la rouille jaune (*Puccinia striiformis* Westend) et à la coulure (Ducellier, 1920).

La présence des céréales dans les cultures d'oasis avait pourtant été signalée depuis longtemps par de nombreux voyageurs, tels que Follie (1792), Adams (1810 et 1814) ou Caille (1828), mais les descriptions en étaient imprécises, voire erronées, et il faudra attendre le vingtième siècle pour que des études soient

spécialement consacrées à ces cultures. Ducellier (1920) est le premier à attirer l'attention des agronomes sur «l'originalité des blés sahariens» et sur «les possibilités culturelles d'une réelle importance» qu'offrent ces céréales : commence alors un considérable travail de prospection et de description des populations oasiennes de blé, dont rendent compte les publications de Miegé (1924), Ciferri et Garavini (1941), et Erroux (1952, 1954 et 1958) ; ces études sont surtout consacrées à la variabilité morphologique des épis et des grains et se donnent pour objectif de classer les différents types rencontrés.

Dans une première partie de ce travail (étude de la variabilité morphologique des blés sahariens), nous résumerons les résultats de ces travaux, en les complétant avec nos propres observations sur des blés issus des oasis du Tafilalet (Maroc) du Touat et du Gourara (Algérie).

Nous chercherons, dans une deuxième partie, à préciser les limites de cette approche «morphologique» et «typologique» et à montrer l'intérêt de l'application à ces études de méthodes biochimiques, telle l'électrophorèse.

La troisième partie de cette communication concerne l'utilisation en sélection des blés oasiens : compte tenu des contraintes environnementales sévères auxquelles les blés des oasis ont eu à faire face (alimentation en eau aléatoire, hautes températures, salinité des eaux et du sol), on peut s'attendre à rencontrer dans le matériel prospecté des caractères intéressants d'adaptation à ces contraintes. Les blés des oasis sont donc susceptibles de constituer de véritables «modèles» pour l'étude des bases physiologiques de l'adaptation au déficit hydrique, aux températures élevées, et à la salinité : cette étude est envisagée dans le cadre des programmes de recherche conduits à la Chaire de Phytotechnie - Station d'Amélioration des Plantes ENSA-INRA de Montpellier. Ces blés du Sahara pourraient, pour les mêmes raisons, constituer des géniteurs intéressants, dans la création de variétés destinées aux zones semi-arides voisines (hautes plaines et plateaux du Maroc et de l'Algérie) ; ils contribueraient par ailleurs, dans de tels croisements, à améliorer certaines composantes du rendement comme la fertilité de l'épi : ce programme de création variétale a été d'ores et déjà entamé par l'INRA-Algérie et il est prévu dans le cadre des activités de recherche du Département d'Agronomie et Amélioration des Plantes de l'ENA de Meknès (Maroc).

II. - La variabilité morphologique des blés sahariens

1. - Premiers travaux

Des travaux consacrés à la morphologie des blés sahariens ressortent les points suivants :

- l'extrême diversité des formes rencontrées ;
- l'existence d'un certain nombre de types présentant en même temps des traits caractéristiques de l'espèce *T. aestivum* L. et des traits qui rappellent d'autres espèces hexaploïdes (*T. spelta* L., *T. compactum* L.) : ce fait conduit Ducellier (1920), à diviser les blés sahariens en deux grands groupes : ① *T. vulgare* HOST. var. *oasicolum* L.D.⁽¹⁾ ② *T. spelta* L. var. *saharae* L.D.

Cette distinction est reprise par Maire (1940) dans son étude de la flore du Sahara. Elle est ultérieurement nuancée par Erroux (1962), qui distingue :

- les blés «à faciès nettement saharien»
- les blés speltoïdes (*T. spelta* L. var. *saharae* L.D.)
- les blés compacts
- les blés sahariens à «caractères atténués ou nuls»

⁽¹⁾ La dénomination *T. vulgare* HOST est aujourd'hui abandonnée au profit de celle de *T. aestivum* L.

- l'existence d'affinités entre les blés oasiens et certains blés tendres d'Asie : ces affinités ont été mises en évidence par Flaksberger, et elles conduisent Erroux (1962) à proposer une classification des blés du Sahara appuyée sur des diagnostics établies par Flaksberger, Vavilov, Kobelev, Gökgöl, et Palmer, pour les blés d'Asie.
- la fréquence élevée d'«anomalies morphologiques» : feuilles subculmaires ou intraculmaires (dont la base du limbe est insérée à la base de l'épi, ou entre deux étages d'épillets), épillets orientés perpendiculairement à la normale.

Erroux (1962) propose donc une clé d'identification des blés sahariens reposant sur les caractères morphologiques suivants :

- absence ou présence de barbes (formes *muticum* et *aristatum* respectivement) ;
- forme des barbules (ou arêtes) ; les barbules des blés oasiens sont presque toujours en forme de crochets, mais on peut observer dans certains cas une dilatation plus ou moins grande de la base de l'arête, pouvant aller jusqu'à former deux lobes arrondis : ce caractère avait déjà été noté par Vavilov chez certains blés d'Asie qu'il avait regroupés sous le terme *inflatum* ;
- taille et forme des glumes : celles-ci peuvent être plus ou moins «ventrues», et plus ou moins coudées à la base, le renflement de la glume étant assez étroitement lié à la dilatation de la base de l'arête ;
- compacité de l'épi, rapport du nombre d'étages d'épillets sur l'épi à la longueur de l'épi en décimètres : les blés du Sahara, et en particulier ceux du groupe oasicolum, ont une compacité supérieure à celle des populations des zones voisines (Atlas marocain, Tell algérien) ; la fluctuation de ce caractère est toutefois considérable : en conditions de cultures favorables, les glumes peuvent se déformer et le nombre d'épillets augmenter (on peut même noter dans certains cas la présence d'épillets supplémentaires pédicellés) ;
- ▶ couleur de l'épi et du grain ; on peut distinguer, parmi les blés des oasis :
 - des types à épis blancs et à grains roux
 - des types à épis blancs et à grains blancs
 - des types à épis rouges et à grains rouges
 - des types à épis rouges et à grains blancs
- ▶ villosité de l'épi : il s'agit d'un caractère très répandu chez les blés sahariens.

Erroux (1962) a montré, à partir de l'étude de la descendance de nombreux croisements, que les caractères : mutique, velu, grain rouge et épi rouge, étaient des caractères dominants.

2. - Difficultés des classifications basées sur la morphologie

Nous avons répertorié (**Annexe I**) les différentes populations collectées dans les oasis du Sahara, et classées par Ducellier (1920) et Erroux (1962), sur la base des critères évoqués ci-dessus ; la classification se heurte à de nombreuses difficultés :

- ▶ l'hétérogénéité des populations, chacune d'elles étant constituée d'un mélange de formes :
 - au sein de la population Bouch du Fezzan, Erroux (1962) distingue par exemple des types aristés à grains blancs et à grains rouges, et des types breviaristés à glume renflée.
 - au sein de la population de blé dur Cheguira du Tafilalet, nous avons pu distinguer des types à épi noir et des types à épi blanc.
- ▶ l'abondance des formes intermédiaires, constituant des séries continues depuis des types à caractères sahariens marqués (tels qu'ils ont été décrits plus haut) jusqu'à des types à caractères sahariens «atténués» ou nuls : on peut citer le cas de la série *hostianum-subhostianum-subhostianum inflatum* par exemple, ou celui de la série *meridionale-submeridionale-submeridionale inflatum* ; les types à caractères sahariens «atténués» ou nuls se rencontrent le plus fréquemment au contact des régions soudano-sahéliennes (sud) ou telliennes (nord) et à proximité des voies de passage ;

► la présence de nombreux types d'épis portant à la fois des caractères de *T. aestivum* L. et de *T. spelta* L. (blés speltoïdes), ou de *T. aestivum* L. et de *T. compactum* L. (blés compactoïdes). Parmi les blés speltoïdes, on peut classer Bou Chouka, Ali Ben Maklouf, Djeghloul, Hamra, Manga, et, parmi les blés compactoïdes, Fertass, Farina, El Klouf, Tabelbala.

► l'imprécision de la nomenclature(2) :

- un même terme peut concerner des populations différentes ayant en commun une caractéristique morphologique marquante : le terme Fertass (chauve, teigneux) peut recouvrir des formes mutiques ou bréviaristées diverses : les termes *Dzil el Bral*, *Babous el Bral* (queue de mulet) se rapportent à plusieurs populations à épi long et barbu. Une même appellation peut même parfois renvoyer à des types totalement différents : dans le Fezzan, les blés Cheguira et Hadrache sont des blés tendres (Erroux, 1962) alors que dans le Tafilalet, il s'agit de blés tétraploïdes (*durum* et *polonicum* respectivement).
- des populations analogues peuvent porter des noms différents suivant les lieux : le Fertass ou Fritissi est aussi appelé Solouni, Taiyat (ou Tayba), Bekma, Fezzan (Erroux, 1962).

Signalons, pour clore cette rétrospective des travaux antérieurs, que ceux-ci ne font état de la présence, parmi les blés des oasis, que d'un seul blé tétraploïde : il s'agit de la population Amekkaoui, proche de la population tellienne de *T. durum* Merouani, mais présentant un certain nombre de caractères des «blés poulards» (*T. turgidum*) : glumes courtes, arrondies et larges, glumelles inférieures ventrues dégagées des glumes, barbes fines et caduques, grains mitadins ; cette population aurait été introduite des Hauts-Plateaux (Ducellier, 1920).

Au cours de nos prospections dans le Tafilalet, nous avons toutefois pu identifier deux autres blés tétraploïdes :

- le blé Cheguira de Rissani, *T. durum*, à épis blancs ou noirs (**Annexe II**, fiches n°s 8 et 9), qui présente certaines analogies avec le blé dur tellien Kahla(3).
- le blé Hadrache collecté à Ksar Hannabou (**Annexe II**, fiche n° 7) blé tardif qui doit être rattaché à l'espèce *Polonicum*.

III. - Application des techniques d'électrophorèse à l'identification et à l'étude de la diversité génétique des blés des oasis

La méthode d'étude de la diversité génétique à laquelle nous nous sommes référés jusqu'ici (description morphologique) présente plusieurs limitations :

① inspirée de la méthode linéenne de reconnaissance morphologique, et basée sur le principe des «corrélations constantes»(4), cette approche – que l'on peut qualifier de «typologiste» – se donne en effet essentiellement pour objectif d'identifier les caractères invariants des individus de la population et *accorde de ce fait une importance*

(2) Notons que la nomenclature renvoie suivant le cas :

– à la symbolique religieuse : Amekkaoui (de La Mecque), Ben El Mabrouk (fils de la félicité), Bent Embarka (fille de la félicité), El Moumena (la sainte), Hiba (le don)...

– aux caractères morphologiques de l'épi : Bou Chouka (qui a des épines), El Harcha (la rugueuse), El Karaa (la bouteille), Bou Sbiba (crinière de cheval : blé barbu?), Tafertat (le désorganisé : présence d'épillets supplémentaires?)...

– à la coloration de l'épi ou du grain : Baroudi (noir), El Baïda (la blanche), Hamra (rouge), Cheguira (la petite blonde)...

– aux caractères de la plante : Chedjera (l'arbre), Oum Rokba (gros genou = noeud de gros diamètre)...

– à la précocité : Chatar (actif), Sebbaga (rapide)...

(3) Pour la description du blé kahla, voir par exemple Laumont et Erroux, 1961.

(4) Principe consistant à grouper dans un même ensemble les individus présentant un certain nombre de traits morphologiques identiques, le niveau de la catégorie classificatoire dépendant du nombre de caractères retenus.

secondaire aux caractères sujets à variation (forme, taille, et compacité de l'épi, longueur des barbes, grosseur du grain, port et couleur des feuilles, taille de la plante) : or, la plupart de ces caractères ont une grande importance agronomique et ont une signification très précise en termes d'adaptation aux contraintes du milieu.

② la démarche empruntée amène à «*passer sous silence*» l'hétérogénéité des populations : elle se contente de décrire un holotype, sorte d'individu-standard auquel se réfère la classification (l'Annexe II présente les descriptions de blés des oasis du Tafilalet, du Gourara et du Touat).

③ cette approche est enfin, et de par sa méthode même, «*restrictive*» : les caractères morphologiques utilisés pour la classification (et qui ne concernent d'ailleurs que l'épi et le grain) ne représentent, pour reprendre l'expression de Ruffie (1982), que «*l'émergence d'une petite partie du génome, peut-être la moins importante*».

Or l'application aux grains de céréales (et de blé en particulier) de certains outils biochimiques comme l'électrophorèse (5) permet aujourd'hui de dépasser ces contradictions : la fluctuation d'un certain nombre de caractères morphologiques de type quantitatif – principal obstacle auquel se heurte la démarche typologique – étant liée au fait que ces caractères sont contrôlés par un nombre élevé de gènes et qu'ils sont le résultat combiné de facteurs héréditaires (= génotypiques) et de facteur du milieu, une manière de contourner la difficulté peut donc consister à se rapprocher de la source de l'information, et à s'adresser à des produits beaucoup plus directs de l'activité des gènes, comme les protéines ou les enzymes. Les diagrammes électrophorétiques (ou électrophorégrammes) manifestent :

- une grande indépendance vis-à-vis des facteurs du milieu (Feillet et Bourdet, 1967) ;
- un vaste polymorphisme génétique (Bushuk et Zillman, 1978) : appliquée à la fraction gliadine du grain de blé, par exemple, l'électrophorèse permet d'obtenir un diagramme de séparation constitué d'un vingtain de sous-unités.

L'électrophorèse des gliadines, des gluténines et des isoperoxydases du grain de blé permet donc une identification précise et une étude de la variabilité génétique ; en ce qui concerne l'identification, l'électrophorèse permet de se référer pour la reconnaissance, à des caractères biochimiques invariants (indépendants des conditions environnementales) : la description de l'holotype peut alors être basée, non seulement sur les caractères morphologiques du grain et de l'épi, mais aussi sur une série de fréquences de gènes caractéristiques.

Les **Figures 1, 2 et 3** montrent quelques diagrammes (gliadines, gluténines, isoperoxydases) obtenus sur le matériel déjà rassemblé. Ces électrophorèses (6) doivent encore être répétées en vue de mettre à l'abri des mélanges éventuels de grains, en vue de tenir compte de la variabilité intra-population (Khelifi, Branlard, 1987, considèrent que, dans le cas de populations locales, les électrophorèses des gliadines doivent être répétées un minimum de 30 fois) ; on peut toutefois d'ores et déjà constater :

→ en ce qui concerne les gliadines :

- des différences notables entre les types T1 et T2, qui ont pourtant été tous deux rattachés morphologiquement au type Khalouf.
- une grande analogie entre les types T3 et T5 (rattachés à Bent Embarek et El Mansouri), voisins également du point de vue morphologique.

(5) L'électrophorèse est une technique de fractionnement d'un mélange de protéines, basée sur les différences de charge électrique et d'encombrement moléculaire que présentent les constituants du mélange. Soumis à un champ électrique dans un réseau tridimensionnel freinant le déplacement des molécules les plus grosses, un mélange de protéines donne un diagramme de composants pouvant être caractérisés par leur position et leur intensité.

(6) Les électrophorèses des gliadines, des gluténines et des isoperoxydases ont été effectuées respectivement par les méthodes de Bushuk et Zillman, 1978, Payne *et al.*, 1981 et Kobrehel et Feillet, 1975.

Figure 1 : Diagrammes électrophorétiques des gliadines du grain (populations T 1 à T 10).
(La description morphologique des populations est donnée en Annexe II)

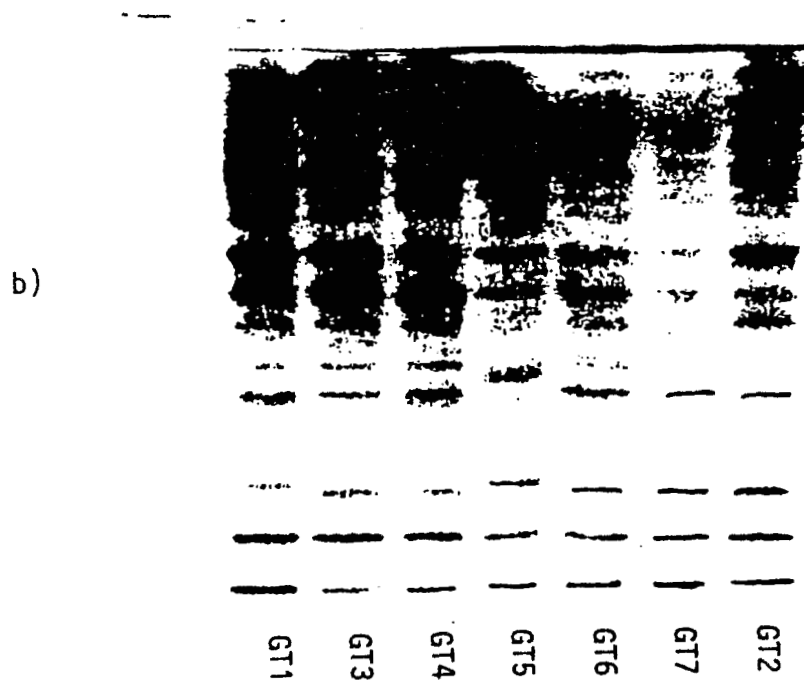
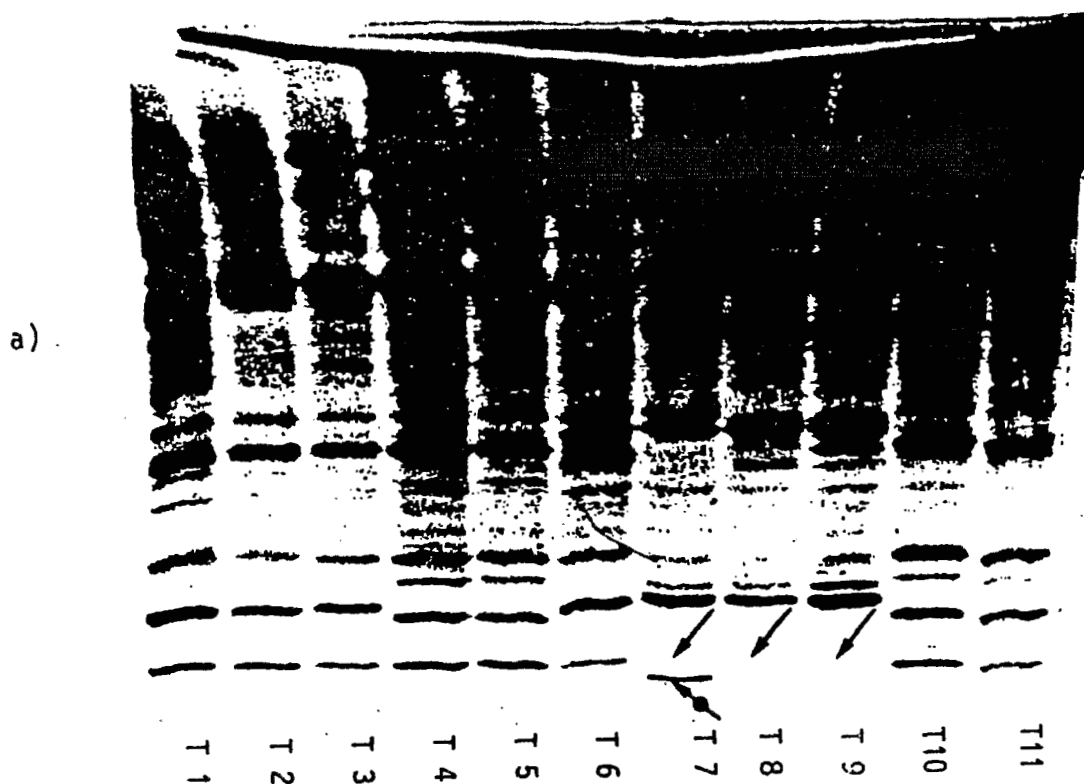


**Figure 2 : Diagrammes électrophorétiques des gluténines du grain
(populations T11 et GT1 à GT7)**

a. Populations du Tafilalet

b. Populations du Gourara et du Touat

(La description morphologique des populations est donnée en Annexe II)

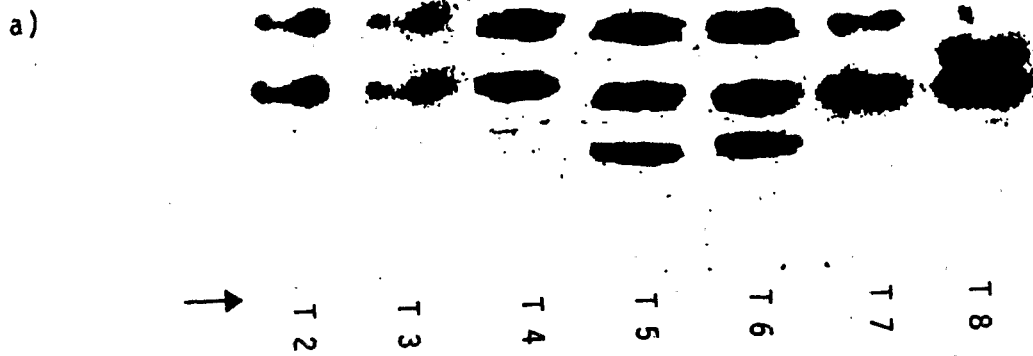


**Figure 3 : Diagrammes électrophorétiques des isopéroxydases du grain
(populations T2 à T8 et GT1 à GT7)**

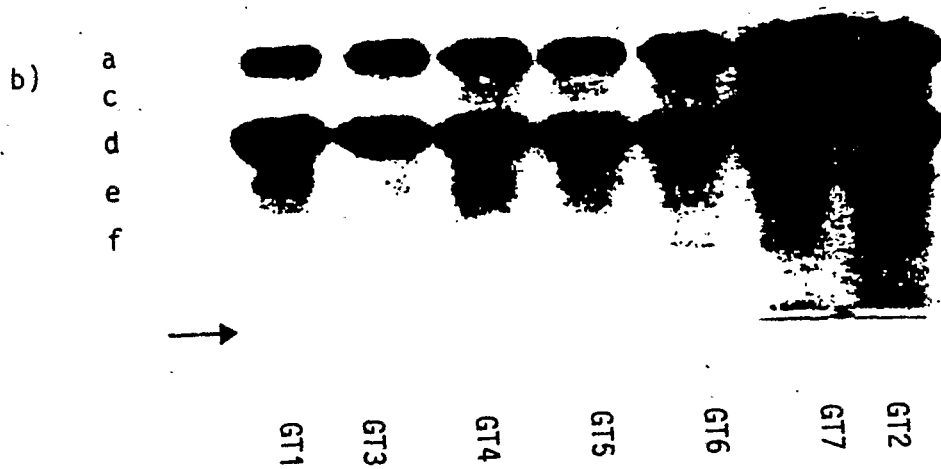
a. Populations du Tafilalet

b. Populations du Gourara et du Touat

(La description morphologique des populations est donnée en Annexe II)



Sous-unités :



- l'aspect très particulier du diagramme de la population T7 (Hadrache).
- la similitude des diagrammes des populations T8 et T9 (Cheguira épi blanc et Cheguira épi noir) ; ces deux diagrammes portent en particulier la bande gliadine $\gamma 45$ dont la présence est liée à une tenacité élevée du gluten (Damidaux *et al.*, 1978)..

Tableau 1 : Proportion relative de chaque type d'isoenzyme chez les populations T2 à T8 et GT1 à GT7

Population	Isoenzyme					
	a	b	c	d	e	f
T2	50,1	-	-	49,9	-	-
T3	40,5	-	-	53,8	-	-
T5	42,5	-	-	53,3	4,2	-
T6	64,9	-	-	35,1	-	-
T7	-	-	52,7	47,3	-	-
T8	-	-	12,2	74,9	12,9	-
GT1	31,7	-	-	55,6	11,0	1,7
GT2	35,8	-	-	53,0	10,2	1,0
GT3	46,8	-	-	51,6	1,6	-
GT4	47,8	-	-	45,5	6,2	0,5
GT5	47,2	-	-	48,3	3,2	1,3
GT6	54,2	-	-	43,5	2,4	-
GT7	48,8	-	-	46,4	4,8	-

→ en ce qui concerne les gluténines (**Figure 2**), on note surtout :

- l'absence sur les diagrammes des populations T7, T8 et T9, d'une sous-unité de haut poids moléculaire ($\leftarrow$) présente sur tous les autres diagrammes ;
- la présence sur le diagramme de la population T7, d'une sous-unité de haut poids moléculaire ($\leftarrow \bullet$) absente sur tous les autres diagrammes.

→ en ce qui concerne les isoperoxydases (**Figure 3**), les diagrammes ont fait l'objet d'une étude densimétrique, permettant de quantifier la concentration de chaque isoenzyme ; la proportion relative de chaque isoenzyme a alors été calculée (**Tableau 1**) :

- les deux populations tétraploïdes, T7 et T8, présentent, sur leur diagramme, une bande (c) absente chez les autres populations (hexaploïdes).
- le diagramme de la population T8 est caractéristique du diagramme isoperoxydasique des populations de blé dur d'Afrique du Nord (Kobrehel et Feillet, 1975), ce qui confirme l'origine non asiatique de cette population (Cheguira) et renforce l'hypothèse d'une introduction récente.

→ en ce qui concerne les populations hexaploïdes, on peut noter l'absence des isoenzymes e et f chez un certain nombre d'entreux (T2, T6) et la présence, au contraire, de ces deux isoenzymes chez d'autres populations (T3, GT1, GT2, GT4, GT5) : les premières populations sont toutes de type speltoïde, les secondes sont toutes de type saharien atténué. Les autres populations (T5, GT3, GT6, GT7) sont caractérisées par la présence de la seule isoenzyme e ; on trouve parmi ces populations le blé Hamra du Gourara et Touat, ainsi que le type Menga voisin du Hamra, morphologiquement.

L'électrophorèse des gliadines, gluténines et isoperoxydases du grain et l'étude du polymorphisme biochimique peuvent par ailleurs permettre une étude de la diversité génétique, la distance entre génotypes étant calculée à partir du moment centré d'ordre 2 (Branlard, Chevalet, 1984) faisant intervenir les moyennes de concentrations relatives obtenues par l'«analyse densitométrique». Cette étude devrait

Tableau 2 : Schéma général d'étude des mécanismes morphophysiologiques d'adaptation des blés sahariens à la sécheresse et à la salinité

Sous-programme	Niveau d'étude	Techniques	Collaborations
Adaptation au déficit hydrique	Osmorégulation Transpiration Photosynthèse Enracinement Adaptations micromorphologiques	- Psychrométrie - Dosage d'osmo-régulateurs (proline, sucres solubles) Résistance stomatique à la transpiration Fluorescence chlorophyllienne Cultures aéroniques Microscopie photique et électronique	Laboratoire de Physiologie Végétale de l'Univ. de Barcelone (Espagne). Resp. : Pr J.L. ARAUS
Adaptation aux hautes températures	Stabilité membranaire Photosynthèse	Conductimétrie Fluorescence chlorophyllienne (système P.A.M.)	Laboratoire de Physiologie Végétale de l'Univ. de Bruxelles (Belgique). Resp. : Pr R. LANNOYE
Adaptation à la salinité ⁽¹⁾	Sélectivité Ionique Osmorégulation Photosynthèse	Dosage K, Na, Ca, Mg Dosage proline Fluorescence chlorophyllienne	

(1) Responsable du sous-programme : Mr Mohamed EL-MEKKAoui, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc).

être prochainement entamée à la Chaire de Phytotechnie - Station d'Amélioration des Plantes de l'ENSA-INRA de Montpellier.

IV. - Etude des bases physiologiques de l'adaptation des blés sahariens aux contraintes de leur environnement

Les céréales cultivées en zone saharienne ont à faire face à un ensemble de contraintes environnementales parmi lesquelles on notera principalement :

- ▶ une alimentation en eau insuffisante et irrégulière et ce, en raison :
 - de la faiblesse extrême des précipitations (moyenne annuelle souvent inférieure à 50 mm) ;
 - du caractère très aléatoire des irrigations, souvent conditionnées par les débits d'oued ;
 - de l'évapotranspiration intense.
- ▶ des excès de température importants : températures élevées au moment du remplissage du grain (35 à 40°C), et écarts journaliers très grands.
- ▶ une forte salinité, avec des teneurs en NaCl des sols avoisinant souvent 5% (Toutain, 1977).

Il faut donc s'attendre à ce que les populations de céréales, s'étant maintenues en culture dans ces zones, manifestent des caractères très nets d'adaptation à ces contraintes :

- ▶ Dès 1920, Ducellier signale l'adaptation à la sécheresse des populations oasiennes de blé ; Toutain (1977), fait état quant à lui d'une tolérance particulière à la sécheresse du type Fertass.
- ▶ Erroux (1952) note, dans le *Fezzan*, le bon comportement des blés locaux vis-à-vis des hautes températures (Ducellier (1920) interprétait déjà la pilosité d'un grand nombre de formes sahariennes comme une forme d'adaptation micromorphologique aux hautes températures).
- ▶ La plupart des populations semblent manifester un bon niveau de tolérance aux sels ; Turmell, in : Erroux (1958) écrit : «à Timimoun même, on cultive de nombreuses races de blé et d'orge dans des terrains où les efflorescences de sel se trouvent en grande abondance à la surface du sol, et l'on ne peut que manifester son admiration en présence de blés à l'allure splendide portant de magnifiques et lourds épis». Toutain (1977) confirme le haut niveau de tolérance à la salinité de certaines populations comme Fertass et Haroun.

Ces caractères d'adaptation à la sécheresse et à la salinité ont pourtant fait l'objet de peu d'études physiologiques approfondies. De telles études sont pourtant nécessaires :

- à une meilleure compréhension des mécanismes morphophysiologiques d'adaptation aux contraintes abiotiques du milieu ; les blés sahariens peuvent constituer d'intéressants «modèles» pour ce type de recherche.
- à l'identification de géotypes possédant un haut niveau de tolérance.

Le **Tableau 2** donne les grands axes de la recherche entamée sur ce thème, les techniques d'études utilisées et les collaborations prévues dans le cadre de ce programme.

Cette évaluation des blés oasiens devrait en particulier permettre d'identifier avec précision des géniteurs potentiels utilisables en sélection. Ces géniteurs sahariens sont en effet susceptibles d'apporter en croisement une série de caractères favorables, tels que :

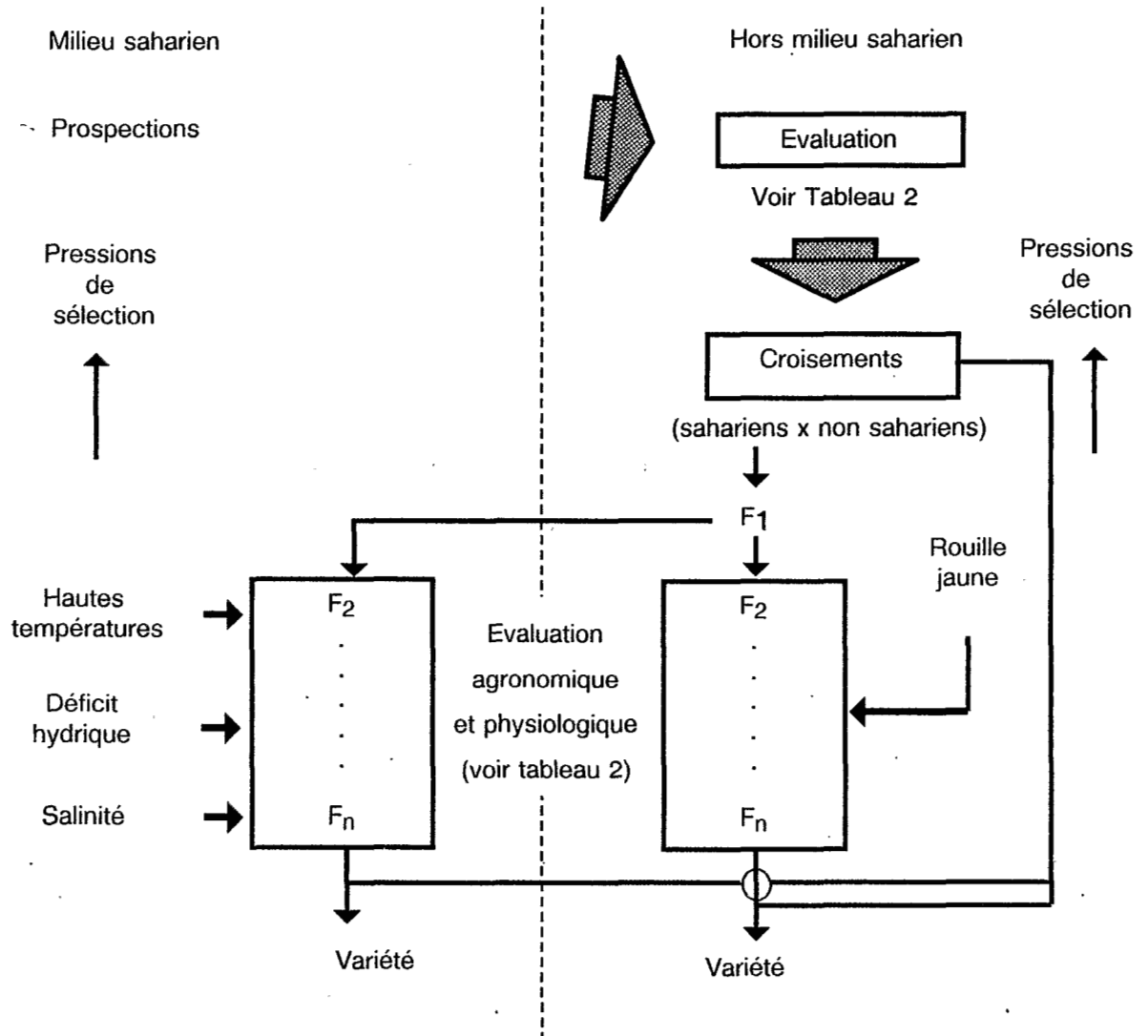
- une bonne fertilité de l'épi
- un poids de mille grains élevé
- une bonne adaptation au déficit hydrique et aux hautes températures
- une bonne adaptation à la salinité

Ces deux derniers caractères sont particulièrement recherchés dans le cas des blés destinés à la zone semi-aride : un programme de croisement a d'ailleurs d'ores et déjà débuté, faisant intervenir des blés sahariens (Hamra, Bel Mabrouk) et des blés cultivés dans la zone du Tell (Arz, Chlef, Dougga x Bj, Mahon Demias, Hyslop x Mahon Demias, Florence x Aurore). Une attention particulière sera toutefois portée :

- à la sensibilité à la rouille jaune (l'installation des pépinières en dehors de l'aire saharienne devrait, à elle seule, permettre un tri rapide et efficace)
- à la qualité technologique : on ne connaît pratiquement rien de la qualité boulangère des blés sahariens, et il sera nécessaire de prévoir une évaluation des géniteurs et de leur descendance, à l'aide de tests simples, comme le test de sédimentation en milieu sodiumdodécylsulfate («test SDS») de Mac Dermott, Redman (1977), modifié par Axford *et al.* (1979).

Le schéma général de ce programme de sélection est présenté dans le **Tableau 3** ci-après.

Tableau 3 : Schéma général de sélection prévoyant l'utilisation de géniteurs sahariens



V. - Conclusion

Si l'amélioration des systèmes cultureux oasiens constitue un enjeu de première importance, la prospection, l'évaluation et l'exploitation des ressources génétiques de ces zones (et en particulier des ressources céréalières) ne semblent pas moins essentielles dans la mesure où elles sont susceptibles de déboucher sur des progrès génétiques, intéressant non seulement la zone saharienne elle-même, mais également les zones semi-arides voisines, progrès portant à la fois sur le potentiel productif, et sur les caractéristiques d'adaptation au milieu.

Le caractère ambitieux d'un tel programme (dû en particulier à la complexité des études de diversité génétique et d'évaluation agrophysiologique préalables à l'introduction du matériel dans les programmes de sélection) implique qu'il soit conduit dans le cadre d'une collaboration large faisant intervenir des compétences diverses. Le projet de recherche qui vient d'être présenté pourrait constituer la plate-forme d'une telle collaboration.

Bibliographie

- AXFORD (D.W.E.), Mac DERMOTT (E.E.), REDMAN (D.G.), 1979. Note on the sodium dodecylsulfate test of breadmaking quality : Comparison with Pelshenke and Zeleny tests. In : *Cereal Chem.*, **56**, pp. 582.
- BRANLARD (G.), CHEVALET (C.), 1984. Sur la diversité des blés tendres cultivés en France. In : *Agronomie*, **4**, **10**, pp. 933-938.
- BUSHUK (W.), ZILLMAN (R.R.), 1978. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. In : *Can. J. Plant Sci.*, **58**, pp. 505-515.
- CIFFERI (R.), GARAVINI (M.), 1941. *I cereali dell'Africa italiana, I frumenti oasicoli del Sahara libico*, Firenze.
- DAMIDAUX (R.), AUTRAN (J.C.), GRIGNAC (P.), FEILLET (P.), 1978. Mise en évidence de relations applicables en sélection entre l'électrophorégramme des gliadines et les propriétés viscoélastiques du gluten de *Triticum durum* Desf. In : *C.R. Acad. Sc. (Paris)*, **287**, Série D, pp. 701-704.
- DUCCELLIER (L.), 1920. *Les blés du Sahara*, Alger, 56 p. (Bibliothèque du Colon du Nord de l'Afrique).
- ERROUX (J.), 1952. Les blés des oasis. In : *Bull. Soc. des Agriculteurs d'Algérie*, **567**.
- ERROUX (J.), 1954. Les blés du Fezzan. In : *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, **45**.
- ERROUX (J.), 1958. Note sur les blés des oasis du Sahara algérien. In : *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, **49**, (56).
- FEILLET (P.), BOURDET (A.), 1967. Composition protéique et caractéristiques génétiques des blés. In : *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **49** (10), pp. 1273-1283.
- KHELIFI (D.), BRANLARD (G.), 1987. Identification by electrophoresis of bread and durum wheat varieties grown in Algeria. In : *Rachis*, **6** (1) pp. 26-29.
- KOBREHEL (K.), FEILLET (P.), 1975. Identification of genomes and chromosomes involved in peroxidase synthesis of wheat seeds. In : *Canadian Journal of Botany*, **53** (20), pp. 2336-2344.
- LAUMONT (P.), ERROUX (J.) 1961. Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. In : *Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, (Alger), n° 5.
- Mac DERMOTT (E.E.), REDMAN (D.G.), 1977. Small-scale test of breadmaking quality. In : *F.M.B.R.A., Bulletin* n° 200.
- MAIRE (R.), 1940. Etude sur la flore et la végétation du Sahara central. In : *Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord* (Alger).
- MIEGE (E.), 1924. Sur les divers *Triticum* cultivés au Maroc. In : *Bull. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, **IV**, pp. 5-6.
- PASSAGER (P.), BARBANÇON (S), 1956. Taghit (Sahara Oranais). Etude historique, géographique et médicale. In : *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, **34** (3).
- PAYNE (P.I.), CORFIELD (K.G.), HOLT (L.M.), BLACKMAN (J.A.), 1981. Correlation between the inheritance of certain high molecular weight subunits of glutenin and bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat. In : *J. Sci. Food Agr.*, **32**, pp. 51-60.
- RUFFIE (J.), 1982. *Traité du vivant*. Paris : Flammarion, 350 p. (t. I).
- TOUTAIN (G.), 1977. *Eléments d'Agronomie saharienne. De la recherche au développement*. Paris : INRA-GRET, 276 p.

Annexe 1

Liste des populations de blé des oasis sahariennes
décrites et classées par Ducellier (1920) et Erroux (1962)

Population	Origine	Premières prospections	Classification (d'après Ducellier, 1920, et Erroux, 1962)
Abdessalem		OLIVIER, 1920	<i>T. Spelta album</i> (AL.) KÖRN
Adjelane	Touat	OLIVIER, 1920	
Ali BenMakloul = Ali = Makloul = Rabah	Touat, Gourara	GAUTIER et NICLOUX, 1920	<i>T. aestivum khorassanicum</i> VAV.
Amekkaoui = (Makouya ?)	Ahaggar	FOUCAULD, 1915	<i>T. durum</i> DESF. <i>intermedium</i> L.F.
Aourig = Baharoui	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. aestivum erythrospermum</i> Körn, <i>suberythrospermum</i> VAV., et <i>suberythrospermum inflatum</i> PALM
Ba Hamoud	Gourara	GAUTIER, 1920	<i>T. aestivum Rhorassanicum</i> VAV.
Bahtane = Bahatane = Bahatane	Touat Ahaggar	OLIVIER, 1920 MAIRE, 1929	<i>T. aestivum subhostianum -</i> <i>inflatum</i> PALM
Ba Makloul	Beni-Abbès	CHAREIX, 1912	
Baroudi	Touat	OLIVIER, 1920	
Bel Mabrouk = Ben El Mabrouk	Gourara	OLIVIER, 1920	<i>T. aestivum submeridionale</i> <i>inflatum</i> PALM et <i>subhostianum</i> <i>inflatum</i> PALM
Bent Embarka = Bent Embarek	El Golea Tsabit	QUETIN, 1908 OLIVIER, 1920	<i>T. aestivum submeridionale</i> <i>inflatum</i> PALM et <i>subhostianum</i> <i>inflatum</i> PALM
Bouch = Jendoubi	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. hostianum</i> CLEM. et <i>T.</i> <i>meridionale</i> KÖRN
Bou Chouka = El Mansour = Khalouf	Ouargla Touat, Gourara	BIARNAY, 1908 GAUTIER et NICLOUX, 1920	<i>T. aestivum heraticum</i> KOB
Bou Kernafa = Guemah el Fassi	Beni-Abbès	CHAREIX, 1912	<i>T. aestivum Khorassanicum</i> VAV.

**Liste des populations de blé des oasis sahariennes
décrites et classées par Ducellier (1920) et Erroux (1962) (suite)**

Population	Origine	Premières prospections	Classification (d'après Ducellier, 1920, et Erroux, 1962)
Bou Rakka	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. aestivum Khorassanicum</i> VAV.
Bou Sbiba = Bou Hiba	Beni-Abbès	CHAREIX, 1912	<i>T. eastivum meridionale</i> KÖRN
Blé Boutar	Touat, Gourara	GAUTIER et NICLOUX, 1920	
Chateur = Chatar	Touat, Gourara	OLIVIER, 1920	<i>T. spelta rufum</i> AL.
Chedjera = Hachadi	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. hostianum</i> CLEM et <i>T.</i> <i>meridionale</i> KÖRN
Cheguira	Ahaggar	MAIRE, 1929	<i>T. hostianum</i> CLEM et <i>T.</i> <i>meridionale</i> KÖRN
Chetla	Biskra	SERIZIAT, 1968	
Djilbral	Biskra	SERIZIAT, 1968	
Djaghloul = Djeghloul = Mesref Djeghoul ?	Gourara	OLIVIER, 1920	<i>T. spelta</i> var. <i>saharae</i> L.D. ou <i>T. aestivum subtruncicuminflatum</i> ERROUX
El Amar	Touat, Gourara	GAUTIER et NICLOUX, 1920	
El Baida	Gourara	OLIVIER, 1920	
El Ferroh = El Fahr ?	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. aestivum heraticum</i> KOB
El Harcha	Tsabit	OLIVIER, 1920	
El Karaa	Gourara	OLIVIER, 1920	
El Klouf = El Krouf = El Krelof = El Mansouri	Ouargla	BIARNAY, 1908	<i>T. aestivum oasiculum</i> L.D. ou <i>T. aestivum khorassanicum</i> VAV.
El Moumena	Touat, Gourara	GAUTIER et NICLOUX, 1920	<i>T. aestivum khorassanicum</i> VAV.

**Liste des populations de blé des oasis sahariennes
décrites et classées par Ducellier (1920) et Erroux (1962)(suite)**

Population	Origine	Premières prospections	Classification (d'après Ducellier, 1920, et Erroux, 1962)
Farina	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. spelta saharae</i> L.G. ou <i>T. aestivum transcaspicum</i> VAV.
Fartass = Sfaïa = Fritissa	Beni-Abbès Bechar	CHOLET, 1901 MAIRE, 1914	<i>T. aestivum heraticum</i> KOB et <i>chorassanicum</i> VAV.
Ferek	Touat	OLIVIER, 1920	
Hadrache	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. aestivum submeridionale</i> <i>inflatum</i> PALM et <i>subhostianum</i> <i>inflatum</i> PALM
Hamra = El Hamra = El Khamra	Ahaggar Touat, Gourara	FOUCAULD, 1915 OLIVIER, 1920	<i>T. aestivum transcaspicum</i> VAV et <i>turcomanicum</i> KOB
Heiba = Hiba ?	Gourara	GAUTIER, 1920 OLIVIER, 1920	
Kernouf	Touat	OLIVIER, 1920	
Khreci	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. aestivum leucospermum</i> KÖRN et <i>submeridionale</i> KÖRN
Kra	Gourara	GAUTIER, 1920	
Lakhfila	Tsabit	OLIVIER, 1920	
Manega	Touat	OLIVIER, 1920	
Manga = Menga	Ahaggar Gourara	FOUCAULD, 1915 OLIVIER, 1920	<i>T. aestivum submeridionale</i> <i>inflatum</i> PALM et <i>chorassanicum</i> VAV.
Morekba = Merkba	Gourara Touat	GAUTIER, 1920 OLIVIER, 1920	
Moumnia	Touat	OLIVIER, 1920	
Oubakli	Gourara	OLIVIER, 1920	

**Liste des populations de blé des oasis sahariennes
décrites et classées par Ducellier (1920) et Erroux (1962)(suite)**

Population	Origine	Premières prospections	Classification (d'après Ducellier, 1920, et Erroux, 1962)
Ouni Rakba = Kakba = Oum Rokba ?	Gourara	OLIVIER, 1920	
Père de Foucauld	Ahaggar	FOUCAULD, 1915	<i>T. aestivum hostianum</i> CLEM et <i>meridionale</i> KÖRN
Râti = Ghati	Ahaggar	FOUCAULD, 1915	<i>T. aestivum erythrospermum</i> KÖRN
Saharaoui	Biskra	DUCELLIER, 1930	<i>T. aestivum erythrospermum</i> KÖRN
Sabbaga = Sabagha	Gourara, Tsabit	OLIVIER, 1920	<i>T. aestivum velutinum</i> SCHÜBAL <i>inflatum</i> (FLAKSB) VAV.
Séréat Seddik	Touat, Gourara	GAUTIER et NICLOUX, 1920	
Sidi Mansour	Gourara	OLIVIER	
Soukni	Fezzan	ERROUX, 1962	<i>T. aestivum heraticum</i> KOB et <i>subhostianum inflatum</i> PALM
Tabelballa	Beni-Abbès		<i>T. aestivum subalbiceps inflatum</i> VAV et KOB et <i>wittmackianum</i> <i>inflatum</i> VAV et KOB
Tafertat = Taferstad ? = Sekoundria	Touat, Gourara	GAUTIER et NICLOUX, 1920	
Touatia = Touati	Gourara	OLIVIER, 1920	<i>T. aestivum submeridionale</i> <i>inflatum</i> PALM
Yahia	Gourara	OLIVIER, 1920	

Annexe 2

Description morphologique des populations de blé prospectées dans les oasis du Tafilalet (Maroc) et du Gourara et du Touat (Algérie)

N.B : Les échantillons 1 à 11, correspondant aux populations notées T1 à T11, proviennent du Maroc ; les échantillons 12 à 18, correspondant aux populations GT1 à GT7, proviennent d'Algérie.



Echantillon n° 1 Population T1 (Tafilalet, Maroc)

Description morphologique

- Epi bréviaristé blanc, velu, grêle et effilé (longueur moyenne 7 cm), demi-lâche (compacité moyenne = 20), à rachis visible.
 - Epillet peu ouvert.
 - Glume velue, à carène marquée jusqu'à la base, à courbure régulière presque droite, à troncature horizontale développée.
 - Glumelle prolongée par une arête droite devenant une courte barbe au sommet de l'épi.
 - Grain rouge, de taille moyenne (poids de mille grains = 36,5 g).
- Cette population peut être rapprochée de *Khalouf* = *Bou Chouka subhostianum* VAV., décrite par Erroux (1962).



Echantillon n° 2 Population T2 (Tafilalet, Maroc)

Description morphologique

- Epi bréviaristé blanc, velu, grêle et effilé (longueur moyenne 6,5 cm), demi-lâche (compacité moyenne = 20), à rachis visible, fertile.
 - Epillet peu ouvert.
 - Glume glabre, à carène marquée jusqu'à la base, à courbure régulière presque droite, à troncature horizontale développée.
 - Glumelle prolongée par une arête droite devenant une courte barbe au sommet de l'épi.
 - Grain rouge, de taille moyenne (poids de mille grains = 35 g).
- Cette population peut être rapprochée de *Khalouf* = (*Bou Chouka*) *suberythrospermum* VAV., décrite par Erroux (1962) ; elle ne se distingue guère morphologiquement de *Khalouf* (*Bou Chouka*) *subhostianum* VAV. que par l'absence de pilosité.



Echantillon n° 3 Population T3 (Tafilalet, Maroc)

Description morphologique

- Epi aristé au sommet, blanc, velu, assez long (longueur moyenne = 7 cm), assez compact (compacité moyenne = 32) à section carrée, souvent spatulé au sommet.
- Epillet ouvert, fructifère.
- Glume velue, blanche, renflée, à carène marquée jusqu'à la base, terminée par un bec coudé vers l'intérieur, à troncature bien marquée et échancrée.
- Glumelle à bec fortement recourbé vers l'intérieur à la base de l'épi et redressé en courte barbule au sommet de l'épi.

- Grain rouge, gros (poids de mille grains = 58 g).

Cette population peut être rapprochée de *Bent Embarek*, décrite par Erroux (1962) (*T. aestivum subhostianum inflatum* Palm) ; elle est assez voisine morphologiquement des populations Fertass et Mansouri.



Echantillon n° 4
Population T4 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi mutique ou faiblement barbulé, blanc, velu, court (longueur = 5 à 6 cm), compact (compacité moyenne supérieure à 30), à section carrée, légèrement spatulé au sommet.
- Glume velue, courte, large, renflée, à carène marquée jusqu'à la base, infléchie, à troncature bien développée, à bec court très large et recourbé vers l'intérieur.
- Glumelle prolongée par une arête recourbée vers l'intérieur.
- Grain jaune clair.

Cette population correspond au type Fertass décrit par Erroux (1962).



Echantillon n° 5
Population T5 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi bréviaristé, velu, blanc, rectangulaire, assez court (longueur moyenne = 6 cm), compact (compacité moyenne = 28).
- Epillet ouvert portant jusqu'à 5 fleurs fertiles.
- Glume ventrue, coudée inférieurement, légèrement carénée de la base au sommet, terminée par un bec fort et droit.
- Glumelle portant un bec à la partie inférieure de l'épi et une courte arête au sommet de l'épi.
- Grain blanc, petit, bosselé ou aplati (poids de mille grains = 26 g).

Rencontrée en mélange dans des cultures d'autres populations du Tafilalelt, cette population peut être rapprochée de El Mansouri, décrit par Ducellier (1920) (*T. vulgare oasiculum*) et par Erroux (1962) (*T. aestivum khorassanicum* VAV).



Echantillon n° 6
Population T6 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi mutique, blanc, velu, cylindrique, assez long (longueur moyenne = 7 cm), lâche (compacité moyenne = 18 à 19).
- Epillets peu ouverts.
- Glume velue, à carène marquée jusqu'à la base, à courbe régulière jusqu'à la base, à troncature horizontale développée.
- Glumelle à barbules courtes en crochets.
- Grain jaune pâle, petit et comprimé, à texture vitreuse (poids de mille grains = 36 g).

Rencontrée en mélange dans des cultures d'autres populations du Tafilalelt cette population peut être rapprochée de Ali Ben Maklouf, décrite par Erroux (1962) (*T. aestivum khorassanicum* VAV.).



Echantillon n° 7
Population T7 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi bréviaristé, blanc, glabre, mince et effilé (longueur moyenne = 5 à 6 cm), demi-lâche (compacité = 25), fertile.
 - Epillets longs à fleurs nombreuses, mais dont 2 seulement sont fertiles.
 - Glume glabre, papyracée, étroite, plus longue que le reste de l'épillet, à carène très faiblement prononcée.
 - Grain très long et très étroit, à section triangulaire, roux, à texture vitreuse (poids de mille grains = 38 g).
- Cette population appelée Hadrache dans les oasis du Tafilalet, est à rattacher à l'espèce *T. polonicum* L. Sa culture est en régression du fait de sa tardiveté et il n'est plus guère cultivé aujourd'hui qu'autour de Rissani.



Echantillon n° 8
Population T8 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi barbu à section rectangulaire.
- Glume longue, dure, à carène très proéminente terminée par un bec pointu.
- Glumelle inférieure terminée par une barbe blanche.
- Grain jaune, long, étroit, à texture vitreuse.

Cette population appartient à l'espèce blé dur ; elle est appelée Cheguira dans le Tafilalet ; nous lui conservons cette appellation de «*Cheguira à épi blanc*».



Echantillon n° 9
Population T9 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

Idem que pour la population T8, les barbes sont toutefois ici de couleur noire.
Nous réservons donc à cette population l'appellation de «*Cheguira à épi noir*».



Echantillon n° 10
Population T10 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi aristé (les barbes dépassent le sommet de l'épi de 3 à 5 cm), blanc, velu, compact (compacité moyenne = 35 à 30).
- Epillet peu ouvert.
- Glume velue, ventrue, coudée à la base.
- Grain rougeâtre.

Cette population peut être rapprochée de la population Cheguira décrite par Maire (1940) à Djanet, et par Passager et Brabançon (1956) à Taghit, et de la population Bouch décrite par Erroux (1962). Du fait de ses caractères sahariens atténués et de son aristation, elle est souvent confondue avec les blés durs : le terme Cheguira se rapporte d'ailleurs dans le Tafilalet à des blés durs (population T8 et T9) ; pour éviter toute confusion, nous conserverons donc à cette population le terme de Bouch (*Triticum aestivum hostianum* CLEM. et méridionale KÖRN). Cette population doit, peut-être, être également rapprochée du blé Haroun signalé par Toutain (1977) dans le pré-sahara marocain.

Echantillon n° 11
Population T11 (Tafilalelt, Maroc)

Description morphologique

- Epi barbu, velu, cylindrique, légèrement effilé au sommet, très long (longueur moyenne = 12 cm), demi compact, très fertile (jusqu'à 70 grains/épi).
 - Epillets ouverts.
 - Glume velue, courte et large, renflée à carène marquée jusqu'à la base et à courbure régulière, se terminant par un bec court, à troncature horizontale assez développée sur les glumes du sommet de l'épi.
 - Glumelles prolongées par des arêtes tordues (en «baïonnette») et épaissies à la base, devenant des barbes au sommet de l'épi.
 - Grains jaune, gros (poids de mille grains = 53 g).
- Rencontrée en mélange dans des cultures d'autres populations, cette population peut être rapprochée de Djeghloul, *subturcicum inflatum*, décrit par Erroux (1962).



Echantillon n° 12
Population GT1 (Gourara, Touat)

Description morphologique

- Epi blanc, velu, assez long, compact (compacité moyenne comprise entre 30 et 35), à section carrée, spatulée au sommet.
 - Epillet ouvert, fructifère (4 à 5 grains par épillet).
 - Glume velue, blanche, renflée, à carène marquée jusqu'à la base, terminée par un bec coudé vers l'intérieur, troncature bien marquée et échancrée.
 - Glumelle de la partie inférieure de l'épi portant un bec recourbé vers l'intérieur de l'épi, glumelle de la partie supérieure de l'épi portant une barbule.
 - Grain rouge.
- Cette population est appelée Bent Embarek dans le Touat et le Gourara.



Echantillon n° 13
Population GT2 (Gourara, Touat)

Description morphologique

- Epi bréviaristé, blanc, demi-compact (compacité moyenne comprise entre 25 et 30), légèrement effilé au sommet, et à section légèrement aplatie.
 - Epillet ouvert, très fertile.
 - Glume velue, courte, large, renflée à carène estompée à la base, et à troncature réduite, portant un bec fortement coudé vers l'intérieur et bossu à la base.
 - Glumelle portant une arête tordue à la base de l'épi, et une courte barbe au sommet de l'épi.
 - Grain jaune clair.
- Cette population est appelée Bel Mabrouk dans le Touat et le Gourara.



Echantillon n° 14
Population GT3 (Gourara, Touat)

Description morphologique

- Epi barbulé au sommet, blanc, demi-compact, à section carrée.
- Epillet peu ouvert.
- Glume velue, courte, large, renflée, à carène marquée jusqu'à la base, à troncature marquée, à bec court, recourbé vers l'intérieur.
- Glumelle de la base de l'épi portant une barbule courte recourbée vers l'intérieur, glumelle du sommet de l'épi prolongée par une barbule plus ou moins longue, tordue près de l'insertion et portant parfois une excroissance lobée.
- Grain rougeâtre.

Cette population peut être rapprochée de Soukni, décrit par Erroux (1962).



Echantillon n° 15
Population GT4

Description morphologique

- Epi blanc à section carrée ou cylindrique, demi-lâche, longuement barbulé au sommet.
- Epillet peu ouvert.
- Glume velue, longue, assez étroite, carène légèrement atténuée à la base, à troncature nulle ou très inclinée, à bec court et aigu.
- Glumelle prolongée par une arête aiguë, longue, bien développée dans le tiers supérieur de l'épi.
- Grain rougeâtre.

Cette population peut être rapprochée de Bahatine (= Bahatane), décrit par Erroux (1962).



Echantillon n° 16
Population GT5 (Gourara, Touat)

Description morphologique

- Epi barbu, lisse, brillant, lâche, de forme allongée.
- Epillet légèrement ouvert (face plus large que le profil).
- Glume glabre, longue, à carène marquée jusqu'à la base, infléchie dans le tiers supérieur, à troncature absente, à bec aigu devenant une arête au sommet de l'épi.
- Glumelle prolongée par une barbe assez longue.
- Grain rouge.

Cette population peut être rapprochée de Ghati, décrit par Erroux (1962).



Echantillon n° 17
Population GT6 (Gourara, Touat)

Description morphologique

- Epi blanc, velu, demi-compact, à barbules longues, de forme allongée et cylindrique.
- Epillets espacés, peu ouverts, très fructifères.
- Glume velue, courte, large, renflée, à carène marquée jusqu'à la base, à troncature développée, à bec court et aigu.
- Glumelle prolongée par une arête tordue en crochet à la base de l'épi, par une barbule au sommet de l'épi.

- Grain jaune clair.

Cette population est appelée Manga dans le Touat et le Gourara.



Echantillon n° 18
Population GT7 (Gourara, Touat)

Description morphologique

- Epi roux, velu et rude.
- Epillet peu ouvert à 3 à 5 fleurs dont 2 fertiles.
- Glume ventrue, carénée de la base au sommet, terminée par une pointe courte prolongeant la courbure de la carène.
- Glumelle inférieure prolongée par une courte arête recourbée et croisée en arrière de la fleur terminale de l'épillet avec celle de la glumelle se trouvant sur le côté opposé de l'épillet.
- Grain blanc.

Cette population se rapproche du type Hamra (ou El Hamra) décrit par Ducellier (1920).

