

Bilan du progrès génétique réalisé par la recherche cotonnière au Nord-Cameroun de 1960 à 1988

J. Lançon⁽¹⁾⁽²⁾, J.L. Chanselme⁽¹⁾⁽²⁾ et C. Klassou⁽²⁾

(1) Institut de Recherche du Coton et des Textiles Exotiques, IRCT-CIRAD, 6 rue du Général Clergerie, 75116 Paris, France.

(2) Ministère de l'Enseignement Supérieur, de l'Informatique et de la Recherche Scientifique, Institut de la Recherche Agronomique du Cameroun, CRA, BP 22, Maroua, Cameroun.

Résumé

Six variétés de cotonniers (vulgarisées au Nord-Cameroun depuis 1960 et à différentes périodes) et une lignée pure d'obtention récente ont été étudiées, pendant la campagne 1988/89, dans trois localités de la zone cotonnière.

En comparant les performances des cultivars diffusés en 1988 dans les deux zones cotonnières avec celles des variétés anciennes, il ressort de cette étude que des progrès importants ont été enregistrés tant en productivité (+ 45% par rapport à la variété Allen commun) qu'en rendement égrenage (+ 4,2 à 5,3 points par rapport à la variété Allen 333) et en qualité de fibre (+ 1 à 2/32 inch en longueur; + 1,5 à 2 points en uniformité; + 1,5 à 2 g/tex en ténacité stélométrique; + 0,5 à 1,5 points en allongement; + 1,2 cN/tex en résistance du fil).

Ces progrès n'ont pas été acquis au détriment de la qualité de la graine et, en général, les corrélations génétiques négatives observées sur le matériel de départ ont pu être surmontées.

Certaines caractéristiques agronomiques ont été ponctuellement améliorées (pilosité; vitesse de défoliation). On discerne,

dans ce domaine, une tendance évolutive vers des types morphologiques à capsules plutôt petites, de densité moyenne, dont la répartition se déplace des branches végétatives vers les branches fructifères.

Il est cependant difficile d'identifier plus précisément une conception architecturale du cotonnier pour les sélectionneurs, qui permette d'expliquer l'importance du progrès génétique réalisé en productivité.

La nécessité d'accroître l'efficacité d'une pression de sélection exercée pour l'amélioration de la productivité dans un milieu de culture donné (grâce à la définition d'un idéotype morphologique) est soulignée et les objectifs de recherche en la matière sont discutés.

Après un examen critique de la stratégie de création variétale utilisée au Nord-Cameroun, un schéma est proposé. Il vise un progrès génétique à plus long terme, en intégrant l'utilisation de la sélection récurrente.

MOTS CLES : coton, *Gossypium hirsutum*, progrès génétique, Cameroun, stratégie de sélection, idéotype.

Introduction

La culture du cotonnier au Cameroun a suivi un développement spectaculaire depuis le début des années soixante, où la surface plantée était d'environ 65 000 ha pour une production de 30 000 à 40 000 tonnes, jusqu'à la fin des années quatre-vingt où la surface atteint 100 000 ha pour une production de 120 000 à 150 000 tonnes de coton-graine.

Durant cette période, sous l'effet d'une stagnation des surfaces cultivées et des rendements dans la province de l'Extrême-Nord et sous l'effet d'une politique volontaire de migration et d'intensification dans la province du Nord, l'importance de cette dernière n'a cessé de croître : sa part dans la production cotonnière nationale est passée de 25% à 60% entre 1960 et 1988.

Grâce à l'effort de la recherche cotonnière (IRCT, puis IRA à partir de 1975), soutenu et relayé par les sociétés de développement (CFDT, puis SODECOTON à partir de 1974), l'amélioration simultanée des pratiques culturales et des variétés s'est traduite par un accroissement des rendements et une amélioration de la qualité du coton.

C'est pour estimer l'importance du facteur variétal dans ce progrès, à la fois quantitatif et qualitatif, qu'un essai spécifique a été mis en place, regroupant les principales variétés qui ont été cultivées au Nord-Cameroun depuis 1960.

Matériel et méthode

Dispositif expérimental

Cet essai a été mis en place au cours de la campagne 1988/89, sur trois points d'expérimentation (antennes) gérés par l'Institut de Recherches Agronomiques du Cameroun. En chaque lieu, le dispositif statistique retenu est un lattage équilibré (3 x 3) à 9 variétés et 4 répétitions. Les parcelles élémentaires ont une superficie de 45 m²; elles sont constituées de 3 lignes de 15 m. La ligne centrale, préservée en grande partie des effets dûs au voisinage, est seule utilisée pour l'analyse des caractéristiques étudiées.

Matériel génétique

Les génotypes mis en comparaison sont représentés par 8 variétés, dont 2 obtentions de la recherche cotonnière du Cameroun (NGUYEN, 1986; CHANSELME *et al.*, 1988) et une lignée.

Parmi ces 9 génotypes, 8 ont été retenus pour l'analyse des paramètres de productivité et 7 seulement pour l'analyse des paramètres technologiques. La variété nommée Allen commun dans l'essai présente des caractéristiques morphologiques qui correspondent très exactement aux descriptions anciennes de cette variété. Ses résultats en productivité sont donc présentés dans cet article, comme une illustration du potentiel probable de la variété Allen commun. Par contre, ses caractéristiques technologiques étant assez différentes de celles qu'on attribuait à Allen commun dans le passé, celles-ci ne sont pas présentées dans le cadre de cet article.

L'origine génétique et le rôle de ces variétés ou lignées dans l'histoire de la culture cotonnière au Cameroun sont présentés succinctement dans les tableaux 1 et 2.

Les semences des variétés anciennes ont été fournies par la banque de gènes de Montpellier et multipliées en intercampagne à la station de Maroua.

TABLEAU 1
Importance de chaque variété dans la culture cotonnière au Nord-Cameroun.
The importance of each variety in cotton growing in North Cameroon.

Variété ou lignée	Année mise cult. (1)	Zone cult. (2)	Surface cumulée (3)	Rendement moyen (4)
Allen commun	1951	EN + N	106	113
Allen 333	1962	EN + N	529	219
BJA 592	1969	N	435	174
L 142-9	1976	EN	338	365
IRCO 5028	1977	N	262	586
IRMA 96+97	1984	EN	179	446
IRMA 1243	1987	EN + N	120	614

- (1) Année de mise en culture: plus de 10 % des surfaces occupées par la variété décrite
 (2) Zone de culture: ensemble de la zone cotonnière (EN + N), province du Nord seule (N) ou province de l'Extrême-Nord seule (EN)
 (3) Cumul des surfaces occupées par la variété décrite dans toute sa carrière et jusqu'à la campagne 1988-89 (en milliers d'hectares)
 (4) Rendement fibre moyen (kg/ha) réalisé par les cultivateurs avec cette variété dans l'ensemble de sa carrière
 (1) *Planting year: over 10 % of the area planted with the variety described*
 (2) *Cultivation zone: the whole of the cotton zone (EN + N), Northern Province alone (N) or Extreme Northern Province alone (EN)*
 (3) *Cumulated area planted with the variety described throughout its career until the 1988-89 season (in thousands of hectares)*
 (4) *Average fibre yield (kg/ha) obtained by planters from this variety throughout its career.*

TABLEAU 2
Origine génétique des variétés.
Genetic origin of the varieties.

Variété	Origine	Pays d'obtention (1)
Allen commun	fonds Allen Nigeria	TCH
Allen 333	sélection dans Allen Zaria	TCH
BJA 592	Reba TK1 x E 43 (fonds Allen et N'Kourala)	RCA
L 142-9	<i>G. hirsutum</i> x <i>arboreum</i> x <i>raimondi</i> introduit dans fonds Allen + Acala	CIV
IRCO 5028	sélection récurrente n°2 de Bébédjia fonds Allen, N'Kourala et Triumph	TCH
IRMA 96+97	Pan 3492 x IRCO 5028	CAM
IRMA 1243	Pan 3492 x IRCO 5028 ²	CAM
IRMA 772	U 563-19 x (Pan 3492 x IRCO 5028 ²)	CAM

- (1) Pays d'obtention (Tchad, République Centrafricaine, Côte d'Ivoire, Cameroun)
 (1) *Countries: Chad, Central African Republic, Côte d'Ivoire, Cameroon*

Conditions de réalisation

Par comparaison avec l'ensemble de la zone cotonnière qui s'étend de 11° à 7°40 de latitude Nord, entre les isohyètes 600 et 1500 mm, ces antennes sont réparties entre 10°90 et 8°35 et leur pluviométrie pour cette campagne atteint 635 à 1090 mm.

Les semis ont été réalisés le 17 juin (antenne de Garoua), le 28 juin (station de Maroua) et le 10 juillet (antenne de Tcholliré). Cet étalement n'a pas gêné l'interprétation des résultats puisque, dans tous les cas étudiés ici sauf un (pouvoir germinatif), les interactions génotype x milieu sont négligeables face aux effets génotypiques.

Le calendrier cultural appliqué est très proche de celui recommandé par la vulgarisation aujourd'hui: semis en poquets, à l'écartement 0,3 x 1 m, fumure complète (44N, 20P, 30K au semis à Maroua; 30N, 40P, 30K au semis et 23N sous forme d'urée au 40^e jour à Garoua et Tcholliré) et démariage à un plant.

Durant toute la période de culture, les parcelles sont maintenues sans adventices par des sarclages fréquents et protégées des parasites par des traitements insecticides hebdomadaires.

A partir des observations *in situ* et des analyses de laboratoire, nous effectuons des cotations et des mesures pour l'ensemble des essais. Celles qui sont présentées ici peuvent être regroupées selon les 4 grandes catégories suivantes.

Paramètres morphologiques

- * Le volume capsulaire moyen est déterminé sur 20 capsules prélevées en position 2.1, 2.2 ou 3.1 (VCM);
- * L'architecture de 10 plants par parcelle élémentaire est décrite par les paramètres suivants :
 - la hauteur totale (taille);
 - la hauteur de la première branche fructifère (HPBF);
 - la longueur de l'entre-nœud entre les 5^e et 6^e branches fructifères portées par la tige (LENT);
 - la longueur du premier entre-nœud de la 5^e branche fructifère (LENBF).

Ces deux derniers paramètres ne prétendent pas décrire complètement la morphologie du cotonnier. Ils doivent être considérés comme des indicateurs de longueur d'entre-nœuds, confortant les observations purement visuelles réalisées par ailleurs.

- nombre de branches végétatives (NBV);
- nombre de branches fructifères (NBF).

Critères agronomiques

Précocité

* La précocité de floraison (en jours après la levée) est la date à laquelle le cumul du nombre de fleurs est égal au nombre de plants sur la ligne (PFM);

* La précocité d'ouverture (en jours après la levée) correspond à la date pour laquelle le nombre de capsules ouvertes est égal au nombre de plants sur la ligne (OPCM).

Composantes du rendement

* Le poids moyen capsulaire est déterminé lorsque l'ouverture est pratiquement complète, après la récolte sur 15 plants de 3 capsules normalement développées en position 1 de branche fructifère haute, médiane et basse (PMC);

* Le nombre de capsules saines sur l'ensemble du plant (NCT);

* Les pourcentages de capsules portées par les branches végétatives (% BV) et par les branches fructifères (% BF);

* Le nombre de capsules portées par chaque branche végétative (NC/BV) et par chaque branche fructifère (NC/BF).

Résistance aux jassides et à la bactériose

* La pilosité (Pilos): 0 correspond à glabre et 3 à très pileux;

* La bactériose: la note (maximum 5 sur l'échelle 0-5 de YEHOUESSI, 1987) est attribuée à l'une des feuilles portées par les 5 étages supérieurs (10 plants par parcelle). Le niveau d'infestation naturelle étant faible, les résultats chiffrés n'apparaissent pas dans les tableaux.

Paramètres de végétation

* La défoliation: sur 5 plants par parcelle élémentaire, on note la présence ou l'absence de feuille sur chaque nœud des branches fructifères de numéro pair (% FA);

* Les repousses en fin de cycle, appréciation visuelle de leur importance: 0 pour totalement défolié et 2 pour feuillu;

* La verse en fin de cycle, appréciation sur une échelle de 0 (plant parfaitement droit) à 5 (plant couché) de la possibilité de verse pour 10 plants par parcelle élémentaire.

Analyses technologiques

Afin de permettre un traitement statistique des informations recueillies dans chaque localité, les récoltes de chaque parcelle élémentaire sont pesées et égrenées après échantillonnage de 500 g de coton-graine sur une égreneuse de laboratoire à rouleau (Platt 12"). Le reste de la récolte est égrené à la scie pour obtenir une estimation du pourcentage de fibre plus proche des conditions industrielles. Les produits de l'égrenage au rouleau sont analysés par les laboratoires de l'IRA-Maroua pour la graine et de l'IRCT-Montpellier (France) pour la fibre. Les caractéristiques suivantes sont mesurées.

- * Le rendement égrenage à la scie (% F) ;
- * Le rendement égrenage au rouleau, le poids de 100 graines (SI), l'indice de fibre ou poids de fibre porté par 100 graines (LI) ;
- * Le taux de linter (% Lint), l'épaisseur de la coque, les taux d'amande (% A), d'huile et de protéines (prot) ;
- * Le pourcentage de germination (Germ) qui traduit le taux de graines viables et indice de vitesse de germination (IVG) qui exprime, en nombre de jours après le début du test, la vitesse avec laquelle 50 % de graines viables ont germé (LANÇON et KLASSOU, 1988) ;
- * La longueur mesurée selon la technique du halo (Halo), la longueur 2,5 % S.L. (2,5 %), la longueur 50 % S.L. (50 %), l'uniformité (UR %)
- * La ténacité (T1), l'allongement (E1) ;

* L'indice micronaire (IM), la maturité (PM %), la finesse standard (Hs) ;

* La colorimétrie : indice de jaune (+b) et de réflectance (Rd) ;

* La ténacité d'un fil de 27 tex, calculée d'après une formule de régression mise au point par GUTKNECHT (1984) et corrigée pour le Cameroun :

$$T_{27 \text{ tex}} (\text{cN/tex}) = 7,45 + (0,029 \times T1 \times 50 \% \text{ SL}) - 0,49 \times \text{IM}$$

* La régularité est mesurée sur un fil de 27 tex obtenu après filature, sur un continu miniature à anneaux, de la fibre obtenue après égrenage à la scie. A l'aide d'un appareil USTER, les points fins (Thin), gros (Thick) et les neps (Neps) sont dénombrés. Le paramètre d'uniformité globale est calculé par l'USTER (U %).

Résultats

Productivité

En raison du nombre limité de situations rencontrées, les résultats de productivité qui sont présentés au tableau 3a n'ont pas la précision de ceux tirés des tests habituels d'évaluation variétale. En effet, pour être crédibles, les tests multilocaux doivent être conduits pendant plusieurs

années, sur de nombreuses localités et dans des conditions proches du milieu réel (LANÇON *et al.*, 1989a). De plus, l'itinéraire technique suivi limite l'interprétation au contexte particulier de cet essai. Il ne prétend donc pas refléter les conditions culturelles ou environnementales dans lesquelles les anciennes variétés ont été vulgarisées.

TABLEAU 3a

Productivité en coton-graine dans l'essai progrès génétique (3 localités), estimée en kg/ha et en pourcentage de l'Allen commun.

Seed cotton production in the genetic progress trial (3 sites) evaluated in kg/ha and as percentage of the production of common Allen.

Variété	Maroua	Sanguéré	Tcholliré	Ensemble	
				kg/ha	%
Allen commun	1005	1020	887	971b	100
Allen 333	1572	1533	1220	1442a	149
BJA 592	1450	1760	1083	1431a	147
L 142-9	1737	1602	1163	1501a	155
IRCO 5028	1578	1397	1093	1356a	140
IRMA 96+97	1637	1320	1099	1352a	139
IRMA 1243	1913	1417	1322	1551a	160
IRMA 772	1678	1229	1090	1332a	137
C.V.%	14,6	18,5	12,4	11,0	
Ft	**	*	*	*	
F interaction	/	/	/	n.s.	

*, **, ***: significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05

*, **, *** : significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds; n.s.: not significant at 0.05

On peut néanmoins comparer les résultats obtenus pour les variétés présentées dans cet article (tabl. 3b) avec les résultats moyens de la variété Allen commun, depuis 1955, dans le dispositif multilocal. Les techniques culturales et la distribution géographique de la production cotonnière ayant profondément changé durant cette période, l'hypothèse sous-jacente d'additivité des effets, qui supporte ce calcul est critiquable.

TABLEAU 3b

Productivité en coton-graine, estimée en pourcentage de l'Allen commun, d'après les écarts entre variétés testées 2 à 2, par ordre chronologique, dans le dispositif d'essais variétaux multilocaux (d'après MERITAN et al., 1989).

Seed cotton evaluated as a percentage of that of common Allen using the deviation between varieties tested in pairs in chronological order in the multisite varietal trial layout (after MERITAN et al., 1989).

Variété	Province de l'Extrême-Nord	Province du Nord
Allen commun	100,0	100,0
Allen 333	112,7	110,0
BJA 592	128,8	126,6
L 142-9	136,9	
IRCO 5028		124,6
IRMA 96+97	141,4	
IRMA 1243	145,6	130,2

La prise en compte simultanée de ces deux types de résultats permet, cependant, de fournir l'ordre de grandeur

du progrès génétique réalisé avec l'itinéraire technique suivi dans l'essai. On constate, ainsi, que le remplacement de la variété Allen commun par la variété IRMA 1243 a probablement permis d'augmenter la productivité de 45 à 50%. Les conditions de semis tardifs dans l'essai de Tcholliré et, dans une moindre mesure, dans celui de Maroua expliquent certainement en partie que le progrès mesuré pour les variétés intermédiaires entre les deux précédentes ne suive pas une progression aussi régulière que dans l'estimation indirecte présentée au tableau 3b.

Les indications concernant certaines composantes du rendement, obtenues à partir de l'essai 1988, sont plus facilement interprétables. Plus hérissables que le rendement lui-même, donc en faible interaction avec le milieu, elles traduisent les tendances privilégiées par le sélectionneur.

En ce qui concerne les poids et volume capsulaire (tabl. 4), signalons qu'une seule variété à très grosses capsules (BJA 592) et une variété à très petites capsules denses (Allen 333) ont été commercialisées. Malgré l'amélioration notable de la protection phytosanitaire permise par la vulgarisation des traitements de type UBV, les types variétaux à capsules de taille et de densité moyennes restent les plus représentés. Aux USA, la sélection pour le rendement a également produit des cultivars à petites capsules (MAUNEY, 1979 et THOMSON, 1979 cités par HEARN et CONSTABLE, 1984). Il est possible que la sélection pour l'augmentation du rendement à l'égrenage ait écarté les génotypes à grosses graines, pénalisant ainsi indirectement les cotonniers à grosses capsules (HAU, communication personnelle).

TABLEAU 4

Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Composantes du rendement (données établies sur 1 ou 3 lieux). 1988-1989 genetic progress trial. Data on yield components for 1 or 3 sites.

Variété	PMC g	VCM cm ³	PMC /VCM	NCT /plt	% BF	NC/BF	% BV	NC/BV
Allen commun	4,5	18,4	0,219	n.a.	87,7	1,17	12,3	1,57
Allen 333	4,5 ^{cd}	14,4 ^d	0,295	14,2 ^a	88,2	0,98	11,8	1,37
BJA 592	6,2 ^a	26,1 ^a	0,220	11,7 ^{ab}	80,3	0,96	19,7	1,00
L 142-9	5,1 ^{bc}	19,9 ^{bc}	0,246	13,2 ^{ab}	83,7	0,98	16,3	1,31
IRCO 5028	4,7 ^{cd}	18,6 ^{bc}	0,240	12,7 ^{ab}	83,3	1,13	16,7	1,43
IRMA 96+97	5,5 ^b	21,5 ^b	0,254	11,1 ^b	85,0	0,90	15,0	0,92
IRMA 1243	4,7 ^{cd}	17,9 ^c	0,256	12,4 ^{ab}	85,4	0,99	14,6	1,25
IRMA 772	5,1 ^b	20,3 ^{bc}	0,233	8,5 ^c	93,9	0,83	6,1	0,77
Ft	***	***	n.c.	**	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
nb. de lieux	3	1	1	3	3	3	3	3
F interaction	n.s.	/	/	n.s.				

*, **, ***: significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05 ; n.c. : non calculé.

*, **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds; n.s.: not significant at 0.05 ; n.c.: not calculated.

Bien que le nombre de capsules portées par chaque plant soit délicat à interpréter (tabl. 4), on remarque cependant une légère progression de la production des branches fructifères au détriment des branches végétatives. La dernière obtention (IRMA 772), présentée essentiellement pour la valeur illustrative de la technologie de sa fibre, se caractérise, comme Allen commun, par une production essentiellement due aux branches fructifères. Cette lignée a dans les conditions de l'essai un potentiel productif déficitaire.

Dans l'ensemble, le nombre de capsules portées par chaque type de branche est assez peu variable, les types plus anciens paraissent légèrement plus denses que les types modernes.

Morphologie et verse (Annexe, tabl. 4, 5 et 6)

Du type Allen commun qui présente des traits identiques avec la lignée IRMA 772 (par sa morphologie courte

et aérée, sans branche végétative), on est passé au type Allen 333, plus proche des variétés actuellement cultivées (quoiqu'un peu trop aéré, assez grand, avec une première branche fructifère basse), puis au type BJA (de taille moyenne mais à développement plutôt végétatif, avec une première branche fructifère haute, des entre-nœuds longs et de nombreuses branches végétatives) pour revenir ensuite vers des types morphologiques plus équilibrés, chez lesquels 15 à 20% de la production est assurée par les branches végétatives. Parmi les dernières variétés commercialisées, IRCO 5028 se caractérise par un port élargi à tendance semi-cluster.

Dans les conditions de l'essai de Sanguéré, nous avons noté une tendance à verser légèrement, plus prononcée pour certains génotypes : IRMA 772, dont la tige paraît un peu frêle pour une production concentrée essentiellement sur les branches fructifères, L 142-9 et BJA 592 qui, au contraire de la lignée 772, présente un fort développement végétatif.

TABLEAU 5

Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Caractéristiques agronomiques (données établies sur 1 ou 3 lieux).
1988-89 genetic progress trial. Agronomic characteristics (data for 1 or 3 sites).

Variété	PFM jal ⁽¹⁾	OPCM jal	Pilos (0-3)	Taille cm	HPBF cm	LENBF cm	LENT cm	NBV
Allen commun	61,1	114,2	0,78	93	15,0	9,9	6,7	1,15
Allen 333	58,7 ^b	110,9 ^{bc}	2,27 ^a	109 ^a	15,3 ^c	13,1 ^a	6,8	2,38 ^a
BJA 592	60,9 ^b	114,2 ^d	2,40 ^a	103 ^{ab}	23,3 ^a	12,3 ^{ab}	7,8	2,93 ^a
L 142-9	59,3 ^b	109,3 ^b	2,12 ^a	96 ^b	17,6 ^{bc}	12,1 ^{ab}	6,7	2,48 ^a
IRCO 5028	61,0 ^b	111,4 ^{bc}	2,66 ^a	101 ^{ab}	17,1 ^{bc}	7,0 ^c	6,6	2,15 ^a
IRMA 96+97	60,2 ^b	110,7 ^{bc}	2,02 ^a	98 ^b	17,8 ^{bc}	10,3 ^{bc}	6,6	2,33 ^a
IRMA 1243	58,9 ^b	109,9 ^b	2,32 ^a	110 ^a	18,4 ^b	9,8 ^{bc}	6,6	2,35 ^a
IRMA 772	55,7 ^a	106,9 ^a	0,53 ^b	96 ^b	14,3 ^c	10,9 ^{ab}	6,5	0,88 ^b
Ft	*	***	***	**	***	**	n.s.	**
nb. de lieux	3	3	3	3	1	1	1	1
F interaction	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	/	/	/	/

*, **, *** : significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s. : non significatif au seuil 0,05

⁽¹⁾ jal : en jours après la levée

*, **, *** : significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds ; n.s. : not significant at 0.05

⁽¹⁾ jal : days after emergence

TABLEAU 6

Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Caractéristiques de végétation (données établies sur 1 lieu).
1988-89 genetic progress trial. Characteristics of the vegetation (data for 1 site).

Variété	Défol. % FA 120 jal ⁽¹⁾	Défol. % FA 135 jal	Repousses 0-2/plt 146 jal	Verse 0-5/plt 149 jal
Allen commun	60,1	76,6 ^{bc}	1,35 ^{ab}	0,35
Allen 333	62,4	83,8 ^{ab}	1,05 ^{abc}	0,38
BJA 592	57,9	87,4 ^{ab}	0,48 ^c	0,58
L 142-9	66,0	83,2 ^{ab}	1,15 ^{abc}	0,60
IRCO 5028	71,4	84,0 ^{ab}	0,88 ^{bc}	0,48
IRMA 96+97	69,2	84,5 ^{ab}	1,05 ^{abc}	0,48
IRMA 1243	78,8	93,3 ^a	0,68 ^{bc}	0,43
IRMA 772	60,1	69,5 ^c	1,75 ^a	0,73
Ft	n.s.	***	***	n.s.
nb. de répétitions	1	1	1	1

*, **, *** : significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s. : non significatif au seuil 0,05

⁽¹⁾ jal : en jours après la levée

*, **, *** : significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds ; n.s. : not significant at 0.05

⁽¹⁾ jal : days after emergence

Pilosité (tabl. 5)

Les premières variétés de cotonniers pratiquement glabres (Allen commun) ont subi, aux débuts de la culture cotonnière, de très fortes attaques de jassides qui pouvaient aboutir à la destruction complète de certains plants. Depuis le remplacement d'Allen commun par Allen 151, une attention soutenue est portée à cette caractéristique.

Les progrès réalisés en matière de protection insecticide permettent de bien maîtriser les pullulations de cet insecte piqueur-suceur, dès le début du calendrier de traitements mais un niveau minimum de pilosité est recherché (1,5 à 2 points) qui suffira à protéger la plante de trop fortes attaques au début de son cycle.

Précocité (tabl. 5)

Cette caractéristique n'a jamais été considérée comme prioritaire et la plupart des variétés testées ont des précocités de floraison et d'ouverture très voisines.

Il est couramment admis, qu'en année normale, si l'on prend l'ensemble de la zone cotonnière comme norme de référence, la précocité est un handicap. En effet, elle se traduit chez le cotonnier par un cycle plus court, une floraison plus groupée et, en définitive, une perte de pouvoir tampon vis-à-vis des aléas climatiques et des stress hydriques en particulier. Il est donc tout à fait normal que l'amélioration de la précocité chez les cultivars récents soit peu prononcée.

Bactériose (tabl. 6)

Bien que les résultats enregistrés dans les cotations de sensibilité à la bactériose (infection naturelle) n'aient pas atteint le seuil de signification statistique, il semble que la variété Allen commun et, à un degré moindre, la lignée IRMA 772 aient présenté, vis-à-vis de la race présente, les symptômes les moins graves.

Caractéristiques de végétation (tabl. 6)

Ces descripteurs ne sont intervenus que très récemment dans l'ensemble des critères de sélection retenus par les sélectionneurs. Ils concrétisent la contribution de l'amélioration variétale aux efforts déployés par la recherche pour contrôler les populations d'insectes piqueurs-suceurs qui pullulent, en fin de cycle, sur les cotonniers non récoltés.

La variété la plus ancienne est peu "déterminée" dans sa croissance: elle défolie lentement et développe de nombreuses repousses après la fin de la saison des pluies. A l'opposé, BJA 592 ou IRMA 1243 ont un cycle plus "déterminé" qui se manifeste par une défoliation rapide et précoce et par la faible fréquence des repousses en fin de cycle.

Rendement à l'égrenage (tabl. 7)

C'est la caractéristique qui, dans notre échantillon variétal, a progressé de la façon la plus spectaculaire: 7 points en 28 années, soit un progrès moyen annuel de + 0,25 %. Cette amélioration du rendement égrenage s'est traduite par une augmentation de la quantité de fibre portée par chaque graine (de 50 à 67 mg, soit + 30 % environ) plutôt que par une réduction de la taille de la graine.

Mis à part la baisse de rendement pour BJA 592 et Allen 333, qui fut justifiée par un gain de productivité au champ (tabl. 3b), la progression est régulière et certainement non définitive. Cette constance indique bien l'importance qu'ont donné tous les sélectionneurs à l'amélioration de ce caractère.

Jusqu'à un passé récent, la progression du rendement en fibre par unité de surface est restée une priorité des sociétés de développement de la culture cotonnière en Afrique francophone. Elle a pu s'appuyer à la fois sur un accroissement de la productivité au champ et sur l'amélioration du pourcentage de fibre due à la bonne héritabilité de ce caractère.

TABLEAU 7
Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Caractéristiques d'égrenage.
1988-89 genetic progress trial. Ginning characteristics.

Variété	Fs %	Lint. %	SI dél. g/100	LI g/100	FSH kg/scie
Allen 333	37,2 ^e	10,3 ^b	7,7 ^b	5,0	3,6 ^c
BJA 592	36,0 ^f	13,9 ^a	8,5 ^a	5,4	3,3 ^d
L 142- 9	39,9 ^d	9,8 ^{bc}	7,6 ^b	5,5	3,9 ^{bc}
IRCO 5028	41,7 ^{bc}	9,6 ^{bc}	7,5 ^b	5,9	3,9 ^{bc}
IRMA 96+97	41,4 ^c	7,3 ^d	8,4 ^a	6,4	4,1 ^b
IRMA 1243	42,5 ^b	8,5 ^c	7,7 ^b	6,2	4,0 ^b
IRMA 772	44,2 ^a	8,7 ^c	7,8 ^b	6,7	4,5 ^a
Ft	***	***	***	n.c.	***
nb. de lieux	3	3	3	3	3
Ft	/	*	n.s.	/	/

* **, ***: significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05.

* **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds; n.s: not significant at 0.05

Technologie de la graine (tabl. 7 et tabl. 8)

Contrairement à ce que l'on pourrait attendre du fait de l'augmentation du rendement égrenage, les graines des variétés actuelles ne sont pas plus petites que celles des plus anciennes. Par contre, elles sont moins vêtues et d'un égrenage plus rapide (mesuré en quantité de fibre égrenée par unité de temps).

A l'exception de BJA 592 dont le pouvoir germinatif défailant est peut être dû à un taux de linter élevé (HAU, communication personnelle), toutes les variétés ont une faculté germinative voisine. Leur rapidité de germination est assez peu variable: elle semble néanmoins influencée par le pourcentage d'amande dans la graine. Ces variétés ont également des teneurs en huile et en protéines comparables.

TABLEAU 8
Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Technologie de la graine.
1988-89 genetic progress trial. Seed technology.

Variété	Germ. %	IVG jours	amandes %	huile	prot
Allen 333	89,7	2,2 ^b	63,1 ^{ab}	27,9 ^a	20,1 ^b
BJA 592	80,8	2,9 ^{ab}	60,8 ^b	26,5 ^c	20,2 ^b
L 142-9	86,0	3,1 ^a	61,1 ^b	27,3 ^{ab}	19,6 ^b
IRCO 5028	85,2	3,0 ^{ab}	60,7 ^b	25,0 ^c	20,2 ^b
IRMA 96+97	84,9	2,6 ^{ab}	61,0 ^b	26,8 ^{bc}	20,0 ^b
IRMA 1243	84,9	3,1 ^a	61,2 ^b	25,7 ^c	20,2 ^b
IRMA 772	85,3	2,5 ^{ab}	63,7 ^a	26,8 ^{bc}	23,6 ^a
Ft	n.s.	**	**	***	***
nb. de lieux	3	3	3	3	3
Ft	***	n.s.	/	/	/

*, **, ***: significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05

*, **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds; n.s.: not significant at 0.05

Technologie de la fibre (tabl. 9 et 10)

Le travail de sélection s'est davantage traduit par l'amélioration de la longueur 50 % SL que par celle de la longueur 2,5 % SL (tabl. 9). On note cependant que le remplacement dans l'Extrême-Nord de BJA 592 par la variété L 142-9, puis par IRMA 96+97 a permis de gagner environ 1 à 2/32. De même, l'abandon de la variété IRCO 5028 au profit de IRMA 1243 a conduit à une augmentation de longueur d'environ 1/32 inch. Dans l'ensemble cependant, les sélectionneurs se sont contentés de conserver un niveau de longueur tout en améliorant fortement l'uniformité de la fibre.

La surestimation importante de la longueur par la technique du halo sur les cultivars BJA 592 et L142-9 est intéressante à relever. Elle a déjà été décrite par LANÇON *et al.* (1989b) et montre bien le biais inhérent à toute méthode de mesure. Si l'on admet que la méthode du halo donne une estimation de la longueur plus proche de la longueur au pulling (adoptée pour le classement de la fibre) que la longueur 2,5% SL, cette surestimation explique peut-être en partie la bonne image de marque de BJA 592 et de L142-9 auprès des services de commercialisation du coton.

TABLEAU 9
Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Technologie de la fibre. Caractéristiques de longueur.
1988-1989 genetic progress trial. Fibre technology. Length characteristics.

Variété	Halo mm	2,5% mm	50% mm	U.R. %
Allen 333	29,8	27,8 ^b	13,0 ^c	46,8 ^d
BJA 592	30,4	27,7 ^b	13,0 ^c	46,8 ^d
L 142-9	30,9	28,7 ^a	13,7 ^b	47,6 ^c
IRCO 5028	28,5	27,5 ^b	13,3 ^c	48,2 ^b
IRMA 96+97	30,9	28,9 ^a	14,0 ^b	48,5 ^b
IRMA 1243	29,2	28,2 ^{ab}	14,1 ^b	49,7 ^a
IRMA 772	30,4	29,0 ^a	14,5 ^a	49,9 ^a
Ft	n.c.	***	***	***
nb. de lieux	2	3	3	3
F interaction	/	n.s.	n.s.	n.s.

*, **, ***: significatif au seuil 0,05 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05

Les variétés obtenant la même lettre ne sont pas différentes au seuil 0,05

*, **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds; n.s.: not significant at 0.05

The varieties with the same letter are not different at threshold 0.05

Des progrès assez nets ont également été réalisés sur la ténacité ainsi que sur l'allongement de la fibre (tabl. 10). Si l'on s'intéresse séparément aux séquences variétales de la Province de l'Extrême-Nord et à celle du Nord, ce sont respectivement 1,5 et 1,9 points de ténacité stéломétrique et 0,4 à 1,5 points d'allongement qui ont été gagnés. On remarquera dans la lignée IRMA 772 (qui est proche de l'idéotype actuel en matière de qualité technologique) le niveau très élevé de la résistance est associé à un allongement satisfaisant (encore que légèrement inférieur à l'optimum souhaitable et, probablement, réalisable à terme).

Il faut également noter que la bonne résistance au Pressley de la variété L 142-9, qui a fait sa réputation

commerciale, ne se traduit pas, dans cet essai, par une forte ténacité stéломétrique. Deux facteurs peuvent rendre compte de cet écart entre l'appréciation traditionnelle de la résistance faite par le négoce et la résistance stéломétrique plus objective mesurée ici :

- un allongement médiocre puisque, selon GUTKNECHT (communication personnelle), la résistance au Pressley est corrélée négativement avec l'allongement ;

- des effets pédo-climatiques puisque, par le passé, cette variété a été cultivée dans la Province de l'Extrême-Nord qui produit une fibre plus tenace et moins élastique que celle du Nord.

TABLEAU 10

Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Technologie de la fibre. Maturité, ténacité, finesse et colorimétrie.

1988-1989 genetic progress trial. Fibre technology. Maturity, tenacity, finesse and colorimetry.

Variété	IM	T1 g/tex	E1 %	Hs mtex	PM %	Rd %	+b
Allen 333	3,95	18,4 ^d	5,6 ^b	200 ^b	76,0 ^b	71,8 ^b	10,7 ^c
BJA 592	4,07	19,6 ^c	5,3 ^b	250 ^d	68,5 ^c	75,7 ^a	9,6 ^a
L 142-9	4,08	20,4 ^{bc}	5,7 ^b	206 ^{bc}	76,4 ^b	75,1 ^a	9,6 ^a
IRCO 5028	4,32	20,1 ^c	6,8 ^a	208 ^{bc}	78,6 ^{ab}	75,7 ^a	9,5 ^a
IRMA 96+97	4,26	21,1 ^b	5,7 ^b	211 ^c	77,9 ^{ab}	74,8 ^a	10,0 ^b
IRMA 1243	4,24	20,3 ^{bc}	7,1 ^a	201 ^b	79,2 ^{ab}	75,4 ^a	9,6 ^a
IRMA 772	4,27	24,5 ^a	6,1 ^b	191 ^a	81,8 ^a	75,7 ^a	9,5 ^a
Ft	n.s.	***	***	***	***	***	***
nb. de lieux	3	3	3	3	3	3	3
F interaction	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*, **, ***: significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05

Les variétés obtenant la même lettre ne sont pas différentes au seuil 0,05

*, **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds ; n.s.: not significant at 0.05

The varieties with the same letter are not different at threshold 0.05

La maturité et la finesse sont reportées dans le tabl. 10. Jusqu'à une période récente, l'indice micronaire faisait seul référence en matière de maturité de la fibre. L'objectif étant l'obtention d'un micronaire de 4 et au delà, on constate que l'ensemble des variétés cultivées au Cameroun répondaient parfaitement aux besoins formulés par les filateurs.

Puis, les technologistes (LORD, 1961) ont montré que l'indice micronaire est une caractéristique ambiguë qui mesure à la fois la finesse intrinsèque de la fibre et son degré de maturité: une fibre de micronaire donné pouvant être mûre et fine (IRMA 772) ou, au contraire, grossière et peu mûre (BJA 592).

Ces deux paramètres ont donc été pris en compte indépendamment: pour un micronaire sensiblement constant, la maturité a fait l'objet d'une nette amélioration, compensée pour les variétés récentes, par une amélioration sensible de la finesse intrinsèque.

En ce qui concerne la colorimétrie (tabl. 10), cette caractéristique intervient à un stade avancé du choix varié-

tal et son importance n'est pas décisive. On observe donc des variations peu importantes depuis le remplacement de la variété Allen 333.

Technologie du fil (tabl. 11)

L'amélioration de la résistance du fil (tabl. 11), calculée d'après une formule de régression mise au point par GUTKNECHT (1984), dépasse de 1 cN/tex celle de la variété la plus ancienne prise en compte, Allen 333. Cette progression est attribuable aux améliorations simultanées de la ténacité et de la longueur moyenne de la fibre.

En raison de leur intervention à un stade avancé de la sélection variétale, les paramètres de régularité du fil (tabl. 11), mesurés sur un fil de 27 tex, n'ont pas, jusqu'à une époque récente, joué un rôle décisif lors du choix final. Si le nombre de points fins au km de fil est peu différent d'une variété à l'autre, par contre, on observe des écarts importants sur le nombre de points gros et de neps. Ces deux paramètres semblent discriminer les variétés de façon identique.

TABLEAU 11

Essai Progrès Génétique, 1988-1989. Technologie du fil. Ténacité estimée d'après GUTK-NECHT (1984) et régularité après microfilature.
1988-1989 genetic progress trial. Yarn technology, tenacity assessed according to GUTK-NECHT (1984) and regularity after microspinning.

Variété	T 27 tex cN/tex	Régularité			
		Thin	Thick	Neps	U %
Allen 333	12,5 ^e	55	308 ^{bc}	560 ^c	14,5
BJA 592	12,8 ^{dc}	57	226 ^a	271 ^a	14,2
L 142-9	13,6 ^{bc}	86	334 ^c	574 ^c	14,6
IRCO 5028	13,1 ^{cd}	77	231 ^a	398 ^b	14,2
IRMA 96+97	13,9 ^b	60	249 ^a	359 ^{ab}	14,3
IRMA 1243	13,7 ^b	97	343 ^c	570 ^c	14,9
IRMA 772	15,7 ^a	43	273 ^{ab}	397 ^c	14,1
Ft	***	n.s.	**	***	n.s.
nb. de lieux	3	3	3	3	3
Ft	**	/	/	/	/

*, **, ***: significatif au seuil 0,05 ; 0,01 et 0,001 ; n.s.: non significatif au seuil 0,05

Les variétés obtenant la même lettre ne sont pas différentes au seuil 0,05

* **, ***: significant at 0.05, 0.01 and 0.001 thresholds ; n.s.: not significant at 0.05

The varieties with the same letter are not different at threshold 0.05

Deux groupes de comportement bien différencié se distinguent: un groupe de trois variétés à nombreux points gros et forte nepposité (Allen 333, L 142-9, IRMA 1243) et un groupe de 4 variétés à nepposité plus faible (BJA 592, IRCO 5028, IRMA 96+97, IRMA 772). D'autres observations faites par GUTKNECHT (1989) indiquent que la

nepposité mesurée par l'USTER est bien corrélée avec le taux de *seed coat fragments*. Il est donc probable que certaines des anciennes variétés commercialisées présentaient en abondance les débris de coque qu'on observe actuellement dans la variété IRMA 1243.

Discussion

De ce rapide panorama variétal, il ressort que la notion d'idéotype a beaucoup évolué au cours de l'histoire de la sélection. Ce concept d'idéotype recouvre un ensemble de caractéristiques agronomiques et technologiques dont les niveaux ne sont pas, loin s'en faut, aussi simples à définir les uns que les autres.

En matière de technologie de la fibre, les objectifs successifs des sélectionneurs apparaissent clairement. Durant une période qui s'étend de la vulgarisation de l'Allen commun à celle d'IRMA 96+97, les continus à filer traditionnels ont occupé l'ensemble du marché. On a alors cherché à améliorer en priorité le pourcentage de fibre, tout en augmentant légèrement la longueur (11/16 inch) et en conservant à l'indice micronaire, considéré par le négoce comme un indicateur de maturité, une valeur supérieure à 4.

Puis, le développement du marché des fibres destinées à la filature de type open-end, les difficultés de commercialisation rencontrées par l'ensemble de la filière coton et la généralisation de paramètres de mesure nouveaux ont entraîné des changements d'objectif importants (HAU, 1989). Le pourcentage de fibre reste un objectif conséquent mais les paramètres de finesse, de ténacité et d'uniformité deviennent à leur tour prioritaires. La lignée IRMA 772 peut fournir une illustration de l'un des idéotypes

actuels possibles en matière de technologie. Presque tous les objectifs de qualité sont réunis: rendement égrenage, longueur, uniformité, ténacité, finesse et maturité. Seul l'allongement, bien qu'honorable est encore un peu insuffisant.

En matière de productivité, l'idéotype est beaucoup plus difficile à préciser. En effet, le rendement est élaboré par un peuplement d'individus en interaction les uns avec les autres ; les composantes de ce rendement sont donc sous la dépendance de phénomènes physiologiques intimes à chaque plante, mais qui réagissent aux variations de l'environnement.

Les paramètres portant sur l'efficacité des mécanismes physiologiques n'ont jamais été utilisés par les sélectionneurs parce que trop complexes à mettre en oeuvre, ou trop indirectement liés avec la réalisation du rendement.

Par contre, dans un milieu donné, on peut agir sur ces équilibres physiologiques en optimisant l'architecture de la plante et la densité de culture de façon à créer un couvert végétal qui utilise au mieux les ressources disponibles, en produisant le plus possible et au moindre coût pour l'écosystème (maintien de la fertilité).

Les variétés décrites dans cet article possèdent un petit

nombre de traits en commun qui caractérisent, en général, les variétés africaines: taille assez élevée, port plutôt aéré, quelques branches végétatives, pas très précoces, floraison et production étalées (peu "déterminées").

Mais un examen plus attentif ne permet pas de définir des objectifs de sélection précis pour un idéotype morphologique adapté à la culture cotonnière du Nord-Cameroun. La bonne productivité de la variété IRMA 1243 indique un phénotype bien équilibré, mais on ne distingue aucune évolution dans l'architecture des variétés plus anciennes qui puisse indiquer, par extrapolation, la voie d'une construction raisonnée de cet idéotype.

A posteriori, on constate qu'en l'absence de critères morphologiques objectifs et constants, la pression de sélection exercée sur les caractéristiques technologiques a pu induire une modification involontaire de certaines caractéristiques morphologiques; par exemple les progrès sur le pourcentage de fibre ont certainement entraîné une contre sélection des génotypes à grosses graines et grosses capsules.

Les méthodes de création variétale adoptées jusqu'ici (MERITAN *et al.*, 1989) ont permis de déceler des ruptures de corrélation tout en assurant un progrès génétique régulier. Elles se sont appuyées, pour la plupart, sur une phase de création de variabilité par croisements, suivie d'une phase de sélection généalogique.

Si on examine la filiation des variétés cultivées au Cameroun (tabl. 2), on remarque que tous les croisements

productifs (ayant engendré une variété commercialisée) ont pour origine un fonds génétique adapté (Allen, IRCO 5028) qui est recombinaison à des variétés complémentaires (fig. 1). C'est une stratégie qui est peu aventureuse et qui s'applique bien à la sélection d'une plante aussi complexe que le cotonnier. Elle est efficace, les résultats présentés dans cet article le démontrent, dans la mesure où elle agit sur des paramètres contrôlés, pour une large part par une héritabilité composée d'effets génétiques de type additif (LANÇON, 1987; NGUYEN *et al.*, 1989). Le progrès génétique, consistant en une amélioration par rapport à un témoin, progresse par petites touches.

La lecture du tableau 2 montre également que le processus suivi entraîne une érosion de la base génétique. Les premières variétés vulgarisées étaient issues d'un fonds génétique de base étendue (Allen, N'Kourala). Après épuisement, ce fonds a été enrichi par des introductions d'origine américaine pour générer les variétés des années soixante-dix. Aujourd'hui, les croisements les plus fructueux mettent en présence des géniteurs consanguins. Or, la stratégie de sélection décrite ne valorise guère les tentatives d'élargissement de la base génétique de départ, puisque les types trop éloignés de l'idéotype local engendrent systématiquement des descendance vouées à l'échec.

Dans ces conditions, le risque à moyen terme d'aboutir à une impasse pour la sélection est important. Il a été déjà mesuré puisque, depuis plusieurs années, des programmes de sélection récurrente générateurs de variabilité ont été initiés en marge du programme de création variétale classique (fig. 2).

Conclusion

Cet essai a permis de montrer, si besoin était, qu'une amélioration progressive et néanmoins spectaculaire de nombreuses caractéristiques s'est poursuivie sur les variétés mises en culture au Nord-Cameroun, tout au long de l'histoire de la culture cotonnière. Ces progrès concernent particulièrement le pourcentage de fibre, mais touchent aussi des caractéristiques technologiques, telles que la ténacité et la finesse intrinsèque. On peut affirmer également que l'amélioration de la productivité a été importante.

Il est particulièrement intéressant de relever que l'amélioration des caractéristiques corrélées négativement entre elles a été simultanée: rendement à l'égrenage et longueur de la fibre ou poids des graines, ténacité et allongement, ténacité et productivité. Ce constat permet d'augurer favorablement de l'avenir de la sélection cotonnière.

En matière de productivité, le cotonnier semble en mesure de se plier à des conceptions idéotypiques relativement divergentes. Ainsi, dans l'échantillon variétal étudié, on distingue une marque IRMA, que les autres variétés d'origines très diverses (Tchad, R.C.A., Côte d'Ivoire) ne préfigurent pas. Peut-on conclure, pour autant, que l'idéo-

type morphologique ne peut être défini et que ces écarts à l'idéal sont négligeables dans la réalisation du rendement?

Il semble plus opportun de penser qu'en l'absence d'une ligne de conduite suffisamment précise, l'oeil du sélectionneur n'est pas une garantie d'efficacité biologique. Car en réalité, chaque variété est le produit d'un compromis entre les exigences de chaque sélectionneur (qui a une image pragmatique et personnelle de l'idéotype) et les limites imposées par un matériel de départ qui est doté d'une plasticité limitée (fig. 4). Dans la pratique quotidienne de la sélection, une partie importante des informations servant à la définition de l'idéotype n'est pas disponible. Le sélectionneur est alors contraint de fixer, empiriquement, sa propre ligne de conduite lors du choix au champ. Cette démarche n'est qu'un pis-aller. Pourtant, si elle n'était pas suivie, la phase finale de la création variétale s'encombrerait d'une quantité importante de lignées morphologiquement "aberrantes" et vouées à une élimination sans gloire.

La nécessité d'une définition plus rationnelle de cet idéotype a déjà été soulignée par HAU (1989). S'appuyant sur des essais d'interaction génotype x densité de culture,

menés en Côte d'Ivoire, HAU et GOEBEL (1986; 1987; 1988) en déduisent un certain nombre de paramètres de fructification à prendre en compte par la sélection, pour le milieu de référence.

Des études de même nature, élargies à une gamme plus diversifiée de types morphologiques et de situations culturelles ou écologiques, devraient permettre, en référence aux modèles américains d'élaboration du rendement (COTSIM de GUTIERREZ *et al.*, 1975; GOSSYM de BAKER *et al.*, 1976; COTCROP de JONES *et al.*, 1980) ou au modèle de morphogénèse développé par de REF-FYE *et al.* (1988 et 1989), d'améliorer notre compréhension physiologique de l'élaboration du rendement chez le cotonnier et d'en isoler la part accessible au généticien.

Elles devraient ainsi contribuer à définir plus précisément l'ensemble des critères qui conduiront le travail du sélectionneur vers un progrès génétique, aussi assuré en matière de productivité qu'en matière de rendement égrenage ou de technologie de la fibre.

Le succès de toute tentative d'amélioration génétique s'appuie également sur une utilisation raisonnée de la variabilité génétique disponible. Le schéma usuel, présenté à la figure 1, a montré son efficacité dans le contexte

génétique initial. Cependant, il semble mener à terme vers un appauvrissement de la variabilité, qui compromet les chances de maintenir un progrès génétique significatif à long terme.

Il est donc nécessaire de modifier le processus de création variétale pour mieux valoriser les tentatives d'élargissement de la base génétique par l'acclimatation des génotypes recombinés.

Pour répondre à cette nécessité, le schéma de création variétale en usage au Cameroun a été modifié par l'introduction d'une population tampon conduite en sélection récurrente (alternant les phases de choix et de panmixie) et constituée entre la phase créatrice de variabilité et la phase de création variétale ss st (fig. 3).

Cette stratégie devrait permettre de maintenir, dans cette population, un niveau agronomique et technologique compatible avec l'obtention de lignées à vocation commerciale, tout en augmentant la fréquence des recombinants. On réalise, ainsi, un schéma de sélection évolutif que l'on peut comparer à celui adopté en Côte d'Ivoire (GOEBEL *et al.*, 1979), depuis près de 30 ans avec le succès que l'on connaît (HAU, 1988), mais qui laisse une plus grande place à l'expression et au maintien de la variabilité génétique.

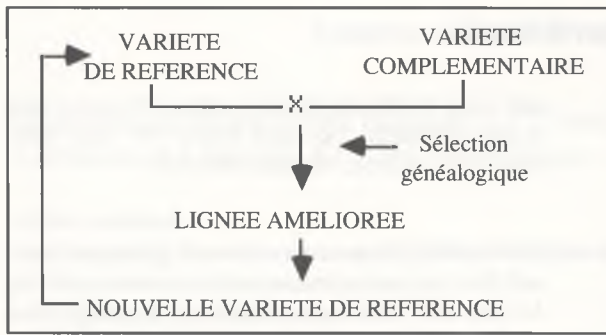


Figure 1
Stratégie usuelle de création variétale au Nord-Cameroun.
The usual varietal creation strategy in North Cameroon

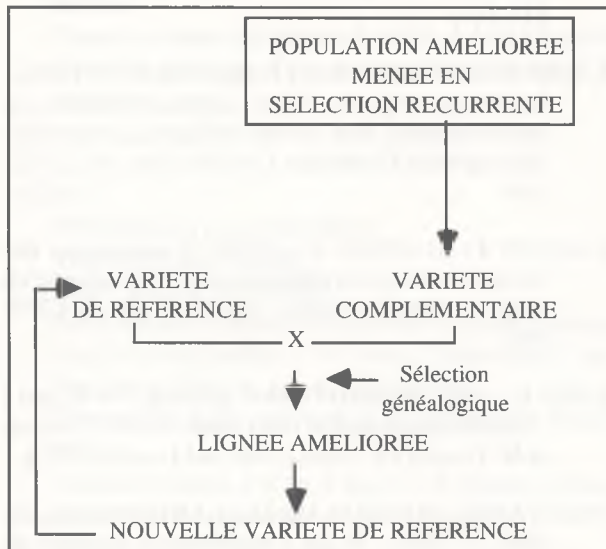


Figure 2
Stratégie actuelle de création variétale au Nord-Cameroun.
The present varietal creation strategy in North Cameroon.

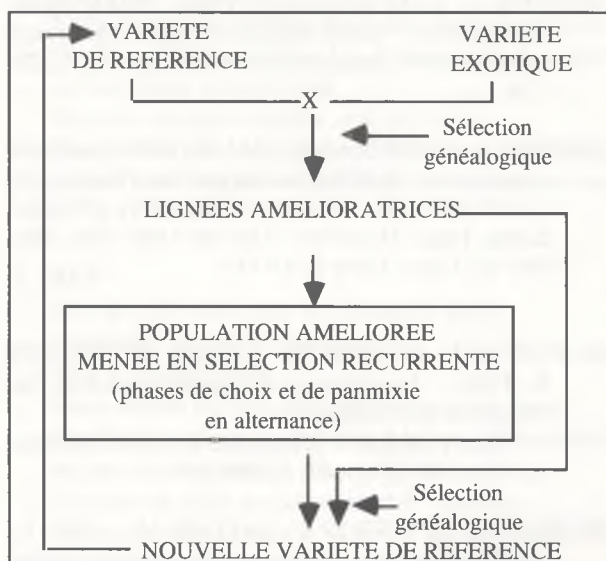


Figure 3
Proposition de stratégie de création variétale, associant des espérances de progrès génétique à court et à long terme.
Proposed varietal creation strategy combining short and long-term hopes progress.

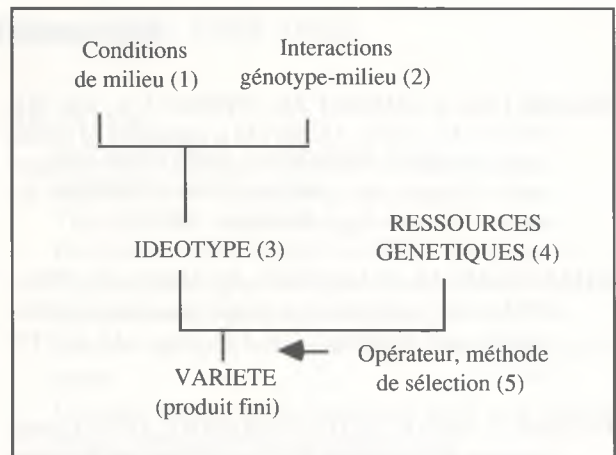


Figure 4
La notion d'idéotype en sélection.
The notion of ideotype in breeding.

- (1) **Contraintes du milieu** : zonage agroclimatique, parasitaire, socio-économique (quelle agriculture ?), industriel (quels marchés ?).
- (2) **Interactions génotypes-milieu** : en collaboration avec les autres disciplines, l'agro-physiologie (idéotype morphologique en fonction du milieu naturel et humain), la technologie (idéotype technologique en fonction du marché et du milieu de culture), la phytopathologie (résistance aux insectes et aux maladies). C'est ici que doivent se définir les structures génétiques des variétés idéales (hybrides, lignées pures, composites, etc.) en fonction de leur comportement dans un milieu donné et des possibilités pratiques de les vulgariser.
- (3) **Définition de l'idéotype** : elle résulte de la synthèse des connaissances acquises précédemment.
- (4) **Ressources génétiques** : l'ensemble de la variabilité génétique à laquelle le sélectionneur peut avoir accès (introductions, prospection, création par voie intra ou inter spécifique, par mutagenèse, par culture in vitro, par génie génétique, etc) et dont l'utilisation a pu être codifiée (description par la génothèque, évaluation de son amplitude et des limites théoriques au progrès génétique par des études de génétique quantitative).
- (5) **Méthodes de sélection** : l'opérateur avec des ressources génétiques limitées fabrique un ersatz d'idéotype dont l'efficacité sera mesurée par la ressemblance du produit fini au modèle.

- (1) **Environmental constraints**: agroclimatic, parasite, economic (what kind of agriculture?) and industrial (what markets?) zoning.
- (2) **Interactions between genotype and environment in collaboration with other disciplines**: agrophysiology (morphological ideotype according to the natural and human environment), technology (technological ideotype according to the market and the cultivation environment), phytopathology (resistance to insects and diseases). This is where the genetic structures of ideal varieties must be defined (hybrids, pure line, composite lines, etc.) according to their behaviour in a given environment and the practical possibilities of extending them.
- (3) **Definition of the ideotype**: the synthesis of the knowledge gained previously leads to defining the ideotype.
- (4) **Genetic resources**: the whole of the genetic variability to which breeders have access (introduced varieties, prospection, intra or inter-specific creation, mutagenesis, in vitro culture, genetic engineering) and whose use has been codified (description by gene library, evaluation of amplitude and the theoretical limits of genetic progress by studies on quantitative genetics).
- (5) **Selection methods**: the operator uses this limited genetic resources to make an ersatz ideotype whose effectiveness is measured by the resemblance of the finished product to the model.

Références Bibliographiques

- BAKER D.N., LAMBERT J.R., PHENE C.J., MC KINION J.M., 1976.- GOSSYM a simulator of cotton crops dynamics. Computers applied to the management of large scale enterprises. *Proc.US-USSR Seminar*, Moscow-Riga-Kishinev. 100-133.
- CHANSELME J.L., LANÇON J., KLASSOU C., 1988.- IRMA 1243, une nouvelle variété de cotonnier sélectionnée au Cameroun. *Cot. Fib. Trop.*, 43, 2, 119-122.
- GOEBEL S., HAUB., SCHWENDIMAN J., 1979.- L'amélioration du cotonnier en Côte d'Ivoire par sélection massale-pédigrée. *Cot. Fib. Trop.*, 34, 2, 215-228.
- GUTKNECHT J., 1984.- Prédiction de la résistance du fil en fonction de la longueur de la fibre. *Cot. Fib. Trop.*, 39, 2, 25-33.
- GUTKNECHT J., 1989.- Présentation de la Session de Technologie cotonnière. *1ère Conférence de la Recherche Cotonnière Africaine*, Lomé, Togo, 31 janvier- 2 février 1989. Min. Dév. Rur. du Togo. Tome 1, 188-205.
- GUTIERREZ A.P., FALCON L.A., LOEW W., LIEPZIG P.A., VAN DEN BOSCH R., 1975.- An analysis of cotton production in California: a model for Acala cotton and the effects of defoliators on its yield. *Envir. Biol.*, 4, 125-136.
- HAU B., 1988.- Histoire de la sélection du cotonnier en Côte d'Ivoire. *Cot. Fib. Trop.*, 43, 3, 177-204.
- HAU B., 1989.- Objectifs de sélection pour l'amélioration du cotonnier. *1ère Conférence de la Recherche Cotonnière Africaine*, Lomé, Togo, 31 janvier- 2 février 1989. Min. Dév. Rur. du Togo. Tome 1, 53-64.
- HAU B., GOEBEL S., 1986.- Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement. 1. Evolution de l'architecture de neuf variétés semées à trois écartements. *Cot. Fib. Trop.*, 41, 3, 165-176.
- HAU B., GOEBEL S., 1987.- Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement. 2. Evolution des paramètres de productivité de neuf variétés semées à trois écartements. *Cot. Fib. Trop.*, 42, 2, 117-125.
- HAU B., GOEBEL S., 1988.- Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement. 3. Evolution de la floraison et de la chute des organes fructifères de neuf variétés semées à trois écartements. *Cot. Fib. Trop.*, 43, 3, 11-19.
- HEARN A.B., CONSTABLE G.A., 1984.- The physiology of tropical food crops, chapter 14, Cotton. *Goldsworthy, P.R. and Fisher, N.M. eds, John Wiley and sons Ltd.* 495-527.
- JONES J.W., BROWN L.G., HESKETH J.D., 1980.- COTCROP: a computer model for cotton growth and yield. Predicting photosynthesis for ecosystem models. *Hesketh, J.D. and Jones, J.W. eds, CRC Press*, Boca Raton, Florida. 209-242.
- LANÇON J., 1987.- Behaviour of sixteen agronomic traits and fibre properties in two diallel crosses involving African and American varieties of Upland cotton (*G. hirsutum* L.). *Cot. Fib. Trop.*, 42, 4, 255-266.
- LANÇON J., KLASSOU C., 1988.- Mise au point sur graines de coton (*G. hirsutum* L.) d'une méthode de germination en laboratoire. *Cot. Fib. Trop.*, 43, 4, 311-317.
- LANÇON J., CHANSELME J.L., KLASSOU C., 1989a.- Représentativité des essais variétaux conduits en milieu contrôlé, semi-réel ou réel dans la zone cotonnière du Nord-Cameroun. *Cot. Fib. Trop.*, 44, 2, 117-126.
- LANÇON J., KLASSOU C., 1989b.- Comparaison des mesures de longueur obtenues avec le fibrographe ou selon la méthode du halo. *Cot. Fib. Trop.*, 44, 4, 335-342.
- LORDE., 1961.- Manual of cotton spinning, Vol II, part I : The characteristics of raw cotton. *A.W.F. Coulson et M. Tordoff ed.*, Manchester and London, 333 p.
- MERITAN M., CHANSELME J.L., LANÇON J., KLASSOU C., 1989.- 35 ans d'amélioration variétale du cotonnier au Cameroun. Bilan des travaux réalisés par la Recherche cotonnière entre 1954 et 1988. *IRA-IRCT, Cot. Fib. Trop.*, série Documents Etudes et Synthèses, à paraître.
- NGUYEN B., LANCEREAU P., 1986.- IRMA 96+97, une nouvelle variété vulgarisée au Nord de la zone cotonnière du Cameroun. *Cot. Fib. Trop.*, 41, 2, 123-129.
- NGUYEN B., N'GUESSANE., HAUB., 1989.- Etude des croisements diallèles réalisés en Côte d'Ivoire. *1ère Conférence de la Recherche Cotonnière Africaine*, Lomé, Togo, 31 janvier- 2 février 1989. Min. Dév. Rur. du Togo. Tome 1, 93-116.
- DE REFFYE P., COGNEE M., JAEGER M., TRAORE B., 1988.- Modélisation de la croissance et de l'architecture du cotonnier. 1.- Tiges principales et branches fructifères primaires. *Cot. Fib. Trop.*, 43, 4, 269-291.
- DE REFFYE P., EDELIN C., JAEGER M., 1989.- La modélisation de la croissance des plantes. *La Recherche*, 20, N° 207, 158-168.
- YEHOUесси M.T., 1987.- Essai de mise au point d'une échelle quantitative de lecture des attaques foliaires de la bactériose du cotonnier en infection naturelle. *Cot. Fib. Trop.*, 42, 2, 133-137.

Annexe - Essai Progrès Génétique, 1988-1989.

Description des variétés en essai (Sanguéré, 14.10.1988, 2 répétitions et à Tcholliré, 4.11.1988, une répétition)

Allen commun

Port plutôt (1) court, en pyramide légèrement ramassée
Végétation moyennement dense
Tige à pilosité plutôt faible
Entre-nœuds de branches fructifères, plutôt courts
Feuilles plutôt grandes (3 à 5 lobes), limbe mince, surface plutôt plate, pilosité très faible
Bractées de taille moyenne et de forme légèrement étroites
Capsules rondes légèrement fuselées, à 4 ou 5 loges et à mucron pointu, portées par un pédoncule de taille moyenne

A 333

Port élevé, en pyramide étalée
Végétation plutôt aérée
Tige à pilosité plutôt forte
Entre-nœuds de branches fructifères de taille moyenne
Feuilles plutôt petites (3 à 5 lobes), limbe épais, surface plutôt plate, de pilosité plutôt forte
Bractées de taille moyenne et de dimensions équilibrées
Capsules rondes, à 4 ou 5 loges et à mucron pointu, portées par un pédoncule de taille moyenne

BJA 592

Port plutôt élevé, en pyramide étalée
Végétation plutôt touffue
Tige à pilosité plutôt forte
Entre-nœuds de branches fructifères de taille moyenne
Feuilles plutôt grandes (3 à 5 lobes), limbe épais, surface plate, pilosité forte
Bractées de taille variable et plutôt larges
Capsules en fuseau légèrement coniques, à 4 ou 5 loges et sans mucron, portées par un pédoncule plutôt long

L 142-9

Port de taille moyenne, en pyramide étalé
Végétation de densité moyenne
Tige à pilosité faible
Entre-nœuds de branches fructifères plutôt longs
Feuilles de taille moyenne (3 à 5 lobes), limbe mince, surface plutôt ondulée, pilosité plutôt faible
Bractées de taille moyenne et plutôt étroites
Capsules rondes fuselées, à 4 ou 5 loges et à mucron pointu, portées par un pédoncule plutôt court

IRCO 5028

Port plutôt élevé, en pyramide étroite
Végétation plutôt touffue
Tige à pilosité moyenne
Entre-nœuds de branches fructifères plutôt courts
Feuilles plutôt grandes (3 ou 5 lobes), limbe d'épaisseur moyenne, surface plutôt plate, pilosité forte
Bractées de taille moyenne et de dimensions équilibrées
Capsules rondes et en fuseau, à 5 loges et à mucron effacé, portées par un pédoncule long

IRMA 96+97

Port plutôt élevé, en pyramide étalée
Végétation touffue
Tige à pilosité plutôt forte
Entre-nœuds de branches fructifères de taille moyenne
Feuilles de taille moyenne (3 ou 5 lobes), limbe mince, Surface ondulée, pilosité forte
Bractées de taille moyenne et de dimensions équilibrées
Capsules rondo-coniques, plutôt à 5 loges et à mucron peu développé et pointu, portées par un pédoncule plutôt court

IRMA 1243

Port élevé, en pyramide étalée
Végétation de densité moyenne
Tige à pilosité moyenne
Entre-nœuds de branches fructifères de taille moyenne
Feuilles de taille moyenne (3 ou 5 lobes), limbe d'épaisseur moyenne, surface plate, pilosité forte
Bractées de taille moyenne et de dimensions équilibrées
Capsules rondo-coniques, plutôt à 4 ou 5 loges et à mucron pointu, portées par un pédoncule de taille moyenne

IRMA 772

Port de taille moyenne, en colonne
Végétation plutôt aérée
Tige à pilosité faible
Entre-nœuds de branches fructifères plutôt courts
Feuilles petites (à 5 lobes), limbe plutôt épais, de surface plutôt ondulée, pilosité très faible
Bractées plutôt grandes et de dimensions équilibrées
Capsules rondes fuselées, à 5 loges et à mucron pointu, portées par un pédoncule court

(1) Note : le terme «plutôt» se réfère à un grade intermédiaire entre moyen et le qualificatif utilisé.

Report on the genetic progress in cotton research in North Cameroon from 1960 to 1988

J. Lançon, J.L. Chanselme and C. Klassou

Summary

Six cotton varieties (extended in North Cameroon during different periods since 1960) and a recently bred pure line were studied during the 1988/89 season at three sites in the cotton growing zone. Comparison of the performance of the cultivars extended in 1988 in the two cotton zones with the older varieties shows that considerable progress has been made in production (+ 45% in comparison with the common Allen variety), ginning outturn (+ 4.2 to 5.3 points in comparison with Allen 333) and fibre quality (+ 1/32" to 1/16" in length, + 1.5 to 2 points in uniformity, + 1.5 to 2 g/tex in stelometric tenacity, + 0.5 to 1.5 points in elongation and + 1.2 cN/tex in yarn strength. This progress has not affected seed quality, and the negative genetic correlations observed in the original material have been overcome. Some agronomic charac-

teristics have been improved (hairiness, rate of defoliation). Here, a progressive trend is observed towards morphological types with fairly small bolls at medium density on the fruit-bearing rather than the vegetative branches. However, it is difficult to define a more precise cotton plant architecture for breeders, which accounts for the considerable genetic progress made in production. The need to increase the effectiveness of selection pressure for improving productivity in a given crop environment (by defining a morphological ideotype) is stressed and research objectives discussed. A critical examination of the varietal creation strategy used in North Cameroon is followed by the proposal of a plan aimed at more long-term genetic progress with the use of recurrent selection.

KEY WORDS: cotton, *Gossypium hirsutum*, genetic progress, Cameroon, selection strategy, ideotype.

Introduction

Cotton growing in Cameroon has developed in a spectacular manner since the early 1960s when the crop area was about 65 000 ha and production 30 000 to 40 000 tonnes. The area reached 100 000 ha at the end of the 1980s with production of 120 000 to 150 000 tonnes of seed cotton.

The importance of cotton growing in the Northern province of Cameroon increased steadily during this period, owing to a voluntary policy of migration and intensification in the North and the stagnation of the cotton area and yields in the Extreme Northern province. Its contribution to the national cotton crop rose from 25% in 1960 to 60% in 1988.

The efforts made in cotton research (IRCT and then IRA from 1975 onwards), backed up and passed on by the development companies (CFDT and the SODECOTON from 1974 onwards) enabled simultaneous improvement of cultural practices and varieties, leading to increased yields and better cotton quality.

A specific trial was set up to assess the contribution of the varietal factor to this progress. The trial includes the main varieties grown in North Cameroon since 1960.

Material and methods

Experimental treatment

The trial was set up during the 1988/89 season at three substations managed by the Cameroon Institut de Recherches Agronomiques. The statistical treatment at each site was a balanced lattice (3 x 3) with 9 varieties and 4 replicates. The basic plots had a surface area of 45 m² and consisted of three 15-m rows. The middle row, was pro-

tected from neighbouring conditions was the only one used for analysis of the characteristics studied.

Genetic material

The genotypes compared are represented by eight varieties, including two obtained by Cameroon cotton research (NGUYEN, 1986; CHANSELME *et al.*, 1988) and one

line. Eight of the nine genotypes were retained for analysis of production parameters and only seven for analysis of technological parameters. The morphological characteristics of the variety referred to here as "common Allen" correspond precisely to old descriptions of the variety. Its production results are therefore provided here as an illustration of the probable potential of Common Allen. However, as its technological characteristics are fairly different to those attributed to Common Allen in the past, they are not detailed here.

The genetic origin and role of these varieties or lines in the history of cotton growing in Cameroon are shown succinctly in Tables 1 and 2.

Seeds of the old varieties were provided by the Montpellier gene bank and multiplied during the inter-season at the Maroua research station.

Experimental conditions

In comparison with the whole of the cotton zone, which stretches from 11° to 7°40' N between isohyets 600 and 1500 mm, the substations were placed between 10°90' and 8°35' and the rainfall for the season in question was 635 to 1090 mm.

Sowing was carried out on 17 June (Garoua substation), 28 June (Maroua station) and 10 July (Tcholliré substation). This staggering did not disturb the interpretation of the results since in all the cases studied here except for one (germination percentage) the genotype x environment interactions are negligible in comparison with genotype effects.

The cropping schedule was very similar to that recommended by extension today: sowing in holes at 0.3 x 1 m spacing, multinutrient fertilizer (44N 20P 30K at sowing in Maroua and 30N 40P 30K at sowing and 23N as urea on the 40th day at Garoua and Tcholliré) and thinning to a single plant. The plots were kept free of weeds manually throughout cultivation and were protected against parasites by weekly insecticide treatments.

Records and measurements were carried out from in situ observations and laboratory analyses. The data shown here is in four main categories as follows:

Morphological parameters

* Average boll volume was determined from 20 bolls sampled from position 2.1, 2.2 or 3.1 (VCM).

* The plant architecture of 10 plants per basic plot was described by means of the following parameters:

- total height (size);
- height of the first fruit-bearing branches (HPBF);
- internode length between the 5th and 6th fruit-bearing branch on the stem (LENT);
- length of the first internode of the 5th fruitbearing branch (LENBF).

It is not claimed that the two latter parameters provide a full description of cotton plant morphology. They should be considered as indicators of internode length to back up the purely visual observations made elsewhere.

- number of vegetative branches (NBV);
- number of fruitbearing branches (NBF).

Agronomic criteria

Earliness

* Flowering earliness (in days after emergence) is the date on which the cumulative number of flowers is the same as the number of plants in the row (PFM).

* Opening earliness (in days after emergence) is the date on which the number of open bolls is the same as the number of plants in the row (OPCM).

Yield components

* Average boll weight was determined when opening was practically complete after the picking from 15 plants of 3 normally developed bolls in position 1 on a high, medium and low fruitbearing branch (PMC).

* The number of healthy bolls on the whole of the plant (NCT).

* The percentages of bolls on the vegetative branches (%BV) and the fruitbearing branches (%BF).

* The number of bolls on each vegetative branch (NC/BV) and on each fruitbearing branch (NC/BF).

Resistance to jassids and bacterial blight

* Hairiness (Pilos): this ranges from 0 (smooth) to 3 (very hairy).

* Bacterial blight: a number (max 5 on a scale of 0-5 (YEHOUËSSI, 1987)) was awarded to one of the leaves on the five upper stages (10 plants per plot). The statistical results are not shown in the tables as the natural infestation level was low.

Vegetation parameters

* Defoliation: the presence or absence of a leaf was noted at each even-number fruitbearing branch (%FA).

* Shoots at the end of the cycle: visual assessment from 0 (totally defoliated) to 2 (foliage).

* Lodging at the end of the cycle: from 0 (plant perfectly straight) to 5 (plant on the ground) for 10 plants per basic plot.

Technological analyses

The harvests from each basic plot were weighed and a 500g sample of seed cotton was taken and ginned using laboratory roller apparatus (Platt 12") for the statistical processing of the data gathered at each site. The rest of the harvest was saw-ginned to estimate a fibre percentage closer to industrial conditions. Roller gin products were

analysed by laboratories at IRA, Maroua (grain) and IRCT, Montpellier (France) (fibre). The following characteristics were measured:

- * saw ginning yield (%F);
- * roller ginning yield, weight of 100 seeds (SI), fibre index or the weight of fibre on 100 seeds (LI);
- * linter (%lint), seed coat thickness and kernel (%A), oil and protein contents (prot.);
- * germination percentage (Germ) which indicates the proportion of viable seeds, and the germination rate index (IVG): this expresses in days after the start of the trial the rate at which 50% of the viable seeds have germinated (LANÇON and KLASSOU, 1988);
- * length measurements (halo technique, 2.5% SL, 50% SL) and uniformity (UR%);

- * tenacity (T1), elongation (E1);
- * micronaire index (IM), maturity (PM%), standard fineness (Hs);
- * colorimetry: yellowness index (+b) and reflectance (Rd);
- * tenacity of a 27 tex thread calculated using a regression formula devised by GUTKNECHT (1984) and corrected for Cameroon:

$$T_{27 \text{ tex}} (\text{cN/tex}) = 7.45 + (0.029 \times T1 \times 50\% \text{ SL}) - 0.49 \times \text{IM}$$
- * regularity was measured on a 27 tex thread after spinning saw-ginned fibre on a miniature continuous ring spinner. Thin and thick points and neps were counted with an Uster apparatus. The overall uniformity parameter was calculated using the Uster (U%).

Results

Productivity

Because of the limited number of situations, the production figures shown in Table 3a are not as accurate as those usually drawn from varietal evaluation trials. Indeed, to be credible, multisite trials should be carried out for several years at a large number of sites and under conditions as close as possible to real conditions (LANÇON *et al.*, 1989a). In addition, the technical procedure used limits interpretation to the context of this trial, which does not claim to reflect the cultural or environmental conditions under which the old varieties were extended.

However, the results for the varieties discussed in this article (Table 3b) can be compared with the average results of the same varieties reported from 1955 in the multisite network using common Allen as standard. As cultivation techniques and geographical distribution of cotton production have changed considerably since the 1950s, the underlying hypothesis of the additivity of the effects backing up the calculation can be criticised.

However, an idea of the genetic progress made with the technical progress monitored in the trial can be obtained by taking both types of results into account simultaneously. It can thus be seen that replacing the Common Allen variety by IRMA 1243 probably enabled a production increase of 45 to 50%. The late sowing conditions in the Tcholliré trial and to a lesser extent at Maroua certainly partially account for the fact that the progress recorded for the intermediate varieties was not as steady as in the indirect assessment shown in Table 3b.

The information on certain yield components drawn from the 1988 trial are easier to interpret. They are more heritable than yield itself and so interaction with the environment is small and they display the trends aimed at by the breeder.

As regards boll weight and volume (Table 4), only one variety with very large bolls (BJA 592) and one with very

small, dense bolls (Allen 333) have been put on the market. In spite of the considerable improvement in phytosanitary protection achieved by the extension of ULV type spraying, most varieties have bolls of medium size and density. In the USA, breeding for yield has also resulted in cultivars with small bolls (MAUNEY, 1979 and THOMSON, 1979, mentioned by HEARN and CONSTABLE, 1984). It is possible that breeding for ginning outturn led to discarding genotypes with large seeds and thus indirectly affecting cotton plants with large bolls (HAU, personal communication).

Although the number of bolls per plant (Table 4) is difficult to interpret, it can nevertheless be seen that there has been some increase in the proportion of production borne by the fruit-bearing branches at the expense of the vegetative branches. However the most recent variety (IRMA 772), presented mainly to illustrate its fibre characteristics, has bolls mainly on the fruitbearing branches, like Common Allen and it showed low production potential under the conditions of the trial. As a whole, the number of bolls borne by each type of branch varies little. The older types appear to be slightly more dense than the modern ones.

Morphology and lodging (Appendix, Tables 4-6)

After the Common Allen type which has features in common without the IRMA 772 line (short, sparse morphology without vegetative branches) came Allen 333, which is closer to the varieties cultivated today (although the branches are somewhat sparse, it is fairly high with a low first fruitbearing branch), and the BJA type (medium-sized but whose development is more vegetative with a high first fruitbearing branch, long internodes and numerous vegetative branches), and then morphologically more balanced types with 15 to 20% of production from vegetative branches. The latest varieties marketed include IRCO 5028 with a tall slender habit with a semi-cluster trend.

Under the trial conditions at Sanguéré, we noted a slightly more marked tendency to lodge in certain genotypes: IRMA 772, whose stem seems to be somewhat fragile for production concentrated mainly on the fruitbearing branches, L 142-9 and BJA 592 which, in contrast with 772, display strong vegetative growth.

Hairiness (Table 5)

The first practically hairless cotton varieties (Common Allen) were subject to strong attack by jassids in the early days of cotton growing. Plants were sometimes completely lost. Steady attention has been paid to the problem since Common Allen was replaced by Allen 151.

The progress made in insecticide treatment has controlled pullulation of this sucking insect from the first sprayings onwards. However, a minimum degree of hairiness is sought (1.5 to 2 points); this is enough to protect plants from severe attack at the beginning of the growth cycle.

Earliness (Table 5)

This characteristic has never been considered as a priority and most of the varieties tested had similar flowering and opening earliness. It is commonly agreed that earliness is a handicap in a normal year if the whole of the cotton growing zone is used as reference. It results in a shorter cycle, more grouped flowering and finally a loss of buffer resources with regard to climatic problems and hydric stress in particular. It is thus completely normal that there should have been little improvement in earliness in recent cultivars.

Bacterial blight (Table 6)

Although the results for sensitivity to bacterial blight (natural infection) did not reach the threshold of statistical significance, it would appear that Common Allen and, to a lesser extent, IRMA 772 displayed the least serious symptoms with regard to the present race.

Vegetation characteristics (Table 6)

These descriptors have only become part of breeders' selection criteria very recently. They demonstrate the contribution of varietal selection to the efforts made by researchers to control the populations of sucking insects which pullulate on non-harvested cotton plants at the end of the growth cycle.

The oldest variety has an undeterminate growth habit. It defoliates slowly and numerous shoots grow after the end of the rainy season. In contrast, BJA 592 and IRMA 1243 have more determinate cycles with rapid, early defoliation and limited shoot growth at the end of the cycle.

Ginning outturn (Table 7)

This characteristic displayed the most spectacular in-

crease in our sample: 7 points in 28 years, i.e. an annual increase of 0.25%. This improvement in ginning outturn has resulted in an increase in the amount of fibre on each seed (50 to 67 mg, i.e. approximately + 30%) rather than a decrease in seed size.

Except for the fall in yield of BJA 592 and Allen 333, which is justified by an increase in field production (Table 3b), progress has been steady and has certainly not stopped. This consistent trend demonstrates the importance that breeders have awarded to the improvement of this character.

Until recently, increasing fibre yield per unit area cultivated was a priority for development companies in cotton growing in francophone Africa. It involved both an increase in field productivity and improvement in % fibre resulting from the heritability of this character.

Seed technology (Tables 7 and 8)

In contrast with what might be expected from the increase in ginning yield, the seeds of today's varieties are not smaller than those of older types. However, they are less thickly coated and faster to gin (quantity of fibre per unit of time).

With the exception of BJA 592, whose poor germination percentage may be caused by a high linter percentage (HAU, personal communication), all the varieties had similar germination capacities. Rate of germination was also similar, although it seemed to be affected by the percentage of kernel in the seed. These varieties also had comparable oil and protein contents.

Fibre technology (Tables 9 and 10)

Selection work can be seen more in increased 50% SL length than in 2.5% SL length (Table 9). It is noted however that the replacement of BJA 592 by L 142-9 and then by IRMA 96+97 in the Extreme North gained 1/32" to 1/16". Likewise, replacing IRCO 5028 by IRMA 1243 resulted in an increase of about 1/32". However, breeders generally conserved the fibre length and concentrated on improving fibre uniformity.

It is interesting to note the considerable over-estimation of the length of cultivars BJA 592 and L142-9 with the halo method. This has already been described by LANÇON *et al.* (1989b) and demonstrates the inherent bias in any method of measurement. If it is accepted that the halo method gives an estimate closer to pulling length (used in fibre classification) than 2.5% SL, this over-estimation may partly account for the good reputation of BJA 592 and L142-9 in cotton marketing services.

Fairly distinct progress has also been made in tenacity and fibre elongation (Table 10). Stelometer measurements of varietal sequences in the Extreme North and Northern provinces show gains of 1.5 and 1.9 points (tenacity) and 0.4 to 1.5 points (elongation) respectively. It can be noted

that the IRMA 772 line (close to the present ideotype as regards technological qualities), possesses high strength and satisfactory elongation (although slightly less than the ideal - which can probably be achieved in time).

It should also be noted that the high Pressley strength of variety L 142-9, which made its commercial reputation, did not give high stelometer tenacity in this trial. Two factors may account for this deviation between the traditional evaluation of strength in the trade and the more objective stelometer strength measured here:

- mediocre elongation, since according to GUTKNECHT (personal communication), Pressley strength is negatively correlated with elongation;

- soil and climate effects, since in the past this variety was cultivated in the Extreme Northern Province and gave fibre with greater tenacity and less elasticity than that of the North.

Maturity and fineness are shown in Table 10. Until recently, the micronaire index was the only reference for fibre maturity. As the aim was a micronaire of 4 or more, all the varieties grown in Cameroon met spinners' requirements perfectly. The technologists (LORD, 1961) then showed that the micronaire index was an ambiguous characteristic which measured both the intrinsic fineness of the fibre and its degree of maturity; a fibre with a given micronaire may be mature and fine (IRMA 772) or, on the other hand, coarse and not very mature (BJA 592). The two parameters were therefore taken into account independently. Maturity has been improved distinctly for a more or less steady micronaire compensated in recent varieties by distinct improvement in intrinsic fineness.

Discussion

This rapid overview of cotton varieties shows that the notion of ideotype has changed considerably during the history of breeding and covers a set of agronomic and technological characteristics whose definition varies in complexity. The successive objectives in fibre technology are clear. During the period running from the extension of common Allen to that of IRMA 96+97 the ring-spinning covered the whole of the market. Priority was then given to improving the fibre percentage, slightly increasing length (11/16") and keeping the micronaire index (considered as a maturity index by the trade) over 4.

The development of the market for fibre for open-end spinning, the sales difficulties throughout the cotton sector and the spread of new measurement parameters led to considerable changes in objectives (HAU, 1989). Fibre percentage remains an important feature, but fineness, tenacity and uniformity are becoming priority features. The IRMA 772 line is an illustration of one of the possible modern technological ideotypes. Almost all the quality objectives have been attained: ginning outturn, length, uniformity, tenacity, fineness and maturity. Only elonga-

tion is somewhat inadequate, although the figures are honourable.

Yarn technology (Table 11)

Colorimetry (Table 10) intervenes at an advanced stage of varietal choice and it is not of decisive importance. Small variations have been observed since the replacement of Allen 333.

Yarn strength (Table 11) calculated using the regression formula devised by GUTKNECHT (1984) has increased by 1 cN/tex in comparison with Allen 333, the oldest variety taken into account. The improvement is the result of simultaneous increases in tenacity and average fibre length.

Regularity parameters (Table 11) measured on 27 tex yarn have not played an important role in the final choice until recently since they are involved at a late stage in varietal selection. Although the number of thin points per km of yarn differs little from one variety to another, there are considerable differences in thick points and neps. The two parameters appear to discriminate between varieties in the same way.

Two clearly different groups emerge: a group of three varieties with numerous thick points and neps (Allen 333, L 142-9, IRMA 1243) and a group of four varieties with fewer neps (BJA 592, IRMA 5028, IRMA 96+97, IRMA 772). GUTKNECHT's observations (1989) show that the neps (USTER) are correlated with the number of seed coat fragments. Some of the varieties which used to be marketed thus probably displayed the considerable amount of seed coat fragments seen today in IRMA 1243.

It is more difficult to specify a productivity ideotype. The yield is the result of a population of individuals which interact with each other. Yield components thus depend on physiological phenomena at the level of each plant but which react to environmental variations. The parameters related to the effectiveness of physiological mechanisms have never been used by breeders since they are too complex to handle or do not have a sufficiently direct relationship to yield. However, these physiological balances can be approached in a given environment by optimising plant architecture and cultivation density to achieve a crop cover which makes the most of the available resources and produces as much as possible at the lowest cost to the ecosystem (maintenance of fertility). The varieties described in this article have a few common features which are generally characteristic of African varieties. They are fairly tall with fairly sparse branches and a few vegetative branches. They are not very early and flowering and production are spread out (not very "distinct").

However, closer examination cannot define precise selection objectives for a morphological ideotype suited to cotton growing in North Cameroon. The productivity of IRMA 1243 indicates a well-balanced phenotype, but no reasoned line of construction of this ideotype can be seen in the architecture of the older varieties.

It can be seen a posteriori that in the absence of objective, steady morphological objectives, the selection pressure exerted on the technological characteristics may have resulted in involuntary modification of certain morphological characteristics. For example, progress in fibre percentage certainly led to counter-selection of genotypes with large seeds and large bolls.

The varietal creation methods used to date (MERITAN *et al.*, 1989) have enabled detection of correlation ruptures while ensuring steady genetic progress. Most of them are based on a variability creation phase using crosses followed by pedigree selection.

Examination of the lines of the varieties grown in Cameroon (Table 2) shows that all the productive crosses (i.e. which have led to a commercial variety) originated in a suitable genetic base (Allen, IRCO 5028) recombined

with complementary varieties (Figure 1). This strategy is not very adventurous and is suited to a plant as complex as cotton. As can be seen from the results presented here, it is effective insofar as it operates on parameters controlled to a considerable extent by heritability consisting of additive genetic effects (LANÇON, 1987; NGUYEN *et al.*, 1989). Genetic progress, with improvement in comparison with a control, moves in short steps.

Table 2 also shows that the process leads to erosion of the genetic base. The first varieties extended were derived from a broad genetic base (Allen, N'Kourala). When this was exhausted, the resources were enriched by the introduction of American types to form the 1970s varieties. Today, the most fruitful crosses are from related parents. The selection strategy described pays hardly any attention to attempts at broadening the initial genetic base since the types which are too far removed from the local ideotype systematically produce progeny doomed to failure.

Under these conditions, there is a considerable risk of a selection cul de sac in the medium term. There is awareness of this, since variability producing recurrent selection programmes have been started in recent years in addition to the classic varietal selection programme (Figure 2).

Conclusion

The trial showed that there has been steady, spectacular improvement of numerous characteristics in the varieties grown in North Cameroon throughout the history of cotton growing. Progress has been noteworthy in fibre percentage but has also concerned technological characteristics such as tenacity and intrinsic fineness. Productivity has also improved considerably.

It is particularly interesting to note the simultaneous improvement of negatively correlated characteristics: ginning outturn and fibre length or seed weight, tenacity and elongation and tenacity and productivity. This is promising for the future of cotton breeding.

With regard to productivity, cotton appears to be able to match fairly different conceptions of ideotype. The sample of varieties studied included an IRMA mark not hinted at by the other varieties, which are of varied origin (Chad, Central African Republic, Côte d'Ivoire). But can it be concluded that it is not possible to define a morphological ideotype and that these deviations from the ideal are negligible in the achievement of yield?

It would appear more opportune to consider that in the absence of a sufficiently clear line of conduct, the breeder's eye is not a guarantee of biological effectiveness. In fact, each variety is the result of a compromise between the requirements of each breeder (who has a personal, pragmatic image of the ideotype) and the limits of the flexibility of the initial material (Figure 4). A large proportion of the data used to define the ideotype is not available in

everyday selection work and the breeder is obliged to fix his own procedure empirically when he makes choices in the field. This is a makeshift procedure, but if it is not used the final phase of varietal creation would be encumbered by a large number of morphologically "aberrant" lines to be discarded summarily.

The need for a more rational definition of an ideotype has been stressed by HAU (1989). Basing their research on genotype x crop density trials in Côte d'Ivoire, HAU and GOEBEL (1986; 1987; 1988) deduced a number of fructification parameters to be taken into account in selection for the reference environment.

Studies of the same type extended to a broader range of morphological types and cultural or ecological situations, with reference to American models of yield selection (COTSIM by GUTIERREZ *et al.*, 1975; GOSSYM by BAKER *et al.*, 1976; COTCROP by JONES *et al.*, 1980) or the morphogenesis model developed by DE REFFYE *et al.* (1988 and 1989), should lead to improvement of our understanding of yield factors in cotton and to isolate those accessible to the geneticist. They should also contribute to a more accurate definition of the criteria which will enable breeding work to make genetic progress in productivity ginning outturn and fibre technology.

The success of any attempt at genetic improvement is also based on reasoned use of the genetic variability available. The usual procedure, shown in Figure 1, has proved its effectiveness in the initial genetic context.

However, it seems in the long run to be leading to a deterioration of variability which compromises the chances of maintaining significant long-term genetic progress. The varietal creation process should therefore be modified to profit more from the attempts at broadening the genetic base by the acclimatisation of recombined genotypes.

For this, the varietal creation procedure used in Cameroon has been modified by the introduction of a buffer population subject to recurrent selection (alternating choice

and panmixia phases) and constituted between the creative variability phase and the ss st varietal creation phase (Figure 3). This strategy should make it possible to conserve in this population agronomic and technological qualities compatible with the obtaining of commercial lines and also increase recombinant frequency. This evolutive selection procedure is comparable to that used successfully in Côte d'Ivoire (GOEBEL *et al.*, 1979) for nearly 30 years (HAU, 1988), but it leaves more room for the expression and maintaining of genetic variability.

Appendix. 1988-1989 genetic progress trial.

Description of the varieties tested (Sanguéré, 14.10.1988, 2 replications and Tcholliré, 4.11.1988, one replication)

Common Allen

Habit: rather short, slightly dense pyramid
Vegetation: medium dense
Stem: fairly slight hairiness
Internodes of fruitbearing branches: fairly short
Leaves: fairly large (3 to 5 lobes), thin lamina, surface fairly flat, very slight hairiness
Bracts: medium-sized and slightly narrow
Bolls: round and slightly tapered with 4 or 5 locks and a pointed mucro on a medium-sized pedoncle

A 333

Habit: high in a broad pyramid
Vegetation: fairly open
Stem: fairly hairy
Internodes of fruitbearing branches: medium-sized
Leaves: fairly small (3 to 5 lobes), thick lamina, surface fairly flat, fairly hairy
Bracts: medium-sized with balanced dimensions
Bolls: round with 4 or 5 locks and a pointed mucro on a medium-sized pedoncle

BJA 592

Habit: fairly high in a broad pyramid
Vegetation: fairly dense
Stem: fairly hairy
Internodes of fruitbearing branches: medium-sized
Leaves: fairly large (3 to 5 lobes), thick lamina, flat surface, very hairy
Bracts: variable size, fairly broad
Bolls: slightly conical, tapered shape with 4 or 5 locks, no mucro, on a fairly long pedoncle

L 142-9

Habit: medium-sized in a broad pyramid
Vegetation: medium density
Stem: slightly hairy
Internodes of fruitbearing branches: fairly long
Leaves: medium-sized (3 to 5 lobes), thin lamina, surface fairly flat, slightly hairy
Bracts: medium-sized, fairly narrow
Bolls: round and tapered with 4 or 5 locks and a pointed mucro on a fairly short pedoncle

IRCO 5028

Habit: fairly high in a narrow pyramid
Vegetation: fairly dense
Stem: medium hairiness
Internodes of fruitbearing branches: fairly short
Leaves: fairly large (3 or 5 lobes), medium lamina thickness, surface fairly flat, very hairy
Bracts: medium-sized with balanced dimensions
Bolls: round and tapered with 5 locks and a small mucro on a long pedoncle

IRMA 96+97

Habit: fairly high in a broad pyramid
Vegetation: dense
Stem: fairly hairy
Internodes of fruitbearing branches: medium-sized
Leaves: medium-sized (3 or 5 lobes), thin lamina, corrugated surface, very hairy
Bracts: medium-sized with balanced dimensions
Bolls: round and conical, usually with 5 locks and a little-developed, pointed mucro on a fairly short pedoncle

IRMA 1243

Habit: high in a broad pyramid
Vegetation: medium density
Stem: medium hairiness
Internodes of fruitbearing branches: medium-sized
Leaves: medium-sized (3 or 5 lobes), lamina of medium thickness, flat surface, very hairy
Bracts: medium-sized with balanced dimensions
Bolls: round and conical, usually with 4 or 5 locks and a pointed mucro on a medium-sized pedoncle

IRMA 772

Habit: medium-sized column shape
Vegetation: fairly light
Stem: slightly hairy
Internodes of fruitbearing branches: fairly short
Leaves: small (5 lobes), fairly thick lamina, somewhat corrugated surface, very slightly hairy
Bracts: fairly large with balanced dimensions
Bolls: round and tapered, with 5 locks and a pointed mucro on a short pedoncle

(1) Note : The term "fairly" refers to an intermediate position between medium and the adjective used.

Balance de los adelantos genéticos obtenidos mediante la investigación sobre el algodón en el Norte de Camerún de 1980 a 1988

J. Lançon, J.L. Chanselme y C. Klassou

Resumen

Seis variedades de algodónero, vulgarizadas en el Norte de Camerún desde 1960 durante varios periodos, y una línea pura obtenida recientemente han sido estudiadas durante la campaña 1988/89, en tres localidades de la zona algodонера

Si se comparan las cualidades técnicas de los cultivares emitidos en 1988 en las dos zonas algodoneeras con las evaluaciones técnicas de las variedades antiguas, el estudio muestra que los adelantos son importantes tanto en cuanto a la productividad (+ 45 %) respecto de la variedad Allen Común como al rendimiento al desgrane (+ 42 % a 5,3 puntos respecto de la variedad Alien 333) y la calidad de la fibra (+ 1 a 2/32 inch de longitud ; + 1,5 a 2 puntos de uniformidad ; + 1,5 a 2 g/tex de tenacidad estelométrica 0,5 a 1,5 punto de alargamiento, y + 1,2 CN/tex de resistencia del hilo).

Estos adelantos no han sido obtenidos en detrimento de la calidad de la semilla y, en general, se pudo superar las correlaciones genéticas negativas observadas en el material inicial.

Se pudo mejorar puntualmente ciertas características

agronómicas (pilosidad, velocidad de defoliación). En este campo se observa una tendencia evolutiva hacia tipos morfológicos de cápsulas más bien pequeñas y de densidad mediana que parten de las ramas vegetativas hacia las ramas fructíferas.

Sin embargo, resulta difícil identificar con precisión un ideotipo morfológico, para los seleccionadores, que permita explicar la importancia del adelanto genético en productividad.

Se hace hincapié en las necesidades, para el seleccionador, de basarse en un ideotipo morfológico bien definido en un medio de cultivo dado, y se discuten los objetivos de la investigación.

Después de hacer un examen crítico de la estrategia de creación de variedades utilizada en el Norte de Camerún, se propone un esquema susceptible de engendrar un progreso técnico a más largo plazo, en el que se integra la selección recurrente.

PALABRAS CLAVE : algodón, *Gossypium hirsutum*, adelantos genéticos, Camerún, estrategia de selección, ideotipo.