Les industries de l'alimentation animale, n° 336, oct. 1980.

Le point actuel sur la sélection des variétés riches en protéines à l'INRA

par

P. BEZOT

Bureau de Gestion des Variétés
INRA - VERSAILLES
Route de Saint-Cyr
78000 Versailles

Trois types de productions végétales sont sources de protéines :

1) **Les productions fourragères,** notamment légumineuses, à teneur faible mais qui, couvrant en France 18 millions d'ha environ, fournissent la plus grande masse totale de protéines.

Des pratiques agricoles mal maîtrisées, des connaissances insuffisantes sur la gestion de l'herbe et du pâturage, des difficultés de conservation et d'utilisation du produit, une vulgarisation difficile et insuffisante, un effet antagoniste de l'agriculture industrielle font que cette ressource — et notamment les 13 millions d'ha de prairies naturelles — est mal exploitée.

La sélection, qui doit porter sur la qualité de l'ensemble des organes verts de la plante (tiges + feuilles), est plus difficile que pour les espèces où l'amélioration de la qualité concerne un seul organe (fruit ou graine).

L'I.N.R.A. a sélectionné une variété de luzerne (« Lutèce ») à teneur en protéines supérieure de 5 % à celle de la variété européenne la plus cultivée ; cette variété couvre environ 5 % des surfaces en production.

2) **Les espèces dites protéagineuses,** naturellement riches en protéines (25 à 50 % de la matière sèche), tels que soja, lupin, pois, féverole, colza, tournesol.

Il est logique de chercher à les développer avant d'améliorer les espèces pauvres. Elles couvrent actuellement entre 5 et 600.000 ha au total.

Les recherches portent surtout sur le comportement agronomique, la précocité, la physiologie de la plante, les résistances aux maladies, l'adaptation de variétés étrangères les plus directement utilisables.

Les programmes de création variétale plus originaux sont à long terme pour **le soja et le lupin ;** il faut apprendre à cultiver la plante et apprendre à utiliser le produit en ce qui concerne le lupin.

La culture des **pois et féverole** est plus fiable ; la sélection est efficace et soutenue par les pouvoirs publics ; effectuée en collaboration entre recherche publique et recherche privée, elle doit permettre de faire des progrès variétaux importants à relativement court terme, grâce, notamment, à des variétés d'hiver permettant une meilleure maîtrise des conditions de production et possédant une bonne résistance au froid. A noter que les variétés de printemps qui sont surtout cultivées actuellement donnent satisfaction.

L'utilisation des protéines **du colza et du tournesol** est, comme celle du soja à l'origine, un sous-produit de leur utilisation première, l'huile. La sélection en est plus ancienne et très efficace ; elle porte plus sur l'élimination de facteurs antinutritionnels dans le tourteau que sur un accroissement de la teneur en protéines ; les premières variétés de colza sans glucosinolates devraient apparaître sur le marché d'ici deux à trois ans.

3) Restent les espèces agricoles majeures, à savoir **les céréales,** qui couvrent environ 10 millions d'ha, et pour lesquelles l'I.N.R.A. met en œuvre différents programmes d'amélioration variétale de la teneur et de la qualité des protéines, ce chez le maïs, le blé, l'orge, l'avoine.

Il faut savoir que chez ces espèces, et d'une manière très générale :

— la teneur en protéines se situe au niveau de 10-15 % de la matière sèche (fig. 1) ;

— il y a **corrélation négative significative** entre rendement/ha et richesse en protéines (fig. 2) ;

O.R.S.T.O.M.
Fonds Documentaire
N° : 84/80/00676
Cote : B
ex 1
Date : 15 OCT. 1981

QUELQUES CARACTERISTIQUES DES CEREALES A PAILLE
(d'après les données de MM. COTTE et MARIE)
* données de Clermont-Ferrand

Espèces		Rendement cultural q/ha	% DE MATIERE SECHE				Rendement	
			Glucides totaux	Lipides totaux	Protides totaux	Lysine	en protéines kg/ha	en lysine kg/ha
Blé tendre	M	65	75	2,4	12	0,3	780	19,5
	F	60 - 70	72 - 77	2,1 - 2,6	11 - 13	0,2 - 0,5	—	—
	O	80	—	—	15	0,5	1.200	40
Blé dur	M	50	78	2,2	14	0,4	700	20
	F	40 - 60			13 - 15	0,3 - 0,6		
	O	60			17	0,6	1.020	32
Triticale	M	= au blé tendre	= au blé tendre	= au blé tendre	13	0,4	845	26
	F				12 - 14	0,3 - 0,5	—	—
	O				15	0,5	1.200	40
Orge (Hiv) vêtue	M	60	66	2,1	11	0,4	550	20
	F	45 - 65			10 - 13	0,3 - 0,5		
	O	70			14	0,7	980	44
(Pps)	M	50	68	2,1	12	0,4	540	18
	F	40 - 60			11 - 14	0,3 - 0,5		
	O	70			15	0,8	1.050	56
Orge nue	M	45	76	2,4	12	0,4	540	18
	F	40 - 50	70 - 80		10 - 14	0,3 - 0,5		
	O	55			16	0,8	880	44
Avoine vêtue	M	50	55	3,5	10	0,2	500	10
	F	40 - 60	50 - 60	2,5 - 4,0	9 - 12	0,15 - 0,5		
	O	60			12	0,5	720	30
nue	M	33		4,0	13	0,5	429	16,5
	F	30 - 35			10 - 16	0,4 - 0,6		
	O	35			16	0,6	560	21,0
Seigle	M	60	73	2,2	11,5	0,5	690	25
	F	40 - 65	70 - 76		10,5 - 12	0,35 - 0,55	—	—
	O	75			13	0,6	780	30
Riz cargo	M	35	77	2,3	9	0,29	315	10,5
	F	30 - 40		1,8 - 2,8	7,6 - 10,4			
	O	40						
Riz blanchi	M	27	80	0,4	8,2	0,23		
	F	25 - 30		0,3 - 0,6	6,9 - 9,6			
	O	30						

Figure 1

M : moyenne } des variétés actuellement cultivées
F : fourchette }
O : objectif pour le rendement ou une teneur particulière.

— la variabilité génétique naturelle de la teneur en protéines, dans une espèce donnée, est faible, et ce d'autant plus que le niveau de rendement est élevé ;

— les effets lieu et année de production, fertilisation et conditions de récolte masquent souvent la richesse intrinsèque de la variété.

Il est donc évident qu'il est extrêmement difficile de sélectionner de bonnes variétés riches en protéines ; c'est pourquoi, d'ailleurs, il n'y a pratiquement pas de sélec-

pp. I7 à 20 : publicités

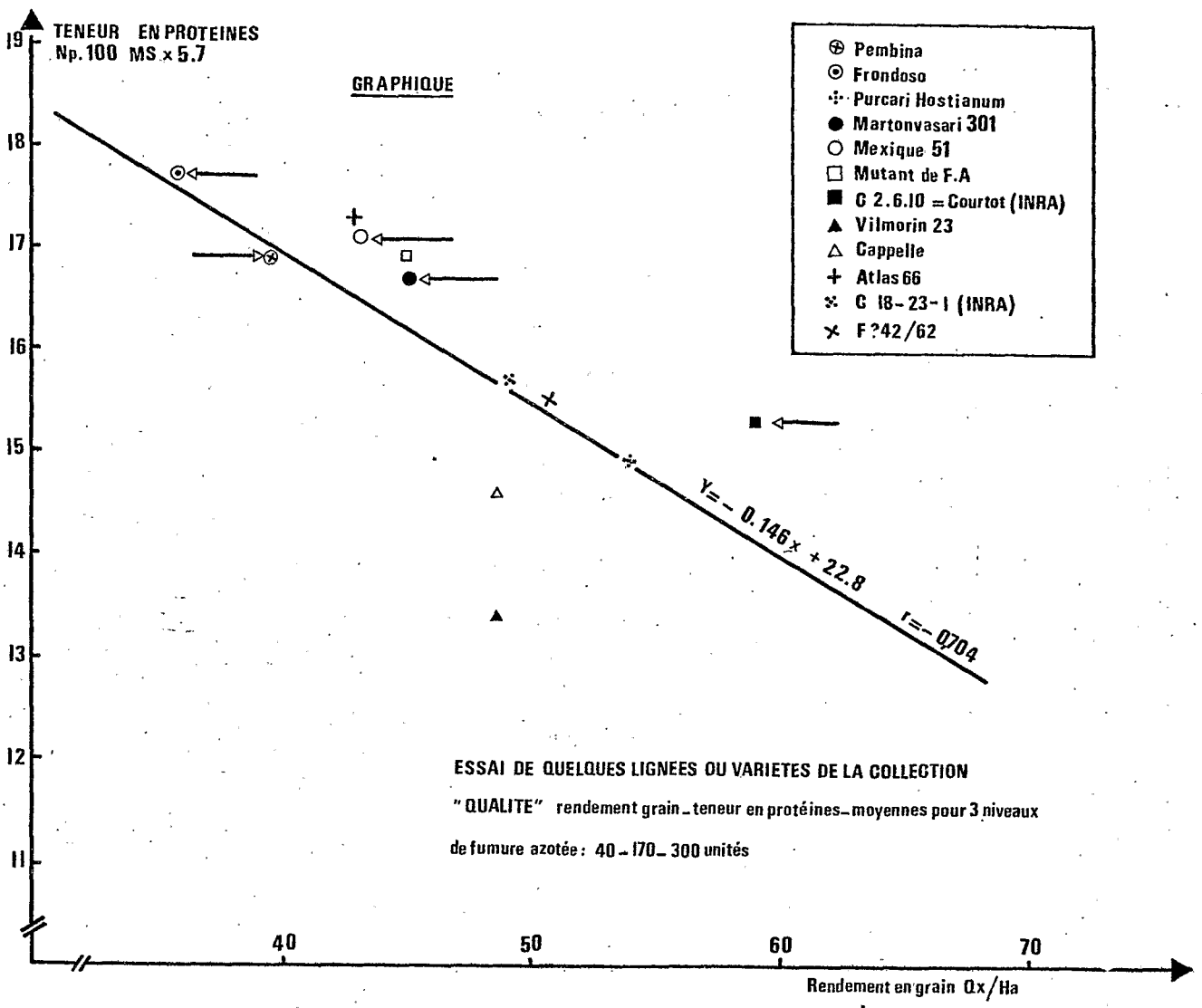

Figure 2

tion privée sur ce thème qui n'offre qu'une faible rentabilité.

Les programmes ont d'abord porté sur l'introduction, dans les variétés, de gènes connus pour leur effet « richesse en protéines » ou « teneur élevée en lysine ». Les résultats ont été généralement décevants car, simultanément, l'effet « diminution du rendement » était trop important.

Puis on s'est orienté vers l'accroissement de la variabilité génétique par création de matériel de départ rassemblant une large gamme de cultivars, d'origines très diverses, offrant prise à une sélection efficace, et aussi par mutagénèse. Il s'agit là, bien sûr, de programmes de longue durée.

On peut noter ici que, dans des pays comme le nôtre, il est plus important d'augmenter la richesse en protéines des céréales que la teneur en lysine. En effet, ce dernier caractère est très difficile à sélectionner et, par ailleurs, on peut disposer de lysine de synthèse.

Existent aussi des programmes d'amélioration de la valeur énergétique, notamment chez l'orge et l'avoine par diminution de la partie cellulose ou lignine, ainsi que des programmes conduisant à l'élimination d'éventuelles substances antinutritionnelles.

En 1980, quel est le bilan des travaux I.N.R.A. ?

MAIS :

a) **Pour les grains :**

Le géniteur I.H.P. a permis la création de lignées (F 230 notamment) conduisant à l'hybride « Bruex », inscrit au catalogue officiel début 1980, ayant 15 % de plus de protéines (+ 1 à 2 points) que la variété très connue LG 11, avec un rendement à l'hectare de même niveau (fig. 3). La lignée F 230 a été fournie en 1977 aux sélectionneurs privés pour introduction dans leurs programmes de croisements.

L'étude systématique de nom-

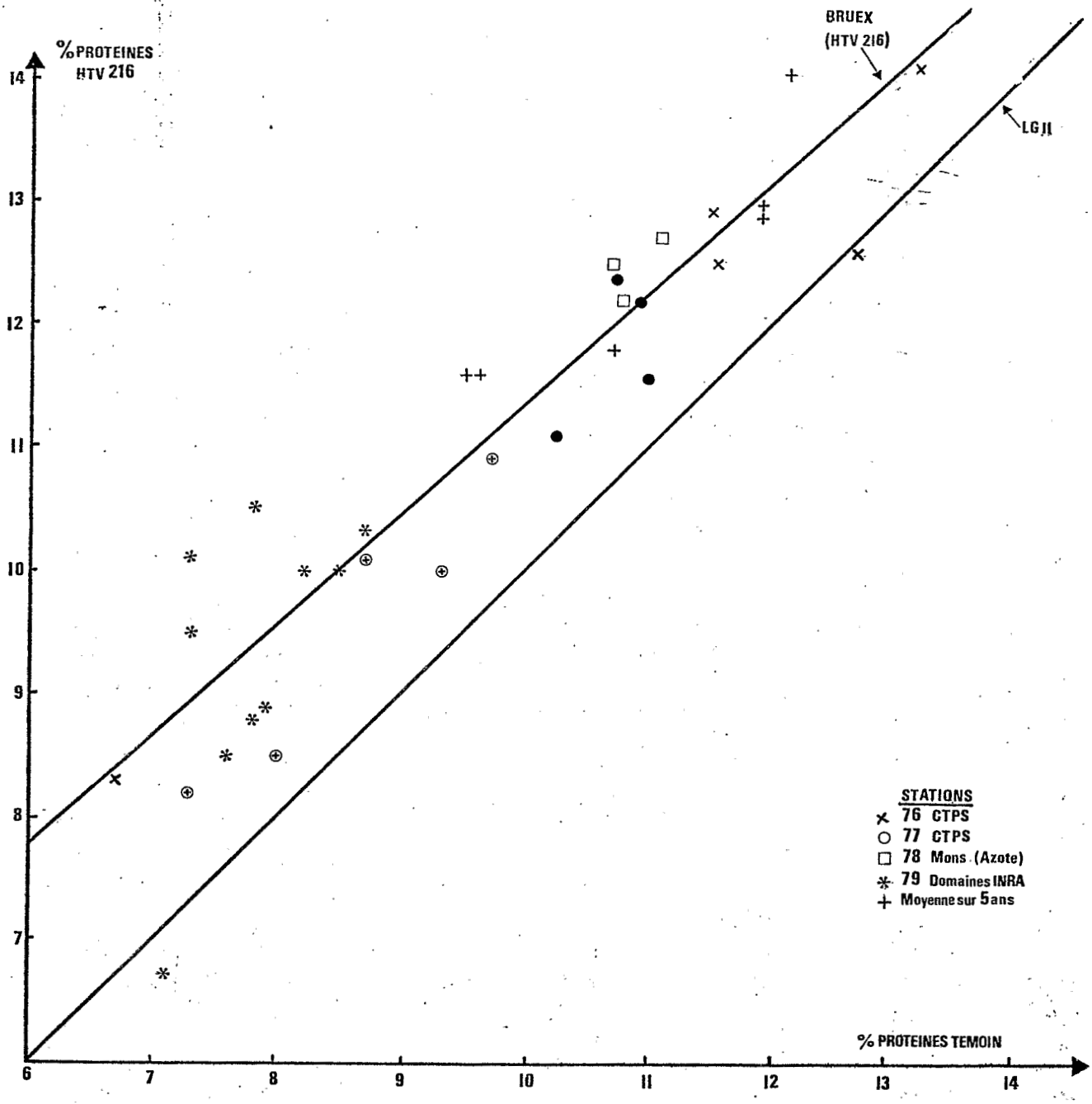

Figure 3

breuses lignées a montré une variabilité allant de moins de 10 % à plus de 20 % de protéines ; mais cette variabilité est beaucoup moins forte au niveau des hybrides (9 à 13 %).

Des synthétiques de départ ont été constitués et donnent lieu à des sélections réciproques récurrentes qui offrent des perspectives intéressantes.

Des lignées radiomutantes à teneur élevée ont été obtenues et sont introduites dans les programmes de croisement.

b) **Pour le fourrage :**

L'amélioration de la qualité nutritionnelle a été entreprise par création de matériel (populations, lignées, hybrides) à faible teneur en lignine se traduisant par un accroissement très net de la quantité consommée et une nette supériorité de croissance chez les bovins ; malheureusement, le matériel actuel — qui commence à exister au niveau d'hybrides cultivables — est plus sensible à la verse et un peu moins productif ; des types agronomiquement plus performants sont à attendre prochainement. Toute-

fois, le passage en vulgarisation de ces types se heurte à une certaine inertie (ce type de maïs est un véritable fourrage ; il s'apparente plus à la production d'herbe qu'à la production de grains à laquelle sont habitués les producteurs céréaliers habituels) ; il se heurte aussi à des contraintes d'ordre réglementaire.

BLE :

Il est évidemment important d'augmenter le taux de protéines de cette céréale majeure ; mais il faut se rappeler que l'on obtient le même gain de rendement protéines/ha en augmentant de 10 % le rendement grain d'une variété classique, qu'en augmentant de 1,5 point la teneur en protéines.

La variété « Courtot », classée par ailleurs « en observation pour la recommandation » par la Meunerie française, a une teneur élevée et, en bonnes conditions de culture, peut fournir une tonne de protéines/ha. Cette variété I.N.R.A., qui ne couvre qu'une trentaine de milliers d'ha, est utilisée comme géniteur dans les programmes de sélection de la plupart des sélectionneurs privés.

La variété « Roazon », qui couvre près de 10 % de la sole blé française, s'avère avoir à la fois des valeurs protéiques et énergétiques particulièrement élevées.

Par ailleurs, ont été rassemblées des collections de variétés de toutes les origines mondiales, avec une variabilité naturelle de 11 à 18 % de protéines à partir desquelles sont engagés des nouveaux cycles de sélection.

ORGE :

C'est sur cette espèce que les travaux d'amélioration de la qualité nutritionnelle ont été les plus importants. L'objectif est d'augmenter de 2 à 3 points la teneur en protéines (passant de 11 à 14 % de la matière sèche) et de 1 point la lysine (passant de 3 - 3,5 à 4 - 4,5 % de la protéine totale). Un grain ayant 14-15 % de protéines avec 4-5 % de lysine couvrirait les besoins énergétiques et protidiques des porcins et des poules pondeuses.

Parmi les variétés I.N.R.A. présentées à l'inscription au catalogue officiel, un type d'orge à deux rangs a un rendement protéines/ha supérieur de 20 % à celui de la variété Alpha. Un autre type, à six rangs, a un rendement brut supérieur de 30 % à celui d'Alpha, avec 12 % de protéines.

L'utilisation de lignées exotiques, à teneur élevée (15-20 %) a donné des résultats décevants. La recherche porte actuellement sur l'accumulation de gènes favorables et sur l'efficacité de l'accumulation de l'azote dans le grain.

En revanche, la sélection pour un taux plus élevé de lysine est abandonnée à la suite des échecs enregistrés malgré l'utilisation de gènes réputés favorables.

Par ailleurs, un important travail de création d'orges à grain nu est entrepris ; la concentration énergétique est augmentée, ainsi que la teneur en protéines, grâce à la diminution de la cellulose. De telles lignées sont bien utilisées en alimentation des volailles, jusqu'à 30 % de la ration. Mais les grains nus sont fragiles et il faut corriger ce défaut si l'on veut envisager une large utilisation de telles variétés, dont certaines, en pré-expérimentation, donnent un rendement égal à 90 % du rendement en grain vêtu d'Alpha, ce qui est très favorable.

AVOINE :

En forte régression, cette espèce a pourtant une valeur nutritionnelle très intéressante, comparable au maïs pour l'énergie, meilleure pour la teneur en azote et la composition protéique.

Les travaux sont très limités actuellement et, en matière de qualité, ont surtout porté sur la création de types à grain nu qui présentent malheureusement un rendement brut inférieur de 25-30 % (différence due à la seule absence des enveloppes) à celui des variétés à grains vêtus. Il faudrait que la différence de prix tienne compte de cette absence d'enveloppes pour rendre cette culture incitative.

TRITICALE :

Cette espèce nouvelle (1), artificiellement créée par l'Homme, doit, avant tout, être mieux connue et sa culture mieux maîtrisée. Son potentiel actuel de rendement est, globalement, du niveau de celui du blé et du seigle, plus intéressant que le blé dans beaucoup de zones où celui-ci ne fournit pas des rendements très élevés.

Triticale et blé ont même valeur énergétique, taux de protéines semblable, et variant de la même manière en fonction du milieu, de la variété, du niveau de rendement. Par contre, le Triticale a 15-20 % de plus de lysine et un peu plus de méthionine et de cystine, quelles que soient les conditions de son obtention.

L'I.N.R.A. a des programmes importants et originaux sur cette espèce. La variété « Clercal » fait l'objet d'une production de semences sur près de 300 hectares en 1980.

P. BEZOT.

---

(1) Voir « *Les Industries de l'Alimentation Animale* » d'avril 1978 : « Une nouvelle céréale pour l'alimentation animale : le Triticale ».