

VARIABILITE DE LA TENEUR EN PROTEINES DES GRAINES DE TOURNESOL
EN RELATION AVEC L'ETAT PROTEIQUE FOLIAIRE.

A. MERRIEN, A. QUINSAC, C. MAISONNEUVE
CETIOM - Dépt. Etudes et Recherches 174, Av. Victor Hugo
75116 PARIS -FRANCE-

Résumé:

Au cours d'expérimentations multilocales et conduites pendant deux années, les auteurs se sont penchés sur les principaux facteurs explicatifs de la variabilité de la teneur en protéines de la graine. Les résultats préliminaires ayant confirmé que 68% de la quantité totale d'azote contenue dans le grain à maturité était issue des feuilles. Il apparaissait judicieux d'étudier les paramètres agissant sur l'azote contenu dans les feuilles ainsi que sur les formes de transferts (acides aminés) impliqués dans ces remobilisations.

Les résultats de ces deux années font apparaître nettement la prédominance des facteurs édaphiques dans l'explication de la variabilité (profondeur du sol, taux de matière organique et disponibilité en eau).

Les redistributions azotées foliaires sont en étroite relation avec la quantité de protéines de la graine et lors de ces remobilisations, il apparaît que les feuilles de rang supérieur à 18 (numérotées à partir de la base) sont en compétition vis-à-vis du capitule.

Les formes de transferts privilégiées sont l'Asparagine et l'Acide glutamique.

Des différences variétales sont mises en évidence : c'est ainsi que le cultivar Mirasol oriente prioritairement son métabolisme vers la synthèse de l'huile, alors que le cultivar Pariou révèle une intensité de remobilisation de la fraction azotée des feuilles vers la graine, mécanisme qui se traduit par une supériorité de la teneur en protéines. Les travaux sur l'évolution des cartographies des acides aminés au niveau des graines montrent de faibles variations. Seul l'effet "type de sol" et donc niveau de disponibilité en azote agit sur la qualité des protéines de la graine.

INTRODUCTION:

La production d'huile est le premier objectif d'une culture de tournesol, mais son rendement en protéines n'est pas à négliger. Cependant, l'utilisation des tourteaux obtenus dans l'alimentation animale se heurte au problème de la variabilité de ses caractéristiques protéiques.

Les analyses statistiques menées par LADEVÈZE et VIGIE (1981) sur les résultats de différents essais effectués au CETIOM et à l'INRA entre 1973 et 1980, ont montré l'importance du facteur année, du facteur lieu de culture et du facteur variétal. La teneur en protéines des graines paraît soumise à l'influence de l'alimentation en eau de la culture (précipitations et/ou irrigation) et à celle des températures. Ces deux facteurs dépendent de l'année pendant laquelle est réalisée la culture. La teneur en protéines des graines est aussi affectée par la teneur en azote du sol (sol profond ou non, niveau d'azote restitué par les précédents culturaux...).

Enfin, les caractéristiques des graines varient selon les cultivars considérés (LADEVEZE et VIGIE, 1981 - LECLERCQ et al, 1985).

Pour tenter de remédier à cette variabilité, il convient de mieux en identifier les causes (BAUCHOT et MERRIEN, 1988). Il s'agit alors de connaître et de suivre la protéogénèse dans les graines de tournesol, les liens unissant protéogénèse et lipidogénèse, et d'identifier clairement les facteurs agro-climatiques influençant l'accumulation des protéines.

Nous rapporterons ici les principaux résultats qui se dégagent de cette étude.

MATERIELS ET METHODES:

- 3 régions climatiques distinctes ont été retenues (Charente, au centre-ouest de la France, Haute-Garonne dans le sud-ouest et la Drôme au sud-est).

- sur chaque lieu on a retenu:

- * 2 types de sol: (1) reliquats azotés élevés, sols profonds et à bonne structure
- (2) faibles reliquats, sols peu profonds, à faibles réserves en eau.

- * 2 variétés (Mirasol et Pariou), connues pour leur différence de teneur en protéines.

- * 2 niveaux d'alimentation en eau des plantes ont été recherchés par la présence ou non d'irrigation.

L'ensemble des traitements et les observations afférentes ont été répétés 4 fois.

Dans la mesure du possible ces 3 facteurs primordiaux ont été combinés de manière à créer une plage de variabilité suffisante. Les résultats présentés synthétisent prioritairement les données de deux années climatiques, 1985 et 1986.

Parmi les principaux contrôles effectués, nous avons suivi l'évolution des matières sèches par organe. Les teneurs en azote de chaque échantillon nous ont permis de connaître l'évolution des quantités totales d'azote absorbées et de suivre les redistributions entre les différents organes.

Une attention particulière a été portée sur les feuilles en vue de suivre l'évolution des acides aminés et mettre ainsi en évidence les redistributions vers les graines sur lesquelles des cartographies d'acides aminés ont été réalisées. Dans la mesure du possible, les étages foliaires ont été regroupés en 4 classes selon leur position à partir de la base de la tige.

Ces déterminations ont été effectuées par la méthode HPLC (SALVAT, 1987). Pour réduire le coût des analyses, les répétitions ont été regroupées 2 par 2 et réalisées dans un premier temps exclusivement sur le cultivar Mirasol.

RESULTATS:

1. Niveau de variabilité obtenue.

Elle apparaît très importante (figure 1). C'est ainsi que les teneurs en protéines des graines oscillent entre 14.9 % et 20.2%. Ceci n'est, bien entendu, pas sans conséquence sur le rendement protéique à l'hectare, qui lui-même varie entre 385 kg / hectare à plus de 700 pour les situations les plus

extrêmes. Les résultats obtenus la seconde année restent dans la gamme de variabilité obtenue en 85. Il est d'ores et déjà important de souligner que les écarts de rendements en graines obtenus ne peuvent expliquer à eux seuls les écarts de rendements protéiques: on assiste bien à des intensités différentes des processus protéosynthétiques, et nous allons nous efforcer de les détailler.

L'effet variétal est significatif dans tous les essais; Pariou se distingue nettement du cultivar Mirasol (+ 1 à 2 % au niveau de la teneur en protéines).

Le type de sol influe également: les sols profonds (1) conduisent à des teneurs en protéines systématiquement plus élevées que les sols superficiels (+0.5 à 1 %).

2. Principaux facteurs explicatifs.

2.1. Facteurs liés au bilan azoté de la plante.

La figure 2 montre que l'on peut parfaitement rendre compte de la quantité de protéines présentes dans la graine à l'aide de la redistribution de la fraction azotée des organes végétatifs. Ceci constitue une vérification des hypothèses de départ. Les pertes totales d'azote du 2^{ième} et 3^{ième} étage sont à elles seules fortement explicatives du rendement protéique de la plante ($r > 0.9$) pour les deux années considérées.

Entre les 2 années, la pente de la droite est similaire, laissant présager une similitude dans les mécanismes, par contre l'intensité diffère d'une année à l'autre.

L'analyse de ces redistributions fait également apparaître une compétition au niveau du 4^{ième} étage vis à vis du capitule pour l'azote ($r = -0.64$); cet étage maintenant une activité photosynthétique élevée (utile à la lipidogénèse), les redistributions y sont faibles.

On observe le faible effet de l'irrigation (l'année 1985 a été très favorable au Tournesol car le déficit en eau a été modéré à la floraison) tant sur le rendement que sur la teneur en protéines.

En dernier lieu, le suivi des redistributions d'azote à partir des feuilles vers le reste de la plante nous a confirmé l'étroite dépendance entre ce processus et le gain d'azote du capitule (Tableau 1).

On observe qu'en absence d'irrigation, les redistributions sont légèrement supérieures à celles sous irrigation; 68% de l'azote contenu dans le grain à maturité est issu des feuilles; ce rapport serait légèrement supérieur en situations sèches.

2.2. Facteurs liés aux paramètres agroclimatiques:

A partir de l'ensemble des observations pédoclimatiques collectées, nous avons tenté une analyse multivariée et recherché ainsi les principaux paramètres explicatifs des caractéristiques protéiques de la graine. Les principaux résultats sont regroupés dans le tableau 2.

Dans tous les cas de figure, on note que les caractéristiques protéiques (teneur ou rendement protéique), sont expliquées par les variables "profondeur du sol", "taux de matière organique" et par "l'intensité du déficit hydrique". La disponibilité en eau agit surtout indirectement sur l'absorption de l'azote disponible.

3. Etude qualitative des transferts d'azote:

Le tableau 3a (établi d'après les résultats de la première année) montre que les quantités d'acides aminés solubles dans les différents étages de la plante augmentent au cours du temps jusqu'à la fin de la floraison pour les feuilles de la base (feuilles de rang 0 à 12): on peut y voir le reflet des processus de sénescence et de destruction des protéines. Ce mécanisme se poursuit à la chute des pétales pour l'étage de la base. A la floraison, le 4ème étage renferme des quantités élevées d'acides aminés: cet étage constitue en effet un puits important pour l'azote (cf ci-dessus). Les résultats obtenus la seconde année (Tableau 3b) confirment parfaitement cette répartition.

Au niveau de la répartition des A.A. au sein de la fraction soluble (figure 3) on note une forte diminution du % d'Alanine au profit notamment de l'Asparagine et de la Glutamine qui constituent chez le tournesol la forme de transfert prioritaire de l'azote. Dans les étages de la base, ces deux formes représentent plus de 40% des acides aminés solubles totaux mis en jeu dans ces remobilisations.

Aucune différence sensible n'apparaît dans la contribution de ces formes selon les lieux de culture et les années. Sur la figure 4, rapportant les principaux résultats de la seconde année, on retrouve bien les formes privilégiées de transfert de l'azote; il apparaît également clairement que lors de la floraison (stade 4.1), les feuilles de rang 6-12 alimentent très fortement en azote le reste de la plante. Si l'allocation de l'azote ainsi libéré sert prioritairement le capitule, l'évolution des quantités d'A.A. observée dans les feuilles les plus proches du capitule confirme la compétition entre ces deux organes (assimilation tardive).

4. Effet des principaux facteurs sur l'intensité des redistributions.

Nous avons déjà précisé quelques éléments concernant les quantités. Nous dégagerons ici les principales caractéristiques concernant les formes d'A.A..

Nos résultats en 1985 montraient que les quantités d'A.A. solubles mises en jeu étaient significativement plus importantes sur les sols à fortes quantités d'azote disponible. En 1986 (figure 5), la distinction entre sols superficiels et sols profonds confirme ces données. Une interaction se dégage cependant selon l'alimentation en eau dans la Drôme. C'est ainsi que l'irrigation augmente les quantités totales d'A.A. mises en jeu dans le cas des sols superficiels; par contre, cet effet n'existe plus dans le cas des sols profonds. D'un point de vue qualitatif, on retrouve cette interaction type de sol/irrigation. L'asparagine et la glutamine demeurent les A.A. essentiels.

L'irrigation modifie également à elle seule les mouvements d'azote. Nous voyons ci-dessous qu'elle accroît d'environ 40% les quantités totales d'A.A. mises en jeu. Il est à noter que ce facteur modifie la répartition selon la nature des A.A.; l'Asparagine contribue bien davantage aux mouvements d'azote dans le cas de l'irrigation (24% du total) contre simplement 13% dans le cas d'absence d'irrigation. La contribution de

l'alanine diminue d'autant. Nous rappellerons que ce dernier A.A. ne constitue pas une forme de transfert de l'azote.

Effet de l'irrigation sur les mouvements d'A.A. (Drôme 86)

	(en μ moles/plante)		(en % des A.A totaux)	
	Irrigué	Non irr.	Irrigué	Non irr.
Ac. Aminés totaux	824	1253	-	-
Alanine	173	181	21	14
Asparagine	114	304	13	24
Ac. aspartique	36	54	4	4
Glutamine	116	188	14	15
Ac. glutamique	64	61	7	5

5. Cartographie des Acides aminés au niveau de la graine.

Le tableau 4 résume les principaux caractères concernant l'évolution au cours du temps des A.A de la graine. Il apparaît clairement une très faible variabilité des caractéristiques de la graine entre les années. De même et de manière identique entre 85 et 86, la teneur (exprimée en gramme d'A.A. pour 16 grammes d'azote) de certains acides aminés n'évolue pas entre la chute des pétales et la maturité: citons par exemple le cas de l'Alanine (4,5), la lysine (3,8 à 4,4), la Thréonine (3,1 à 4). Par contre on note un net enrichissement en Glutamine (de 10 à 20), en Asparagine (de 6 à 9), en Cystéine et en Méthionine (de 1 à 3).

Il paraît intéressant de rechercher si les effets obtenus sur la mobilisation des Acides aminés des feuilles se retrouvent au niveau des caractéristiques de la graine.

Concernant le lieu de culture et le type de sol, on retrouve une supériorité des sols profonds sur les sols superficiels au niveau de la qualité des protéines de la graine (Tableau 5). Cette amélioration, certes variable selon la nature de chaque acide, peut toutefois être estimée entre 10 et 20%. Quelques petites différences existent entre les résultats de la Drôme et ceux de la Haute-Garonne; elles ne sauraient toutefois être significatives.

Concernant la conduite de l'alimentation en eau de la plante, il apparaît une grande stabilité des cartographies des acides aminés des graines (Tableau 6), alors que des transferts plus importants étaient cependant notés à partir des feuilles; ainsi donc l'irrigation permettrait sans doute d'accroître l'absorption d'azote et sa remobilisation; celui-ci serait davantage orienté vers le fonctionnement de l'appareil végétatif, plus que sur une amélioration qualitative des caractéristiques de la graine.

DISCUSSION - CONCLUSION:

Apprécier la variabilité de la teneur en protéines de la graine de Tournesol et tenter d'y apporter quelques éléments explicatifs était notre objectif. A l'aide de ces résultats, la prédominance des facteurs édaphiques apparaît dans l'explication de la variabilité (profondeur du sol, taux de

matière organique et disponibilité en eau). Ces paramètres agissent directement sur la quantité totale d'azote disponible et sur son absorption. Ceci rejoint parfaitement les résultats de BLANCHET et al. (1983), de HOCKING et al. (1984 a et b).

De même on sait que le degré d'alimentation en eau de la plante peut agir sur l'assimilation tardive et donc accroître l'intensité de la lipidogenèse. En cas de sécheresse, on observe une accélération de la sénescence des feuilles (LAURIERE, 1983) à un moment où le remplissage des grains en acides aminés provenant des protéines foliaires est élevé: une plus grande quantité d'acides aminés disponible pour les akènes fera évoluer positivement leur teneur en protéines.

A l'image des travaux de BLANCHET et al, 1983 - HOCKING et STEER, 1982 - HOCKING et al, 1984a, b - STEER et HOCKING, 1984 - CHENESSEAU, 1984, nous notons que les redistributions azotées foliaires sont en étroite relation avec la quantité de protéines de la graine. Nos résultats confirment que 68% de l'azote du grain à maturité est issu des feuilles. Dans ces feuilles, la quantité de protéines telles que la RubisCO et son cortège d'enzymes chloroplastiques baisse rapidement provoquant des phénomènes de sénescence. Ce sont les premières protéines touchées par la redistribution. Leur dégradation est activée par la quantité croissante de protéases acides présentes dans les feuilles (LAURIERE, 1983). L'eau et l'éclairement limitants accentuent le phénomène.

Ainsi donc l'acquisition de la teneur en protéines des graines relève plus d'un transfert d'acides aminés que de protéogénèse à proprement parler.

L'étude des cinétiques des teneurs en acides aminés solubles permet également de mettre en évidence la compétition pour l'azote existant entre le 4^{ème} étage foliaire et le capitule. Ceci avait déjà été signalé par CHENESSEAU en 1984.

Une contribution originale de ce travail réside dans la caractérisation des formes de transfert de l'azote entre les différents organes de la plante. Ces formes privilégiées sont l'Asparagine et la Glutamine. Sur le plan qualitatif, le type de sol (et donc le niveau de disponibilité en azote) semble agir davantage sur les redistributions que l'alimentation hydrique; cette dernière module la quantité d'acides aminés solubles, mais au profit du reste de la plante, plutôt qu'à celui du grain. Il nous paraît important de souligner enfin que la qualité des protéines de la graine est sujette à de très faibles variations, quels que soient les facteurs de variations testés.

Réduire la variabilité de la teneur en protéines des graines de tournesol passera davantage par une meilleure maîtrise de son alimentation azotée. L'irrigation peut certes influencer: les teneurs sont plus fortes en cultures non irriguées. Cependant le rendement protéique reste toujours inférieur à celui des parcelles conduites à l'optimum concernant l'alimentation en eau.

Remerciements:

Les auteurs tiennent à exprimer leur remerciement à MM. ARSAC, ARJAURE ET ESTRAGNAT pour leur contribution pratique à la réalisation de ce travail. Ils expriment en outre leur profonde gratitude au MRES (Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur) pour son soutien financier.

B I B L I O G R A P H I E

BAUCHOT A. D., MERRIEN A., 1988: Teneur en protéines des graines de tournesol et état protéique foliaire: revue bibliographique. Info. Tech. CETIOM n°101 (en cours d'édition).

BLANCHET R., CAVALIE G. et coll, CRUIZAT P. et MORIZET J., DURRIEU G., MERRIEN A., PLANCHON C., RIBEYRE C. et MANICHON M., 1983 - Physiologie de la formation du rendement chez le tournesol. Info. Tech., CETIOM, n. 83.

CHENESSEAU A-C., 1984 - Migration des produits de la photosynthèse chez le tournesol et rôle de l'acide abscissique. Thèse de 3ème cycle, U.P.S. Toulouse.

HOCKING P-J., STEER B-T., 1982 - Nitrogen nutrition with a special reference to nitrogen stress. Xth. Int. Sunf. Conf., Surfers Paradise, 73-78.

HOCKING P-J., STEER B-T., PEARSON C-J., 1984 - Nitrogen nutrition of non leguminous crops : a review. Part 1. Field crops abstracts, vol. 37, n. 8.

HOCKING P-J., STEER B-T., PEARSON C-J., 1984 - Nitrogen nutrition of non leguminous crops : a review. Part 2. Field crops abstracts, vol. 37, n. 9.

LADEVEZE O., VIGIE O., 1981 -. Etude de la variabilité lipidique et protéique des oléagineux en fonction des paramètres culturaux et climatiques. Ecole sup. d'agri. d'Angers. CETIOM.

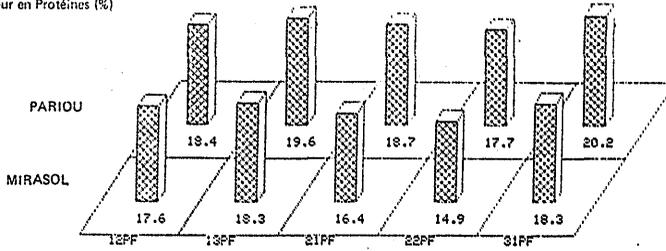
LAURIERE C., 1983 - Enzymes and leaf senescence. Phy. veg. 21, [6], 1159-1177.

LECLERCQ P., PHILIPPON J-P., BONY M., 1985 - Evolution des teneurs en protéines du tourteau de tournesol. XIth. Int. Sunf. Conf. Mar del Plata.

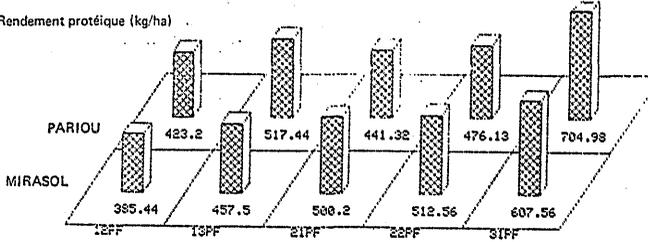
SALVAT F., 1987: Variabilité de la teneur en Protéines des graines de tournesol. Rapport de stage CETIOM, 47p.

STEER B-T., HOCKING P-J., 1984 - Nitrogen nutrition of sunflower; acquisition and partition of dry matter and nitrogen by vegetative organ and their relationship to seed yield. Field crops research, 9, 237-251.

a) Teneur en Protéines (%)



b) Rendement protéique (kg/ha)



LIEU	Sols profonds	sols superf.
Drôme	12PF	13PF
Charentes	21PF	22PF
Hte Garonne	31PF	-

Figure 1: Variabilité des teneurs en protéines et des rendements protéiques (1985).

LIEU	1985		1986	
	Sols profonds	sols superf.	Sols profonds	sols superf.
Drôme	12PF	13PF	10PF	11PF
Charentes	21PF	22PF	20PF	21PF
Hte Garonne	31PF	-	30PF	31PF

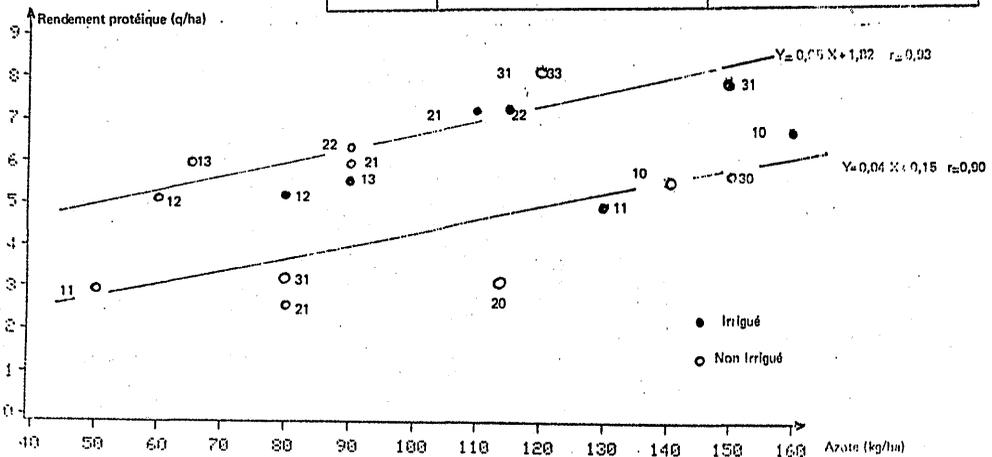


Figure 2 : Redistribution d'azote depuis les organes végétatifs entre Fin-floraison et Maturité.

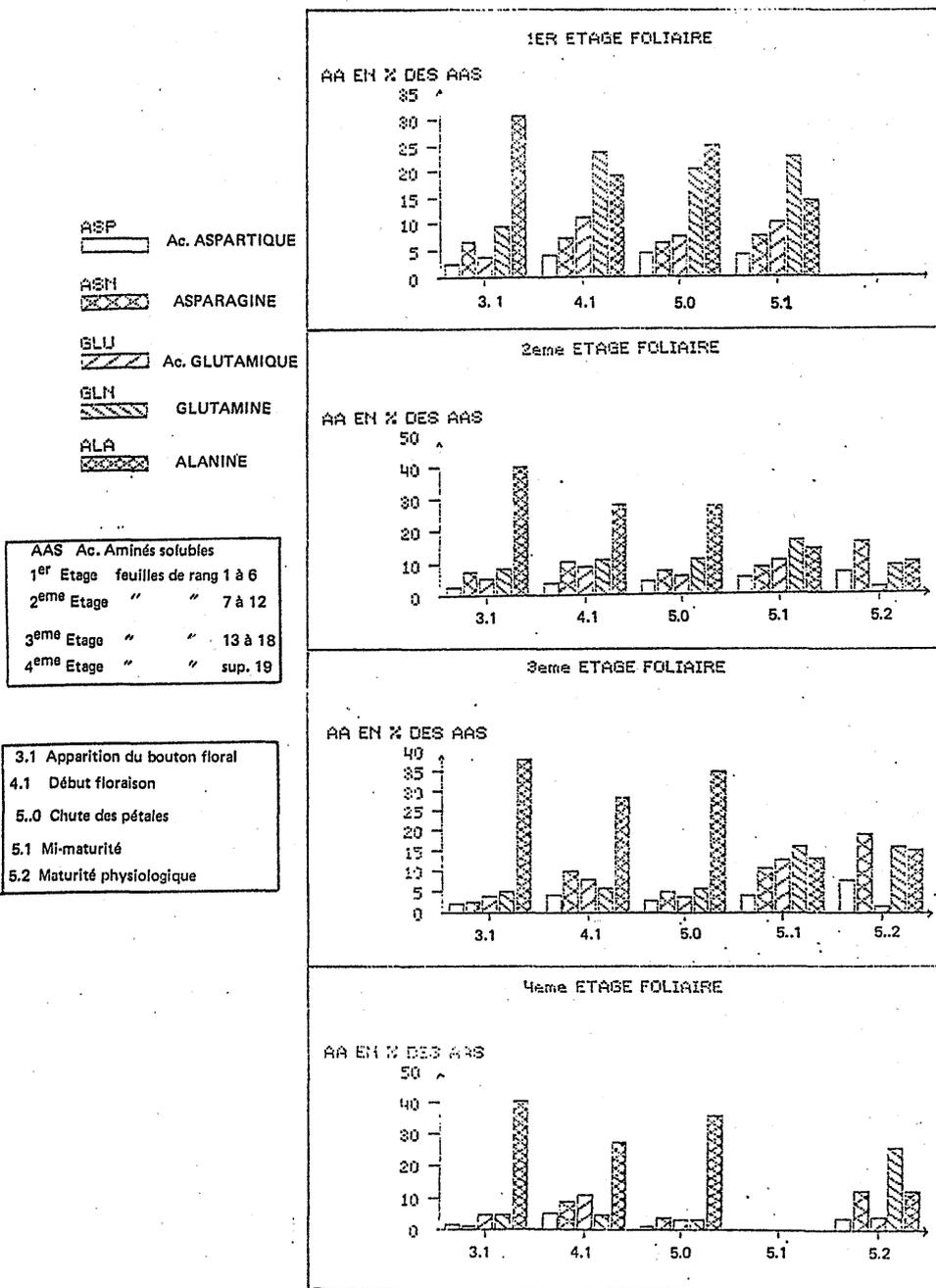


Figure 3: Evolution de quelques Acides Aminés libres dans les différents étages du Tournesol au cours de son développement (en % des quantités totales d'Ac. Aminés solubles).

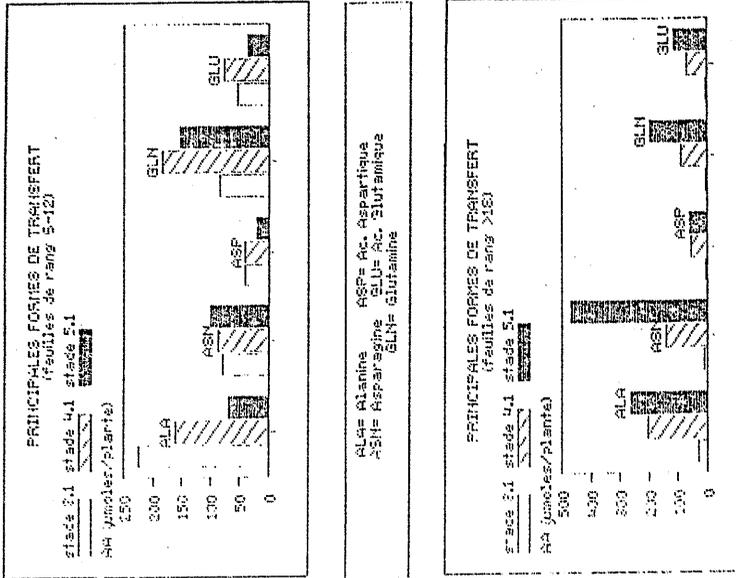


Figure 4: Principales formes de transfert des Acides Aminés au cours du temps et selon l'étage foliaire considéré.

3.1 Apparition du bouton floral
4.1 C:but floraison
5.1 MI-maturité

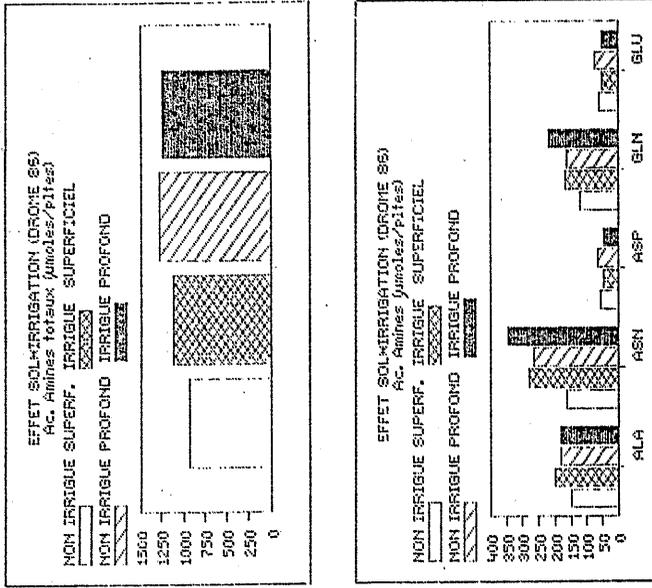


Figure 5: Transfert des Acides Aminés; Interaction type de sol x Irrigation

Tableau 1: Redistributions de la fraction azotée des feuilles au profit du capitule.

Lieu	% N issu des feuilles par rapport à l'azote total redistribué		% N issu des organes végétatifs et se retrouvant dans le grain.	
	Non Irrigué	Irrigué	Non Irrigué	Irrigué
31FF	91%	70%	70%	52%
12FF	100%	75%	-	-
13FF	92%	88%	-	-
21FF	77%	90%	62%	65%
22FF	77%	72%	87%	70%

Tableau 2: Principaux paramètres explicatifs des caractéristiques protéiques de la graine.

VARIABLE A EXPLIQUER	FACTEURS EXPLICATIFS ET r2	
N disponible (Engrais+reliquats)	Intensité du déficit + profond. du sol + mat. organique. (ID+DH - ETM) (MO) + Disponibilité hydrique (DH) <u>r2=0.99</u> (DH = Pluie +Irrigation +Réserve Utile)	
Variété	Mirasol	Paricu
N Absorb./phte	DH+MO+ID <u>r2=0.88</u>	ID+MO <u>r2=0.80</u>
Teneur en Protéines	N disponible +N absorbé <u>r2=0.75</u> Prof.+ MO <u>r2=0.92</u>	*** Prof.+ID+MO <u>r2=0.79</u>
Rendement Protéique	N disp. <u>r2=0.79</u> ID+Prof.+MO <u>r2=0.87</u>	*** ID+Prof+MO <u>r2=0.94</u>

Tableau n°3a: Quantités totales d'acides aminés solubles dans les différents stades de la plante au cours du temps (en µmoles/plante)- 1985.

Stade Etage fol.	3.1 bouton	4.1 déb.flo.	4.4 fin flo.	5.0 chut.pét.	5.2/5.3 maturité
0 - 6	1,80	5,40	4,24	3,96	/
6 - 12	6,28	2,08	4,81	2,53	0,23
12 - 18	8,53	8,75	3,34	0,71	0,49
>18	2,40	5,58	3,37	/	3,26

Tableau n°3b: Quantités totales d'acides aminés solubles dans deux stades foliaires au cours du temps (en µmoles/plante)- 1986.

Stade Etage fol.	3.1 bouton	4.1 début floraison.	5.0 Chute des pétales
6 - 12	6,9	6,7	4,2
>18	0,16	7,9	13,7

Tableau 4 : Cartographie des Acides Aminés de la graine (en g d'A.A./16g d'N).

ANNEE	1985		1986	
	Stade 5.1	Stade 5.3	Stade 5.1	Stade 5.3
ALANINE	4,49	4,69	4,6	4,82
ARGININE	3,39	5,9	3,44	6,2
ASPARAGINE	6,28	8,45	6,48	9,09
CYSTEINE	1,14	2,11	1,19	2,17
GLUTAMINE	10,56	18,51	11,8	20,99
GLYCINE	4,35	6,13	4,58	6,4
HISTIDINE	1,1	1,62	,89	,6
ISOLEUCINE	3,66	4,34	3,6	4,77
LEUCINE	5,47	6,66	5,35	7,11
LYSINE	3,77	4,22	4,47	4,28
METHIONINE	1,49	2,96	1,61	3,22
PHENYLALANINE	3,36	4,66	3,39	5,03
SERINE	,1	1,62	3,06	4,65
THREONINE	3,1	3,85	3,14	4,05

(1) le stade 5.1 correspond à la chute des pétales; l'humidité du grain avoisine 50%
le stade 5.3 correspond à la maturité physiologique.

Tableau 5 : Effet du type de sol sur la répartition des Acides Aminés de la graine à maturité (en g d'A.A./ 16g d'N).

ANNEE	1985		1986	
	Sol Superficiel LIEU DROME	Sol profond DROME	Sol Superficiel HTE GARONNE	Sol profond HTE GARONNE
ALANINE	3,88	5,5	4,96	4,48
ARGININE	6,15	5,05	8,21	6,14
ASPARAGINE	7,86	9,59	9,73	8,89
CYSTEINE	1,86	2,35	2,35	2,13
GLUTAMINE	16,47	20	21,91	20,63
GLYCINE	5,48	6,23	6,28	5,93
HISTIDINE	1,32	1,21	,34	,41
ISOLEUCINE	3,76	4,61	4,7	4,5
LEUCINE	5,68	7,16	7,21	7
LYSINE	3,89	4,39	4,29	3,91
METHIONINE	2,9	3,59	3,55	3,32
PHENYLALANINE	4,03	5,08	5,2	4,96
SERINE	2,11	,87	4,8	4,51
THREONINE	3,33	4,17	3,99	3,61

Tableau 6 : Effet de l'irrigation sur la répartition des Acides Aminés de la graine à maturité (en g d'A.A./ 16g d'N)

ANNEE	1985		1986	
	LIEU Non Irrigué	DROME Irrigué	LIEU Non Irrigué	DROME Irrigué
ALANINE	4,5	4,88	4,72	5
ARGININE	6,35	5,44	6,3	6
ASPARAGINE	8,78	8,12	8,87	9,55
CYSTEINE	2,19	2,04	2,06	2,39
GLUTAMINE	19,31	17,71	20,17	22,62
GLYCINE	6,18	6,08	6,07	7,05
HISTIDINE	1,46	1,79	,66	,38
ISOLEUCINE	4,38	4,3	4,58	5,14
LEUCINE	6,72	6,59	6,93	7,46
LYSINE	4,19	4,25	4,22	4,42
METHIONINE	3	2,92	3,09	3,47
PHENYLALANINE	4,68	4,63	4,85	5,4
SERINE	1,65	1,59	4,47	5,02
THREONINE	3,87	3,84	3,9	4,37