

Tolérance au déficit hydrique chez le blé dur . Stratégies adaptatives, amélioration et stabilité du potentiel génétique.

Ait-Kaki Y*. et Brinis L*.

RESUME

Plusieurs mécanismes d'ajustement sous contrainte hydrique ont été utilisés comme voies d'approche pour définir un profil vérial précis . Celles-ci devraient servir à la fois comme un référentiel explicatif dans la stratégie et pourrait de ce fait constituer autant d'éléments supplémentaires pour le sélectionneur dans son programma d'amélioration génétique.

L'approche adoptée a concerné les aspects phénologiques , morphologiques , physiologiques et biochimiques , posés en termes de variations par rapport à un état d'absence de stress hydrique. Le seuil de tolérance et le mécanisme d'esquive ont été évalués et quantifiés. Les paramètres qui ont été les mieux révélateurs , car pouvant servir de modèles explicatifs par rapport à la contrainte imposée sont :

Le raccourcissement du cycle végétatif illustre un ajustement phénologique chez Sham 1 et Acsad 65 . Une réduction de la surface foliaire chez ces mêmes variétés . Le RWC ne présente pas non plus des variations significatives entre témoin et stressé chez Sham 1 et Acsad 65 . Enfin une teneur élevée en osmoticum (proline et sucres solubles) .

En conclusion, un modèle explicatif serait l'intégration d'au moins trois mécanismes allant dans le sens de la tolérance au stress hydrique et qui pourrait ainsi être envisagé:

Ajustement Phénologique.....	Ajustement Physiologique.....	Ajustement Morphologique Biochimique
(cycle plus court).....	(RWC élevé).....	(Pro+ , Sus +)

Ce modèle ne peut en outre être fiable que lorsqu'une compensation s'opère pour les dépenses " d'énergie d'accommodation". A ce titre, le rendement en grain élevé obtenu chez les cultivars " intensifs " justifie un tel choix .

Mots clés : Stress hydrique - Adaptation - Ajustement - Osmoticums - Proline.

INTRODUCTION

La production céréalière se caractérisent en Algérie par des fluctuations qui varient en dents de scie d'une année à l'autre, la principale cause de cette situation reste la sécheresse(association

haute température - déficit hydrique) comme d'ailleurs dans la plupart des pays méditerranéens où l'eau reste souvent le facteur limitant dans la culture des céréales.
Par ailleurs, de nombreux chercheurs ont axé leurs travaux notamment sur la sélection des

variétés adaptées à ces régions à forte contrainte hydrique, soit par une améliorations génétique qui reste, sans doute, le moyen le plus efficace ou par une étude approfondie des différents mécanismes d'adaptations.

L'adaptation se traduit en réponse à la contrainte par une succession de modifications au niveau cellulaire, sub-cellulaires et moléculaires qui sont dépendantes des potentialités génétiques de l'espèce (Demarly, 1984).

Selon Monneveux (1989) les paramètres phénologiques d'adaptation caractérisent le "calage" du cycle vis-à-vis des événements climatiques où il est possible d'éviter la coïncidence des phases critiques du cycle avec les dates d'occurrence maximales de certains accidents climatiques (hautes températures - déficit hydrique) .

Aussi, l'osmorégulation est un mécanisme important dans la tolérance au stress hydrique, par l'accumulation de solutés dans les tissus de la plante en réponse à la déshydratation (Erroux, 1974).

Parmi ces solutés, les sucres solubles : selon Vieira da Silva (1968) en cas de déficit hydrique, il y a une accumulation de glucides dans les feuilles et, plusieurs chercheurs semblent aboutir aux mêmes conclusions (Maranville et Paulsen, 1970 ; cités par Benlaribi, 1990, Nemmar, 1983 ; Munns et al, 1979) .

De même la proline s'accumule dans la plante lorsque l'équilibre métabolique de celle-ci est perturbée par des conditions défavorables.

Beaucoup d'auteurs associent l'accumulation de la proline à la résistance des plantes aux contraintes du milieu (Monneveux et Nemmar, 1986 ; Zid et Grignon 1991).

Selon Rascio et al (1987) les effets d'un stress hydrique sur la turgescence ne sont apparents que si le stress est sévère.

La turgescence relative en eau des plantes se révèle donc être un des mécanismes les plus

proches de la théorie de Levitt (1972), puisque celle-ci permet de tolérer ou d'éviter la sécheresse.

Matériels et méthodes

Cinq variétés de blé dur ont fait l'objet d'une expérimentation conduite à l'institut des Sciences de la nature, Université de Annaba, de 1990 à 1992. Trois variétés locales, Hedba 3, Bidi 17, Polonicum et deux intensives Acsad 65 et Sham1 furent choisies. Le bloc complètement randomisé (RCB) fut aussi choisis comme dispositif approprié à cette étude ; où l'on distingue deux traitements : le 1^{er} sous irrigation normale ; le second sous stress hydrique. Chaque traitement comporte 3 répétitions. Les échantillons prélevés en vue d'analyse furent au minimum au nombre de trois.

Le semis fut réalisé en pots, à raison de 9 graines par pot : un éclaircissage a eu lieu plus tard au stade plantule; de manière à n'en laisser que les 6 meilleures

La plupart des analyses étaient effectuées au stade précoces (4-5 feuilles) . Les événements phénologiques étaient repérés jusqu'au stade maturité.

Les tests morphologiques concernent la surface foliaire, le ratio - coléoptile. L'aspect physiologique traite du RWC (turgescence relative) . Quant aux tests biochimiques l'accumulation d'osmotocums, particulièrement la proline et les sucres solubles, constituent un volet complémentaire explicatif des mécanismes de tolérance aux contraintes environnementales. L'analyse statistique a surtout reposé sur l'ACP (Analyse des composantes principales), en vue d'apprécier et de commenter la dispersion des cultivars étudiés, par leur représentation graphique.

De même, cette méthode statistique vise à mettre en valeur la contribution totale des différents paramètres utilisés, sur les mécanismes de tolérance à la sécheresse.

Résultats Discussions

Le tableau N°1 résume les différents stades phénologiques des 5 variétés pour les deux traitements . Comparant le temps nécessaire pour atteindre la maturité, les variétés locales se distinguent par une période plus longue.

Schulze (1982) a montré que l'accélération des événements due au déficit hydrique, était une des réponses les plus communes chez les populations naturelles, et avait une implication profonde dans l'établissement de stratégies adaptatives des céréales face à la sécheresse. Le raccourcissement du cycle influence aussi la formation de l'épi et du grain.

La période durant laquelle le stress a lieu, est très importante parce qu'elle détermine l'esquive avant et après la contrainte. Selon certains auteurs , une plante qui a un cycle végétatif intermédiaire à une meilleure tolérance à la sécheresse et est capable d'ajuster son rythme de croissance afin d'assurer au moins , un minimum de rendement en grains.

L'analyse statistique sur les stress phénologiques a été réalisée et révèle de très importantes corrélations ; telles entre la phase épi 1 cm - épiaison (0.92), épiaison - floraison (0.97) et floraison - maturité (0.92). Ces résultats semblent être associés d'une façon consistante et l'axe de la représentation graphique des individus montre un effet clair du stress et un effet variétal inhérent à l'origine des cultivars (local et intensif) .

Tableau N° 1 : Différents stades phénologiques de cinq variétés de blé dur , soumises à une contrainte hydrique et en conditions normales d'irrigation (en jours).

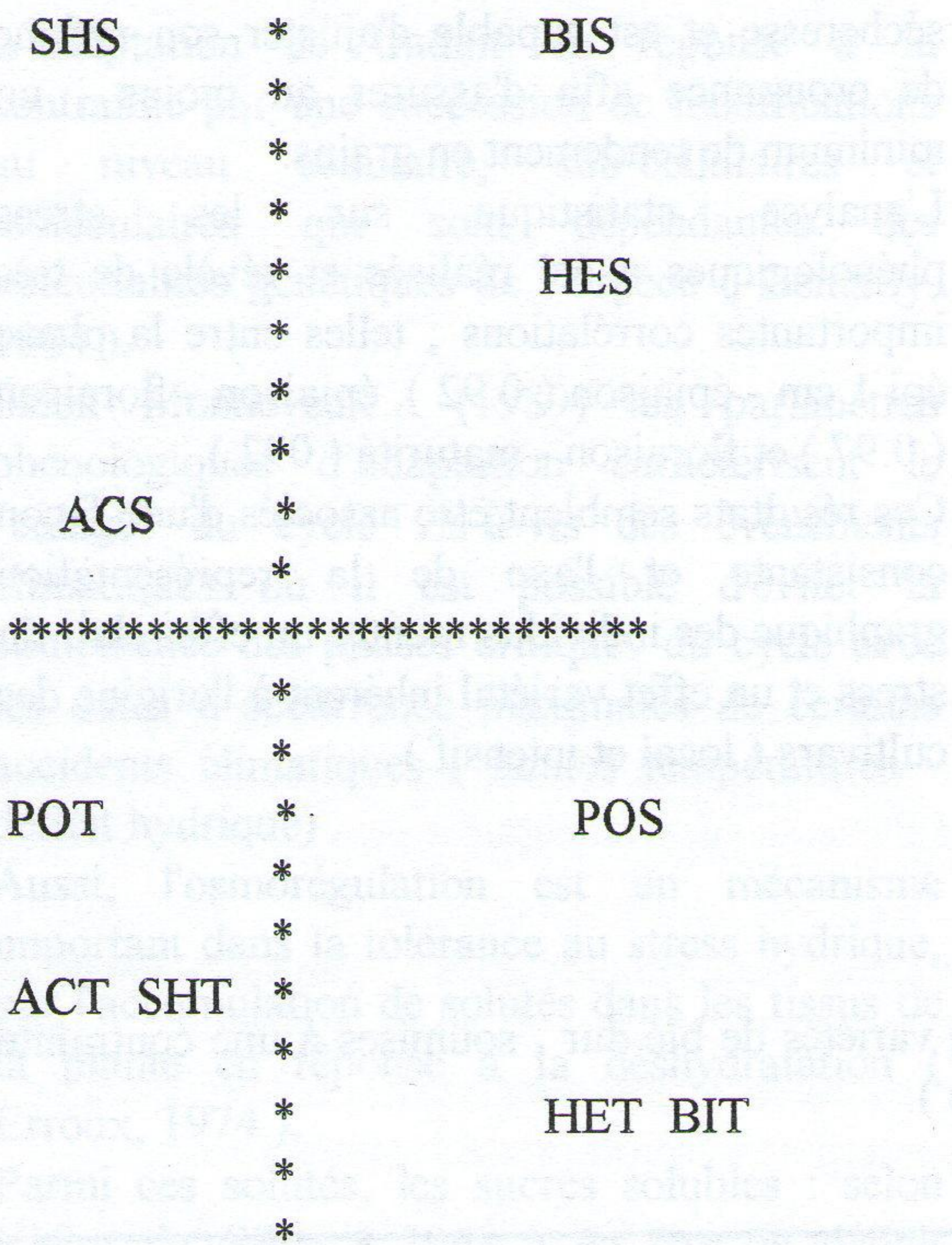
	Semis-Tallage			S- Epi 1cm			S- Epiaison			S- Floraison			S- Maturité		
VARIETES															
	SDH	ADH	D	SDH	ADH	D	SDH	ADH	D	SDH	ADH	D	SDH	ADH	D
POLONICUM	33	35	-2	99	105	-6	131	149	-18	137	155	-22	156	180	-24
ACSAD 65	28	31	-3	65	53	+12	75	60	+15	80	73	+7	115	82	+33
SHAM 1	28	34	-6	66	58	+8	80	65	+15	83	78	+5	116	92	+24
BIDI 17	29	36	-7	89	81	+8	121	89	+32	130	116	+14	161	157	+4
HEDBA 3	31	35	-4	66	71	-5	98	113	-15	108	118	+10	123	134	-8

ASD : SANS DEFICIT HYDRIQUE
ADH : AVEC DEFICIT HYDRIQUE
D : DIFFERENCE ENTRE LES DEUX TRAITEMENTS.

Tableau N°2 : Matrice des corrélations

SET	SE1	SEE	SEF	SEM	
SET	1.000				
SE1	0.33	1.000			
SEE	0.335	0.925	1.000		
SEF	0.458	0.942	0.972	1.000	
SEM	0.343	0.944	0.900	0.945	1.000

Figure N° 1 : Axe représentant les différentes variétés de blé dur



Surface foliaire

Les résultats montrent qu'il y'a un effet stress hydrique sur la surface foliaire, particulièrement pour sham1 et acsad 65. En ce qui concerne Hedba 3, une légère réduction (1.88 cm²) était enregistrée , renforçant ainsi des résultats déjà obtenus plu tôt (Guettouche, 1990). Selon Hsiao (1973) et Boyer (1970), sous stress hydrique , la plante régite en diminuant sa biomass aérienne, en particulier la surface de la

feuille étandard. L'analyse de variance montre des valeurs hautement significatives pour Acsad 65 , et même plus significatives encore pour Sham 1 et Bidi 17. Benlaribi (1990) rapporte que la conséquences du déficit hydrique sur la croissance végétative laquelle peut être résumée en une réduction de la surface foliaire et en une bonne efficacité du système adventice racinaire séminal . Il apparaît dans cette étude, que d'autres voies de tolérance étaient effectivement exprimées chez certains cultivars, tel Hedba 3.

RWC : La turgescence cellulaire

Lorsque les conditions hydriques ne sont pas limitantes , toutes les variétés expriment à peu près le même RWC. Quand le stress hydrique est imposé , Scham 1 atteint 60.71 % , Polonicum 50.33 %. Toutefois, les effets du déficit hydrique, et ce en accord avec les travaux de Rascio (1987),, ne sont apparents que si la stress est sévère . Ainsi , nos résultats obtenus après une période de 25 jours en conditions stressantes (stade 5 feuilles) témoignent d'une sévérité importante dès lors qu'elle permet une discrimination variétale. L'analyse de variance montre que Polonicum et Hedba 3 ont des différences hautement significatives entre les témoins et stressés . Acsad 65 et Scham 1 n'expriment quant à elles aucune différence. Le maintien d'un bon RWC chez les plantes aurait pu être obtenu, selon Karamanos (1984) grâce à deux différents mécanismes : la réduction du potentiel osmotique avec des hautes valeurs de RWC ou bien la maintien d'une élasticité de tissu très grande.

Tableau N° 3 : Résultats physiologiques, morphologiques et biochimiques de 5 variétés de blé dur soumises à un déficit hydrique (analyse de la variance).

VARIETES	Réponses									
	PHYSIOLOGIQUES			MORPHOLOGIQUES			BIOCHIMIQUES			
	RWC			SF			PRO	(5f)	SDH	ADH
	SDH	ADH	F	SDH	ADH	F	SDH	ADH	SDH	ADH
POLONICUM	76.60	58.33		7.10	4.10	*	91.96	162.23	415.75	601.85
ACSAD 65	51.79	41.66	NS	14.95	2.98	***	144.30	203.70	333.14	518.56
SHAM 1	75.00	60.71	NS	14.95	4.48	**	131.63	225.30	353.56	557.85
BIDI 17	80.03	50.03	***	10.84	3.73	**	100.93	209.63	350.42	501.28
HEDBA 3	78.09	43..33	*	7.10	5.22	*	55.00	186.40	301.70	457.28

SDH : SANS DEFICIT HYDRIQUE

ADH : AVEC DEFICIT HYDRIQUE

Tableau N° 4 : Analyse de variance : comparaison des moyennes des ratio racines - coléoptiles sous les deux traitements (normal et stressé)

Variétés	Ratio R/C		
	témoins	stressés	F
Polonicum	0.082	0.116	***
Acsad65	0.143	0.137	n.s
Sham1	0.224	0.210	*
Bidi17	0.066	0.102	***
Hedba3	0.067	0.090	***

Tableau N° 5 : Moyennes et écart-types des différents paramètres

Variables	moyennes	écart types
S.F	6.886	3.9725
R.W.C.	222.070	395.53
PRO	197.452	21.5667
SUS	1361.228	391.640C
R/C	-0.015	0.0164

Connors et Tunstall , Jarvis et Jarvis (1963) , Slatyer (1960) , Sanchez-Diaz et Kramer (1971) et Levitt (1972) ont montré que les plantes résistantes au déficit hydrique ont une perte en eau plus faible par unité de surface et une augmentation du RWC foliaire semble être

alors un des mécanismes les plus proches du concept de Levitt (1972) Le RWC est aussi négativement corrélé à la surface foliaire (- 0.72) et positivement corrélé à l'accumulation d'osmoticum (proline - sucres solubles).

Accumulation des sucres solubles

Le taux de sucres solubles a progressivement augmenté pour les 5 variétés à partir du stade 3 feuilles au stade 5 feuilles; période pendant laquelle le stress hydrique fût imposé.

Cependant Sham 1, en comparaison aux autres cultivars bénéficie du taux le plus élevé de sucres accumulés.

Bidi 17 et Polonicum sont celles ayant la plus faible accumulation.

Quelques auteurs (Hubac et Vieira da Silva , 1980) , Benlaribi et Monneveux (1988) , atteignent la conclusion que les variétés dotées d'une capacité de retenir une plus grande concentration hydrique sont celles qui accumulent plus de sucres solubles et maintiennent la plante en vie plus longtemps.

Sham1 , suivi de Acsad 65 et Hedba 3 , accumulèrent une quantité relativement plus grande de sucres solubles , malgré les différences dans les aspects phénologiques et morphologiques.

Dans cette étude, les sucres sont aussi corrélés à l'accumulation de proline (071) et RWC (0.84).

Accumulation de proline

Sham 1 est la variété la plus performante (225.30 µg) en égard à l'importance accordée à ce paramètre dans l'implication de la tolérance au stress hydrique. Bidi 17 (207.63) et Acsad 65 (203.70) suivent respectivement.

Protsenko (1968) stipule que l'accumulation de la proline est un des symptômes d'adaptation à la sécheresse . Pour Nemmar (1983), cette accumulation permet aux plantes de supporter plus longtemps le stress .Quelques corrélations intéressantes furent notées avec la surface foliaire (0.76) et le RWC (0.53).

Tableau N° 6 : Matrice de corrélations

	SF	R/C	RWC	PRO	SUS
SF	1.000				
R/C	0.693	1.000			
RWC	0.727	-0.607	1.000		
PRO	0.762	0.674	0.630	1.000	
SUS	0.847	0.824	0.841	0.713	1.000

Figure n° 2 : Axe représentant les variétés

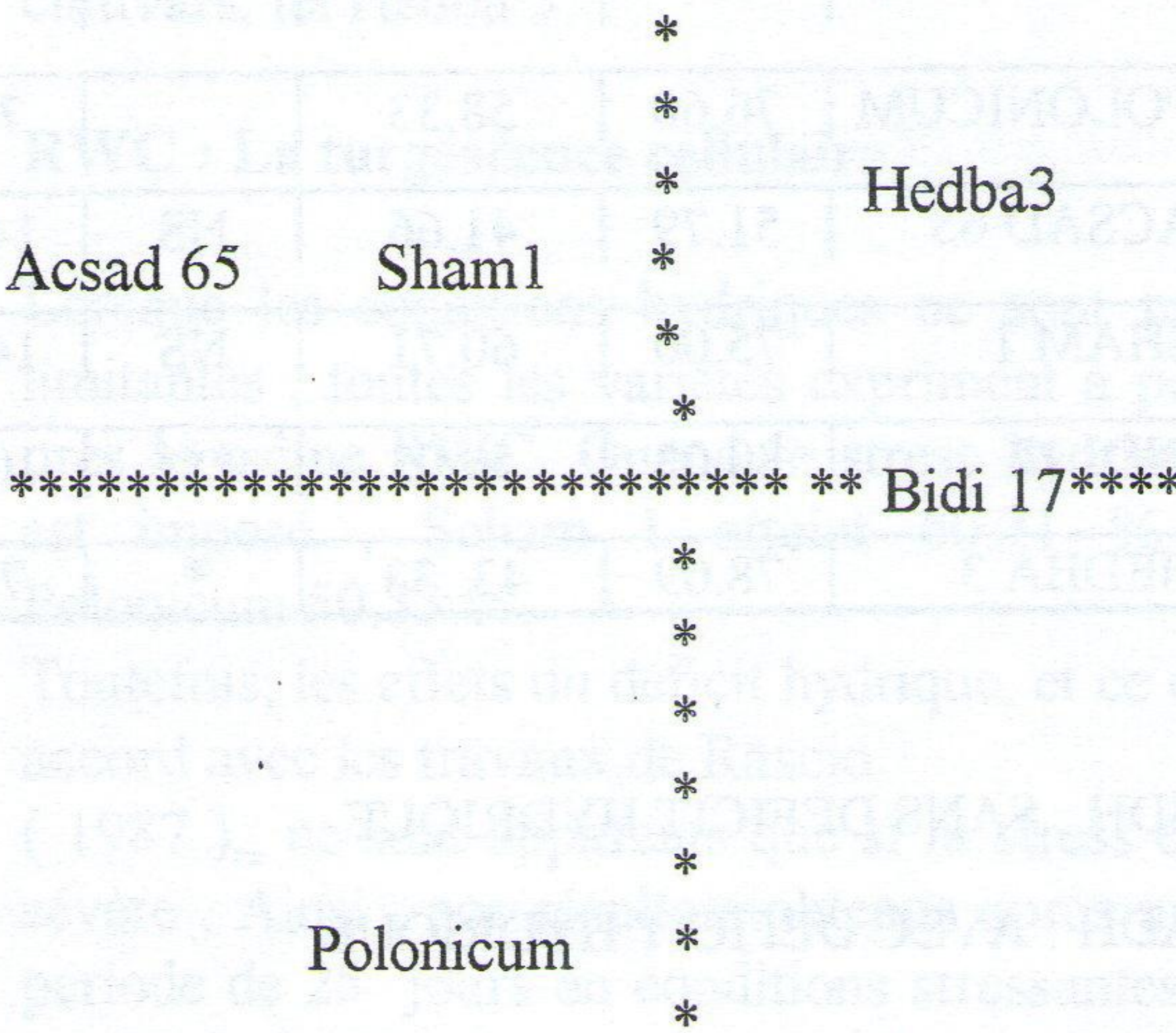
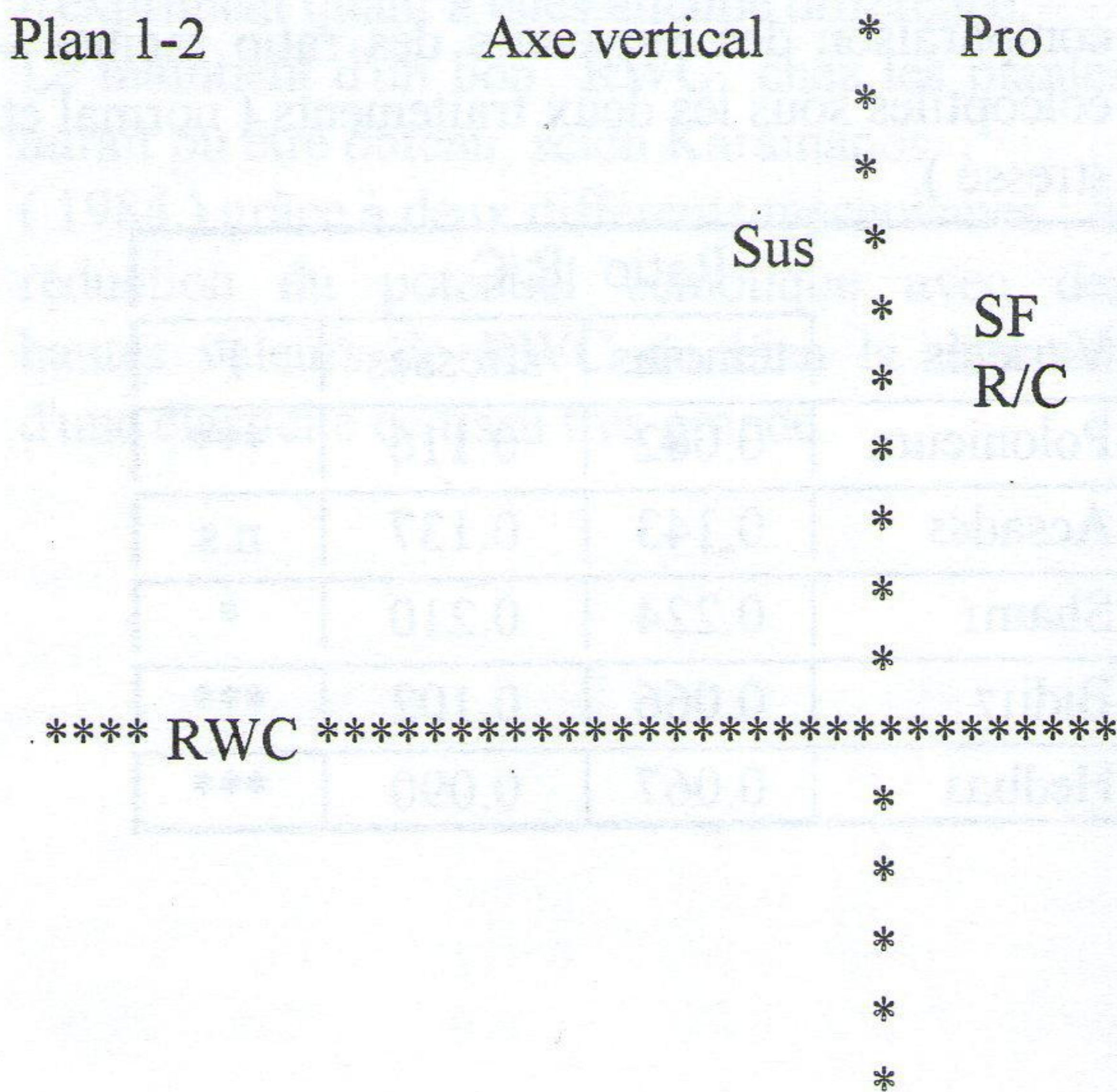
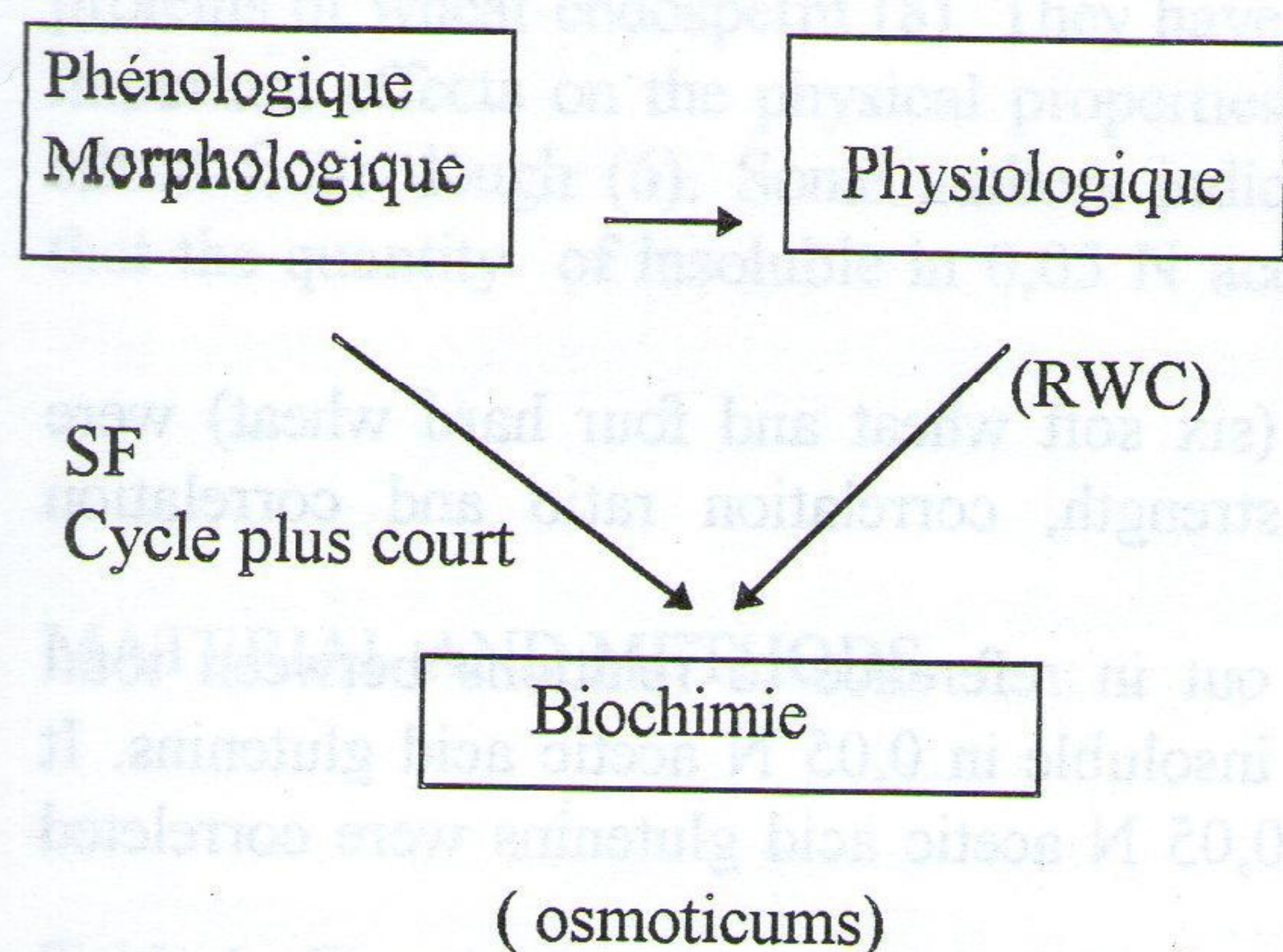


Figure n° 3 Cercle des corrélations



Conclusion

En comparant les résultats obtenus, il apparaît que quelques uns des traits peuvent être étroitement reliés entre eux et peuvent constituer la source d'une compréhension générale sur la manière dont les plantes réagissent grâce à leurs différents mécanismes. Ceux-ci pourraient être formulés en tant que modes d'ajustement. Si c'était le cas, nous proposerions le modèle suivant :



Où le raccourcissement du cycle végétatif fait référence à l'ajustement phénologique, la surface foliaire à l'ajustement morphologique, l'accumulation d'osmotocum à l'ajustement biochimique.

En considérant ce modèle, nous serions plus tard, en mesure de sélectionner des variétés sur la base de leur stratégie spécifique ; lorsqu'il est surtout possible d'introduire quelques modèles contrastants dans un programme d'amélioration génétique.

Bibliographie

- BENLARBI M. , 1990. Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* DESF) . Etude de caractères morphologiques. Thèse Docteur d'état. Constantine .163 p.
- BENLARIBI M. et MONNEVEUX Ph , 1989 . Etude comparée du comportement en situation de déficit hydrique de deux variétés algérienne de blé dur(*Triticum durum* Desf.) adaptées à la sécheresse .C. R. Acad. Agri.. FR.5 : 73 - 83.
- BOYER J.S. ; 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn ,soybean , sunflower in various leaf water potentials . Plant. Physio., 46 : 233 - 235.
- CONNORS D.J. and TUNSTALL B.R. , 1968 , Tissue water. Relationships for brigalow and mulga . Aust.J. 16 : 487 - 490.
- DEMARLY Y. , 1984. Mécanismes génétiques de l'adaptation chez les végétaux, Bull.Soc , Bot . 131. Actual. Bot (1) : 125 - 137.
- ERROUX J. , 1974 . Agronomie méditerranéenne I. Le milieu méditerranéen et ses problèmes
Les cultures vivrières en Algérie. 387 Pages..
- GUETTOUCHE R. , 1990 Contribution à l'identification des caractères morphophysiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) .
Thèse Diplôme d'Agronomie Approfondie . Mise en valeur du milieu
- HSIAO T.C , 1973. PLant responses to water stress . Ann. Rev. Plant. Physio., 24 : 519 - 570.
- HUBAC C. et VIEIRA DA SILVA I. , 1980 , Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques . Physio.Végé. 18 (1) , 45 - 54.

* Institut des Sciences de la Nature, Université de Annaba.