

# ASPECTS METABOLIQUES DE L'ADAPTATION A LA SECHERESSE CHEZ LE COLZA.

A. GEAY, N. VARTANIAN, V. VILLANUEVA et O. QUEIROZ  
PHYTOTRON et I.C.S.N., C.N.R.S. 91190 Gif-sur-Yvette

## INTRODUCTION

Une étude de la variabilité génétique des réactions adaptatives à la sécheresse (Balestrini, 1982), entreprise comparativement dans différents cultivars de Colza oléagineux d'hiver, a permis de mettre en évidence un certain degré de résistance du cultivar Kid. L'analyse des relations entre les différents paramètres morphologiques et écophysologiques, en particulier entre la rhizogenèse de sécheresse et la sénescence induite par la contrainte hydrique dans les organes aériens (Balestrini et Vartanian, 1983) motivait une recherche modifications précocement décelables au niveau métabolique. Il est en effet bien connu que la sénescence naturelle ou induite se manifeste par une diminution des macromolécules (protéines, RNA), et une accumulation de composés azotés solubles (Hanson, Hitz, 1982). Par ailleurs, les polyamines, issues de la dégradation de l'arginine, sont étroitement liées, à la fois aux phénomènes de différenciation cellulaire et aux processus impliqués dans les situations de contrainte (Bachrach, 1973).

Les plantes sont cultivées selon les techniques déjà décrites (Vartanian, 1977) en conditions expérimentales contrôlées de Phytotron (Gif/Yvette): lumière, 120 watts. m<sup>-2</sup> pendant une photopériode de 16h, température, 22°C, humidité relative atmosphérique 50%. L'évolution de la teneur en macromolécules (protéines, RNA) en polyamines (putrescine, spermidine, spermine) et arginine (leur précurseur) a été suivie conjointement chez les plantes régulièrement arrosées et chez celles subissant un assèchement progressif. Il était en effet difficilement concevable d'aborder l'étude des caractéristiques adaptatives du Colza à la carence hydrique sans s'assurer au préalable du comportement qualitatif et quantitatif des produits dosés chez des plantes à croissance et développement normaux.

Les mêmes investigations ont par ailleurs été entreprises dans les racines courtes de sécheresse. La répartition (à la fois sur le pivot et sur les racines latérales), la morphologie et le nombre élevé de racines courtes, (jusqu'à 350 par système racinaire) chez le Colza, permettent de les isoler en vue de dosages.

Les plantes de Colza sont prélevées régulièrement au cours de la croissance, broyées dans de l'acide trichloroacétique dilué à 5% dans l'acide chlorhydrique à 0,1N. Une centrifugation sépare un culot destiné au dosage des protéines et des acides ribonucléiques d'un surnageant directement utilisable pour la quantification des polyamines. Les protéines totales sont déterminées suivant la méthode de Lowry (1951); le contenu en RNA est estimé d'après les techniques d'Ashwell (1957). Une microtechnique analytique très fine utilisant un analyseur d'acides aminés, couplé à un fluorimètre permet la détection en très faible quantité (picomole) des acides aminés basiques et polyamines contenus dans un extrait brut (Villanueva, 1981).

## RESULTATS

L'examen de l'ensemble des résultats appelle au préalable quelques commentaires d'ordre général: les produits dosés apparaissent quantitativement plus importants dans le système aérien que dans le système racinaire; les variations observées s'expriment avec le plus de netteté dans les organes chlorophylliens; enfin, dans l'ensemble du végétal, l'arginine, précurseur des polyamines, atteint les valeurs les plus élevées, alors que la spermine demeure un composé mineur.

### Plantes arrosées

L'analyse microchromatographique permet de révéler, dans les plantes de Colza régulièrement arrosées, l'existence, en faible quantité, des polyamines putrescine et spermidine, la spermine apparaissant seulement à l'état de traces. Peu de différences apparaissent dans l'évolution des teneurs en macromolécules (fig.1a et b) et en polyamines (fig.1c et d) des organes aériens et souterrains, qui restent faibles au cours de la croissance végétative au stade rosette.

### Plantes asséchées

L'évolution des paramètres morphologiques et écophysiologicals caractérisant le comportement des plantes soumises à la sécheresse est reportée sur la figure 2, où les trois phases correspondant à la croissance, la sénescence induite et la survie sont reconnaissables (Balestrini et Vartanian, 1983). Les mouvements des métabolites suivis au

cours des différentes phases sont représentés sur les figures 3, 4 et 5.

#### A. Plantes entières

- Jusqu'au 25<sup>e</sup> jour, la période de croissance est marquée par une évolution métabolique qui diffère peu des plantes arrosées (fig.1, 3 et 4)
- Au cours de la phase de sénescence induite, à partir du 25<sup>e</sup> jour, les teneurs en RNA et protéines baissent progressivement et de façon parallèle dans les organes aériens et souterrains (fig.3a et b). Une augmentation d'arginine importante et sensiblement du même ordre peut être observée dans l'ensemble du végétal (fig.4a et b). Les teneurs en polyamines restent très faibles dans les racines. Dans les organes aériens par contre, la putrescine montre une augmentation sensible au cours de cette période.
- Après le 38<sup>e</sup> jour, la phase de survie est marquée par l'annulation quasi totale des teneurs en macromolécules (fig.3) et par une tendance à la stabilisation des polyamines (fig.4).

#### B. Racines courtes

Dans les racines courtes (fig.5), les teneurs en macromolécules et en polyamines sont d'emblée élevées, dès le début de la rhizogenèse de sécheresse et se maintiennent constantes au cours des phases de sénescence et de survie.

#### CONCLUSIONS

La localisation du potentiel adaptatif du végétal au niveau des racines courtes se trouve nettement confirmé par le maintien des teneurs en protéines, RNA et polyamines dans ces organes. Cette évolution caractéristique s'oppose au comportement métabolique général de sécheresse et fournit un argument en faveur de recherches concernant la morphogenèse adaptative, dans le domaine de la Biologie moléculaire, par exemple.

La carence hydrique progressive induit à partir d'un certain seuil, à l'échelle de la plante entière un métabolisme macromoléculaire caractérisé par une diminution globale des teneurs, et un métabolisme azoté de type accumulatif, où trois phases distinctes peuvent être reconnues. Dans les deux cas, ces résultats indiquent vraisemblablement des modifications des rapports synthèse, dégradation, que des études enzymatiques pourraient préciser. En outre,

le second aspect souligne l'importance des polyamines chez le Colza, comme substances intervenant de façon précoce et privilégiée lors de stress, et confirme leur rôle anti-sénescence souvent décrit (Altman et Bachrach, 1981, Geay, 1981).

## BIBLIOGRAPHIE

- ALTMAN A., BACHRACH U. 1981. Involvement of polyamines in plant growth and senescence. In C.M. Caldarella, V. Zap-pia, U. Bachrach, eds, Recent Advances in Polyamines Research, Vol.3. Raven Press. New York p. 365-375.
- ASHWELL G. 1957. In Methods in Enzymology, (Collowick S.P. and Kaplan N.O., eds) Vol.3. p.73. Academic Press, New York.
- BACHRACH U. 1973. Function of Naturally Occuring Polyami-nes. Academic Press, New York.
- BALESTRINI S. 1982. Variabilité génétique dans les réac-tions adaptatives à la sécheresse chez le Colza, Brassi-ca napus L. var. oleifera M. Thèse de 3e Cycle, Paris XI.
- BALESTRINI S. et VARTANIAN N. 1983. Rhizogenic activity during water stress-induced senescence in Brassica napus var. oleifera. *Physiol. Vég.*, 21 (2).
- GEAY A. 1981. Etude métabolique de l'adaptation à la sécheresse: variations des teneurs en acides aminés basi-ques et en polyamines de Sinapis alba L. et Brassica napus L. var. oleifera M. (Crucifères). D.E.A. Paris VI, 40 p.
- HANSON A.D., HITZ W.D. 1982. Metabolic responses of meso-phytes to plant water deficits. *Ann. Rev. Plant Physiol.* Vol. 33. 265-275.
- LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193. 265-275.
- VARTANIAN N. 1977. Influence des facteurs hydriques de l'environnement sur le système racinaire: aspects mor-phologiques, histologiques et écophysiologicals. Thèse Doct. Etat Paris XI, Orsay, 150 p.
- VILLANUEVA V.R. 1982. Polyamines and related compounds: assay methods. In Methods in Biogenic Amines Research H. Parver et al., eds Elsevier-Medical Press, Amster-dam and New York.

## Liste des figures

- Fig.1. Evolution des métabolites dans les plantes arrosées  
a et c organes aériens PR protéines totales  
b et d organes souterrains RNA acides ribonucléiques
- ARC = arginine PUT = putrescine  
SPD = spermidine SPM = spermine
- Fig.2. Evolution des paramètres écophysiologicals et morphologiques au cours du dessèchement.
- flux transpiratoire (g/plante/jour); ■—■ potentiel hydrique (- bars); ▲—▲ nombre de racines courtes formées sur l'ensemble du système racinaire.
- Fig.3. Evolution des protéines (PR) et des acides ribonucléiques (RNA) dans les organes aériens (a) et souterrains (b) des plantes asséchées.
- Fig.4. Evolution des polyamines dans les organes aériens (a) et souterrains (b) des plantes asséchées.
- Fig.5. Evolution des métabolites dans les racines
- a - Protéines et acides ribonucléiques (---) dans les racines courtes  
- Protéines et acides ribonucléiques (—) dans le système racinaire total
- b - polyamines dans les racines courtes.

FIG. 1

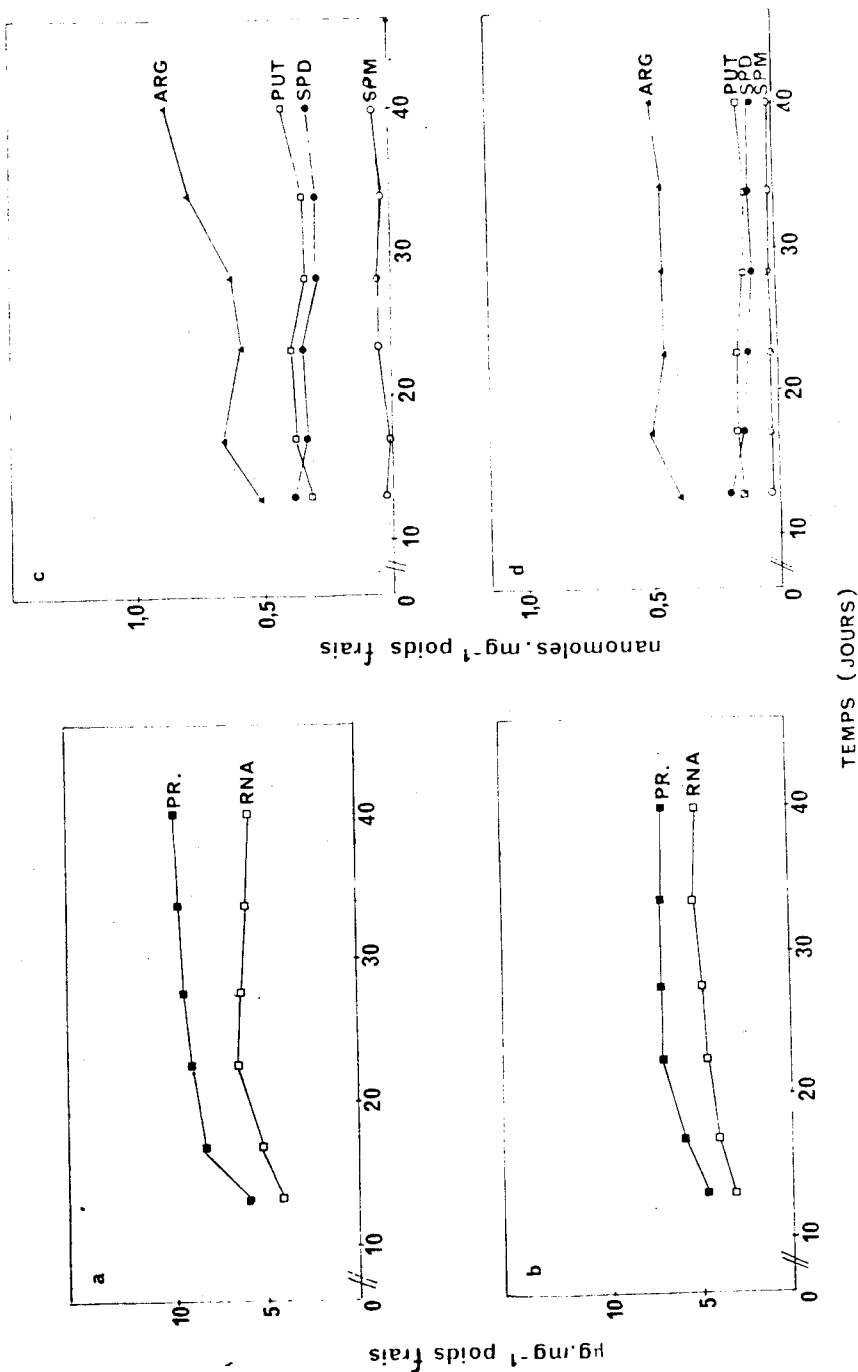


FIG. 2

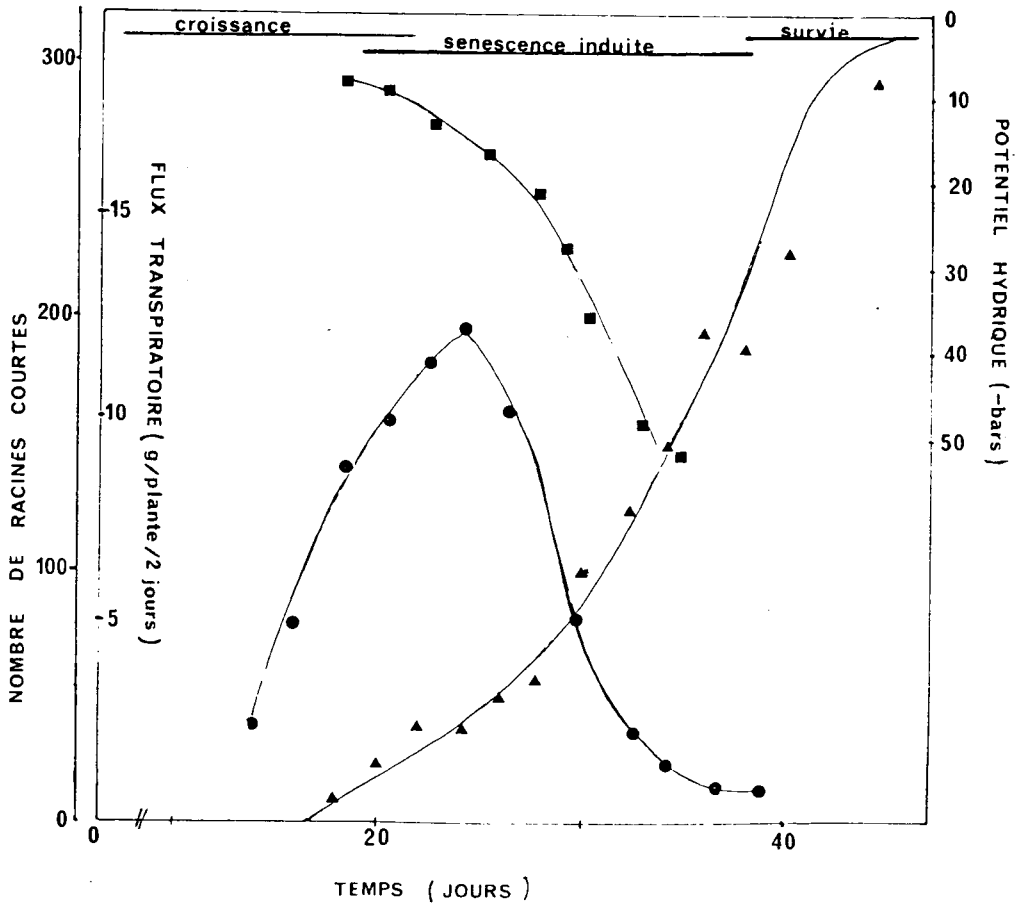


FIG. 3

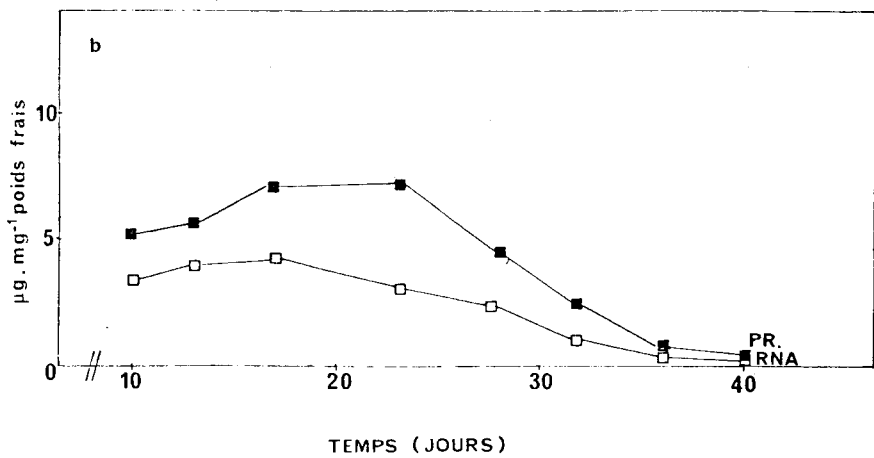
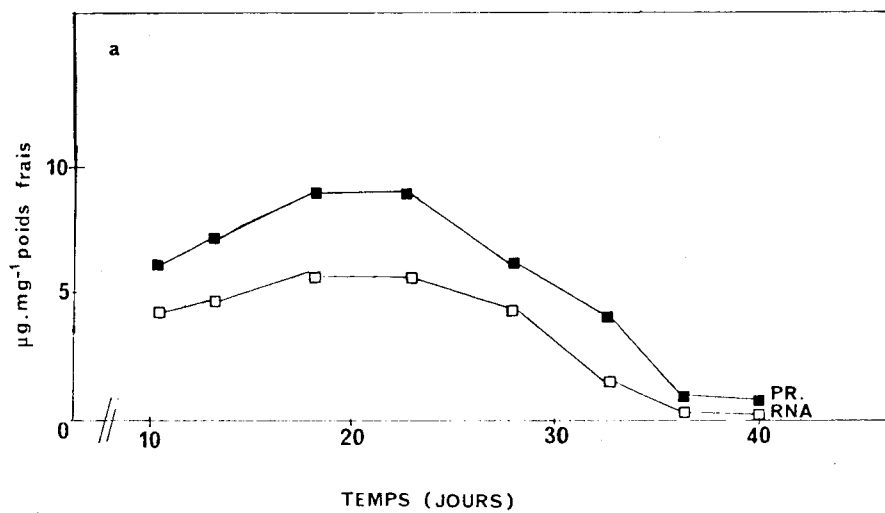




FIG. 4

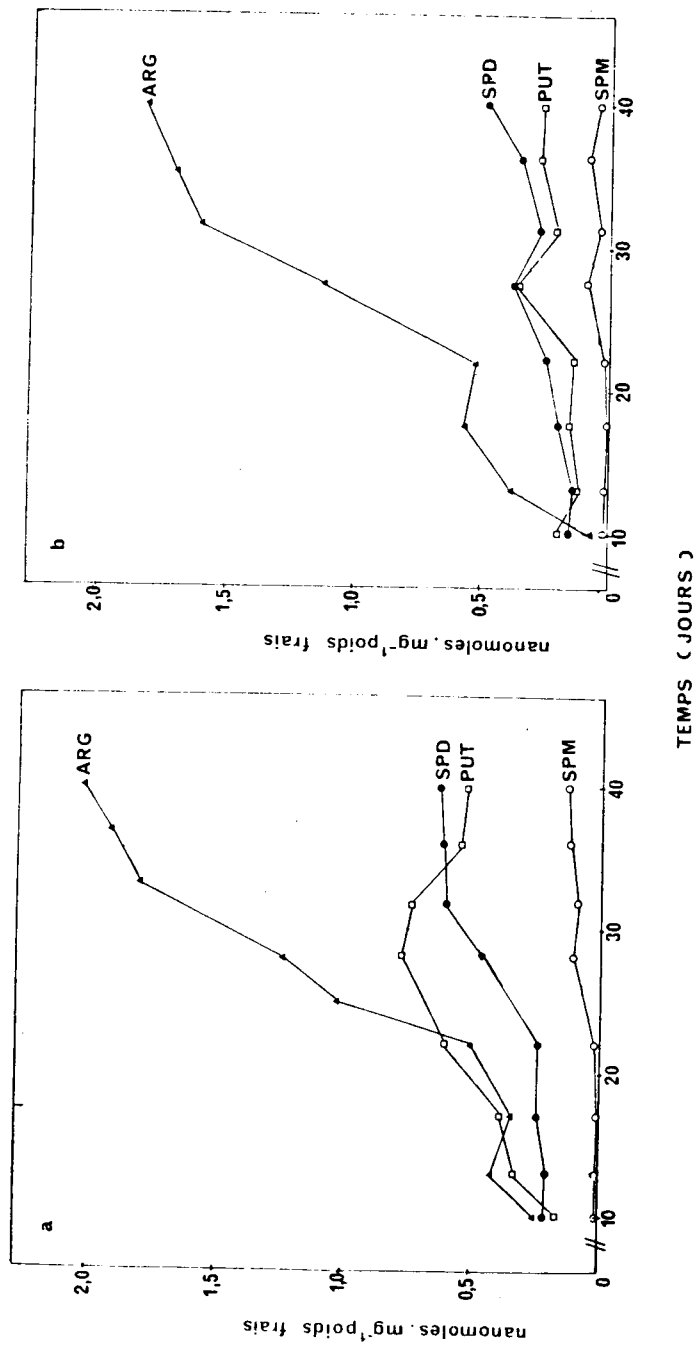
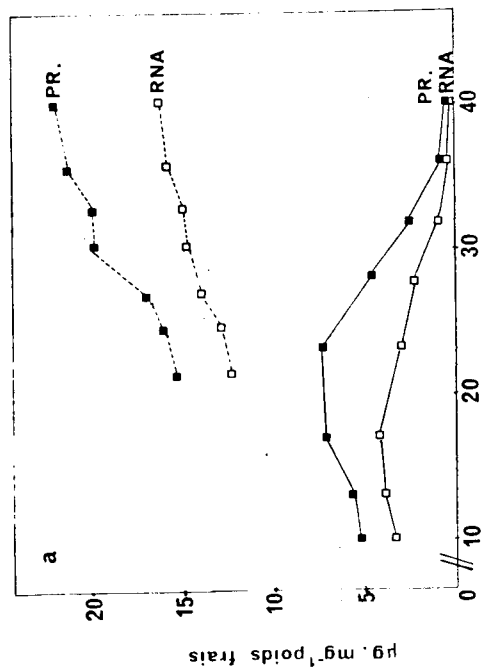
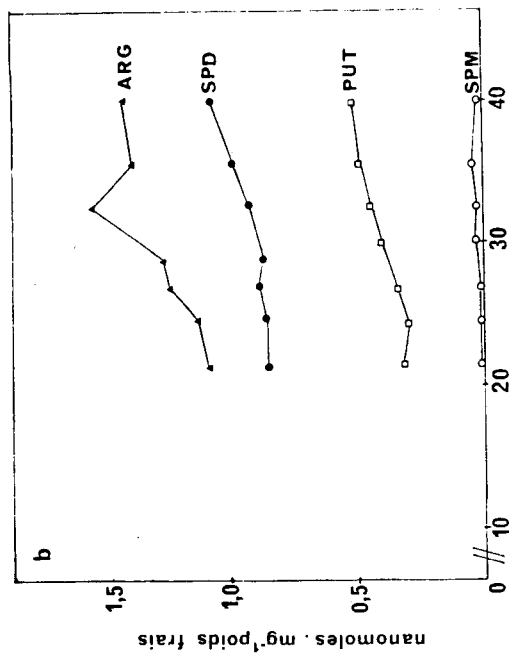


FIG. 5



TEMPS (JOURS)