

ETUDE DE LA PHOTOSYNTHESE ET DES TRANSFERTS D'ASSIMILATS
CHEZ LE COLZA DE PRINTEMPS

J.C. RODE*, M.JAY+, M.CHARTIER*, G.GOSSE*

Ce travail a été réalisé avec la participation du CETIOM¹ (M.ROLLIER), de l'ISARA² (B.FABRE) et de quatre de ses étudiants (N.CHOMEL, G.BURGAUD, A.LENOEL, O.LORAS).

INTRODUCTION

La modélisation de la production de graines chez le Colza de printemps (*Brassica napus* cultivar Brutor) passe par la mesure de la réponse des parties assimilatrices au rayonnement solaire d'une part, et par la connaissance de la dynamique de migration des assimilats d'autre part.

La caractérisation du fonctionnement des capteurs photosynthétiques suppose l'évaluation de toutes les surfaces vertes contribuant à la couverture des besoins trophiques de l'individu, ainsi que la mesure de leurs capacités métaboliques intrinsèques ; par cette double approche pourra être apprécié le potentiel source du végétal.

L'étude de la dynamique de distribution des assimilats permettra de raisonner certains aspects de l'architecture de la plante et de comprendre le rôle des divers capteurs dans l'élaboration du rendement.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons travaillé au cours de l'année 1982 sur une parcelle de Colza de printemps. La culture a été conduite selon les normes phytotechniques habituelles.

L'évaluation de la surface de capteurs est faite par planimétrie optique (HAYASHI-DENKO) ; la mesure de leur performance photosynthétique est effectuée en chambres d'assimilation selon la technique de CHARTIER M. et CHARTIER P. (1971) à 350 vpm de CO₂, sous plusieurs niveaux d'éclairement (jusqu'à 2200 µMol./m²/sec), et à deux températures (16-19 et 24-27°C).

L'étude des transferts d'assimilats fait appel à une technique de marquage qui consiste à faire assimiler un volume connu de ¹⁴CO₂ à une feuille donnée d'une plante cultivée au champ. Après des temps d'incubation de 6 à 72 h, la plante est découpée en compartiments ; les échantillons sont alors lyophilisés, broyés finement puis brûlés au four à combustion ; la radioactivité du CO₂ dégagé et piégé dans un solvant organique est mesurée à l'aide d'un compteur à scintillation liquide.

* INRA - Station de Bioclimatologie de Versailles

+ Université Claude Bernard de Lyon

1 CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux
Métropolitains

2 ISARA - Institut Supérieur d'Agriculture Rhône-Alpes.

LES CAPTEURS PHOTOSYNTHETIQUES DU COLZA

L'évolution au cours du cycle de végétation des surfaces photosynthétiques et de leur distribution au sein du couvert constituent un des aspects essentiels de la force potentielle des sources dont dispose la plante pour assurer sa croissance et son maintien.

Dans les conditions climatiques de l'année 1982, la figure n°1 rapporte l'évolution des indices de surfaces photosynthétiques (ISP). Il est à noter qu'entre le 15 avril et le 5 juin, ISP passe de 0 à 3,5 par le seul fait du développement foliaire ; c'est un LAI ou "Leaf Area Index". Du 5 juin au 15 juillet, l'ISP se stabilise à 4 mais avec substitution progressive d'un indice foliaire par un indice silicale ou PAI "Pod Area Index". Une des composantes originales de l'ISP du Colza repose sur cette importante contribution des surfaces silicales et pétiolaires au travail photosynthétique. On soulignera également le décalage dans le temps hautement significatif, entre les mises en place de ces deux indices ; ce décalage laisse présager des différences importantes dans l'orientation des produits assimilés.

Il convient de souligner un autre aspect original de cette architecture assimilatrice ; en effet, autre décalage temporel de mise en place des deux indices, il est à noter un décalage spatial puisque dans le couvert du Colza au début du mois de juillet, il existe deux strates vertes très marquées : une strate végétative basale et foliaire, et une strate reproductrice sommitale et fructifère. Cette disposition entraînera une baisse du rayonnement solaire transmis à la couche foliaire basse et aura des conséquences tant vis-à-vis de la performance métabolique que de l'état métabolique des parties photosynthétiques inférieures.

Le troisième critère définissant ces capteurs est leur capacité métabolique intrinsèque. Cette dernière est facilement mesurable au niveau de l'organe isolé, beaucoup plus difficilement au niveau de l'individu car l'expérimentateur se trouve confronté alors au double problème de l'ontogénèse et du vieillissement. En ce qui concerne les feuilles, les capacités photosynthétiques ont été mesurées sur des feuilles de rang 6 et des feuilles de rang 11, et dans chaque cas entre le 10ème et le 35ème jour après leur apparition (figure 2).

Sous éclairement saturant ($2000 \mu\text{Mole}/\text{m}^2/\text{sec}$) et sous 350 vpm de CO_2 , les feuilles de rang 6 ont un N_{max} qui chute de 1100 à 200 $\mu\text{g CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ entre le 2 juin et le 25 juin, alors que pour les feuilles de rang 11 cette évolution se passe entre 1100 et 500 $\mu\text{g CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ entre le 10 juin et le 10 juillet.

En ce qui concerne les ramifications fructifères, les résultats intéressent les siliques d'une part et les hampes et pétiotes de l'unité rameau d'autre part. Au stade G3 (25 juin) où a lieu la mesure, les siliques ont montré un N_{max} de 300 $\mu\text{g CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ alors que les hampes et les pétiotes ont un N_{max} de 600 $\mu\text{g CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$. Si on suit les conclusions de INANAGA & al. (1979) dont les résultats sont ponctuellement identiques aux nôtres, ce N_{max} se maintiendrait pendant environ 30 jours après la floraison assurant ainsi une partie importante de la croissance et du remplissage des siliques ; au delà, ce N_{max} chuterait très brusquement avec le mûrissement des fruits.

LE TRANSFERT DES ASSIMILATS

Le problème des migrations d'assimilats a déjà retenu l'attention des physiologistes étudiant le Colza (TAYO 1973, MAJOR & al. 1976, 1978, BRAR & THIES 1977). Nous avons essayé d'aborder cette question avec un souci de compréhension globale de la plante et de la culture ; nous avons pour cela réalisé des incorporations de $^{14}\text{CO}_2$ à 5 stades de développement (un stade montaison, un stade préfloraison, deux stades floraison et un stade début de fructification) et dans chaque cas nous avons suivi les assimilats dans au moins 4 compartiments (tableau 1) : deux compartiments végétatifs (axe feuillé situé sous la source, tiges et pétioles situés au-dessus de la source) et deux compartiments reproducteurs (hampe fructifère principale, ramifications fructifères latérales).

Entre les stades E et G3 (montaison - fin de floraison), soit pendant 30 jours, la feuille exporte de 60 à 40 % de ses assimilats au cours des 24 heures qui suivent l'incorporation ; au stade G4 (fructification), l'exportation n'est plus que de 15 % ; cette chute brutale de la capacité exportatrice de la source est à mettre en relation avec un processus de délabrement métabolique qui atteint le matériel foliaire à cette époque ; on peut également invoquer un phénomène de turn-over qui au niveau de la feuille viendrait compenser une remobilisation de la matière organique (M.O.) précédemment accumulée.

Au niveau des stades qui encadrent la floraison (E, F1, G2 et G3) on assiste à une migration qui progressivement se ralentit en direction des parties végétatives et qui par contre favorise très significativement les parties reproductrices. Schématiquement, alors qu'aux stades E & F1, 90 % des assimilats servent à la croissance végétative, et seulement 10 % au développement floral, la proportion devient 50-50 lorsque les puits fructifères se manifestent au stade G3. Il est à souligner que les puits végétatifs ont atteint alors leur taille adulte et que les assimilats qui leur parviennent n'ont d'autre fonction que d'assurer leur maintien ; néanmoins, vu l'importance de cette couverture de maintien, on peut penser qu'il existe parallèlement un phénomène de turn over assurant le renouvellement d'une M.O. remobilisée en direction des fruits.

Au stade G4 nettement post-floral mais précédant encore la maturation des siliques, le faible niveau d'exportation de la source rend difficile le suivi des assimilats ; toutefois, il apparaît assez clairement que la répartition des assimilats fournis par la quatrième feuille lancéolée à partir de l'apex est différente si la plante étudiée possède ou non une ramification à son aisselle. La distribution des assimilats vers les puits fructifères est donc conditionnée par l'architecture de la plante.

Cette approche expérimentale du transfert des assimilats montre donc que malgré leur capacité de photosynthèse, les enveloppes vertes de la strate fructifère ne suffisent pas à couvrir les besoins de remplissage des fruits. Le complément est assuré d'une part par la migration d'assimilats primaires en provenance des feuilles inférieures et, d'autre part, par la migration de M.O. secondaire remobilisée comme en témoigne l'importation trop importante pour assurer un simple maintien dans le cas des tiges et des racines, ou la forte rétention dans le cas des feuilles.

La contribution globale des différents organes à la formation de la matière sèche est donnée à la figure 3.

CONCLUSIONS

Au plan de la fourniture d'assimilats, la culture de Colza de printemps peut compter sur la participation de deux sources séparées dans le temps et dans l'espace ; la strate végétative inférieure, la première fonctionnelle, est en effet progressivement complétée par une strate reproductrice supérieure. On peut penser que leur fonctionnement respectif est réglé par des influences stimulatrices (hormonales en particulier) et inhibitrices (phénomène d'ombrage) réciproques. Cela a pour conséquence un phénomène de substitution au fur et à mesure que l'on se rapproche du stade maturation des siliques. Une étude précise de la migration des assimilats montre que début juillet les feuilles participent à l'élaboration de la MS des graines en complément du travail photosynthétique des enveloppes fructifères ; il semble que cette participation revête un aspect classique de migration d'assimilats photosynthétiques et un aspect indirect de remobilisation de matière organique de réserve. Ce dernier aspect semble concerner aussi l'appareil caulinaire. Il faut enfin souligner le rôle de l'architecture de la plante (structure du peuplement) sur la répartition des assimilats.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAR G., THIES W., 1977 - Contribution of leaves, stem, siliques and seeds to dry matter accumulation in ripening seeds of rape-seed, *Brassica napus* L. *Z. Pflanzenphysiol.* 82, 1-13.
- CHARTIER M., CHARTIER P., 1971 - Design of an air conditioned assimilation chamber for detached leaves. *Photosynthetica* 5 (1) 74-75.
- INANAGA S., KUMURA A., MURATA Y., 1979 - Studies on matter production of rape plants (*Brassica napus*). *Photosynthesis and matter production of pods.* *Japan J. crop Sci.* 48, 260-264.
- MAJOR D.J., CHARNETSKI W.A., 1976 - Distribution of ^{14}C labeled assimilates in rape plants. *Crop Sci.* 16.
- MAJOR D.J., BOLE J.B., CHARNETSKI W.A., 1978 - Distribution of photosynthates after $^{14}\text{CO}_2$ assimilation by stems leaves and pods of rape plants. *Can. J. Plant Sci.* 58, 783-787.
- TAYO T.O., 1973 - The analysis of the physiological basis of yield in oil seed rape (*Brassica napus* L.) Part III Chapter 4. Assessment of the assimilatory contribution of leaves bracts and pods to the development of flowers, pods and seeds. *These Univ. Cambridge* 51-73.

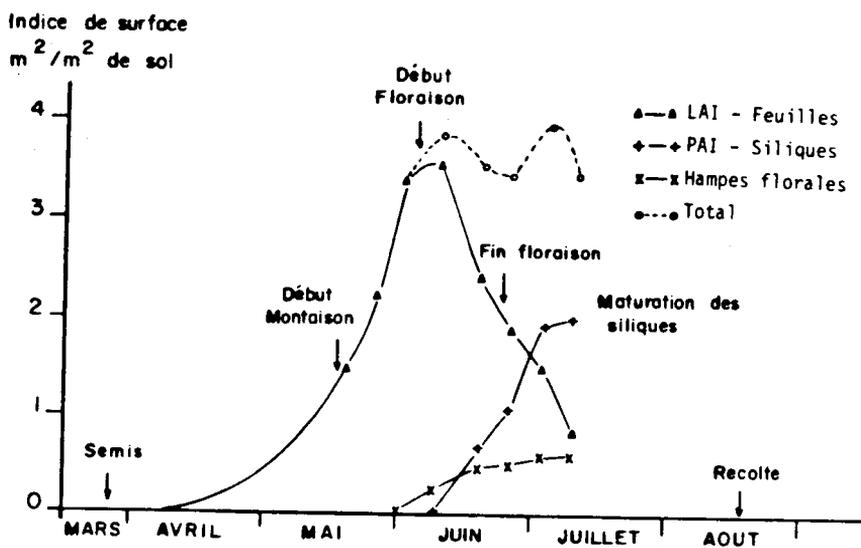


Fig. 1 - Evolution dans le temps des indices de surfaces photosynthétiques de feuilles siliques et hapes florales

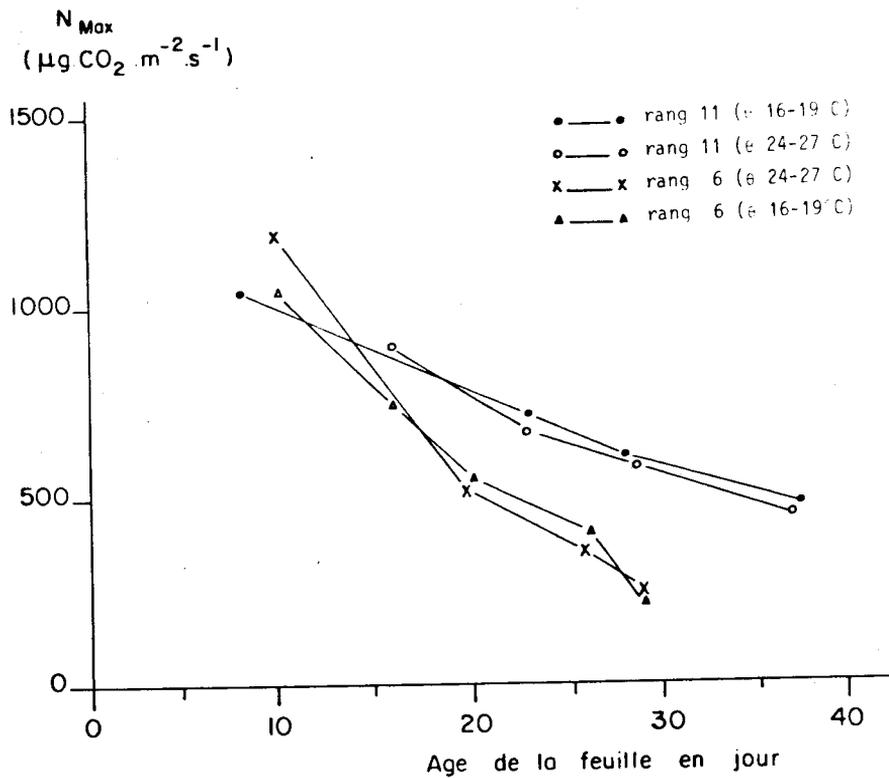


Fig. 2 - Evolution de l'assimilation nette maximale des feuilles.
 Température : 16 à 19°C

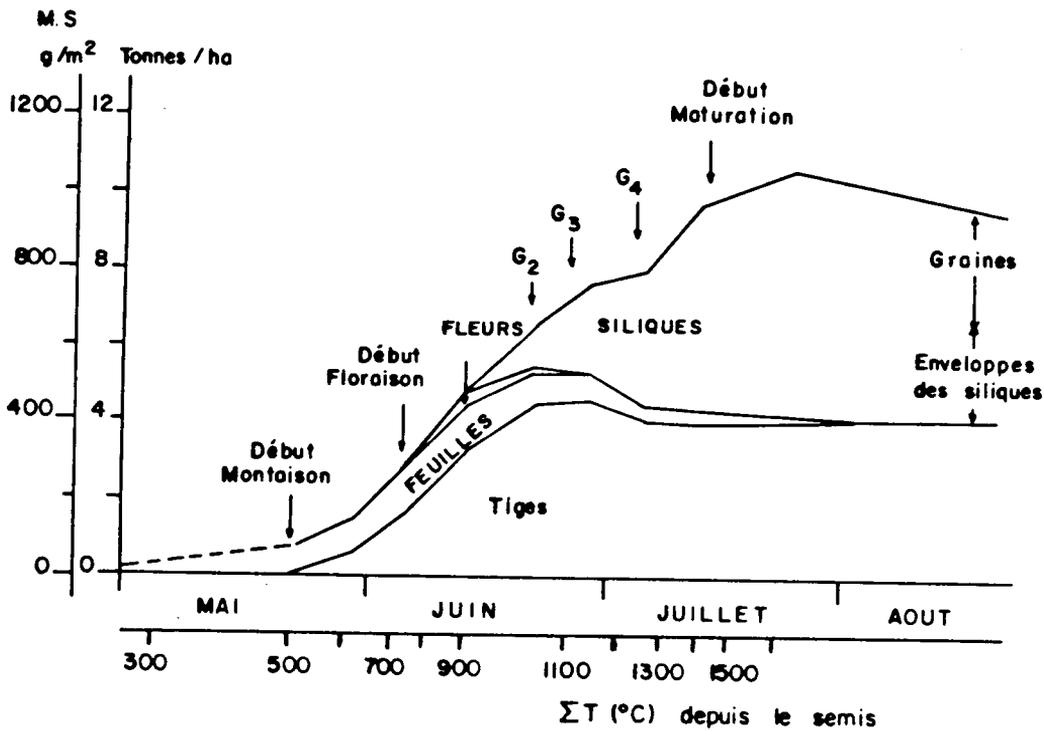


Figure 3 : Contribution des différents organes à la formation de matière sèche aérienne

STADE PHENOLOGIQUE	E	F ₁	C ₂	C ₃	G ₄		
					3 Ramifi- cations	4 Ramifi- cations	
NATURE DE LA FEUILLE	VERTE GAUPREE	BASSE	FEUILLE LANCEOLEE DE RANG 4 A PARTIR DE L'APEX				
% ASSIMILATS EXPORTEES	62	43	52	40	15		
TOTAL PARTIE VEGETATIVE	95	82	64	51	On n'a pas pris en compte ici la partie végétative située sous la feuille marquée.		
TOTAL PARTIE REPRODUCTRICE	5	18	36	49			
PARTIE VEGETATIVE	46	42	25	20			
PARTIE REPRODUCTRICE	49	40	39	31	76	32	
AXE PRINCIPAL	5	6	20	22	AXE PRINCIPAL		
RAMIFICATIONS	/	12	16	27	24	8	
% ASSIMILATS EXPORTEES VERS LA RAMIFICATION SITUÉE A L'AISELLE DE LA FEUILLE MARQUÉE							60

TABEAU I

Répartition des assimilats en fonction du stade phénologique (moyenne de prélèvements après 6, 24, 48 et 72 heures de migration).