

ANALYSE DE LA CROISSANCE ET DU DÉVELOPPEMENT DES SILIQUES DU COLZA D'HIVER

(*Brassica napus* L.)

Ph. LETERME

Chaire d'Agronomie INA-PG

78850 THIVERVAL-GRIGNON

RESUME

Grâce à des études menées au champ depuis 1979 sur la variété JET NEUF, nous avons mis en évidence deux phases dans l'ontogénie de la silique :

- La première, dite d'hétérotrophie, correspond à la période de croissance en longueur de la silique et est sous la dépendance du feuillage. Il s'y détermine très précocement le nombre de grains.
- La seconde, dite d'autotrophie, durant laquelle la croissance est fonction de la quantité de rayonnement interceptée par la silique. Les parois, puis les grains, apparaissent prioritaires quant à l'affectation de la matière sèche produite.

Un modèle du fonctionnement des siliques est proposé en conclusion.

Le nombre de siliques produites par une culture de Colza d'hiver est généralement inférieur au nombre de fleurs ayant réalisé leur anthèse : les praticiens parlent alors d'avortement et considèrent ce phénomène comme une cause majeure de limitation des rendements en grain.

Nous nous proposons, dans la suite de ce mémoire, d'étudier les mécanismes de croissance et de développement des siliques en vue de mieux comprendre les causes de l'avortement et des variations de production par silique constatées.

Pour de nombreux auteurs (cités par LETERME, 1983), ce sont les conditions d'alimentation carbonée des siliques qui déterminent leur production ou leur avortement. Les siliques adopteraient tour à tour :

- . Un comportement de "puits" pour le carbone : leur croissance serait alors dépendante des migrations d'assimilats carbonés issus du feuillage, ce qui en contrepartie conduirait à la sénescence des feuilles.
- . Un comportement de "source" : les siliques s'auto-alimenteraient en carbone par leur propre photosynthèse et assureraient ainsi la nutrition carbonée des grains qu'elles contiennent.

Notre travail vise à définir le moment où les siliques changent de comportement et les caractéristiques du milieu et de la végétation susceptibles d'agir sur leur croissance et leur développement.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons travaillé au champ avec la variété JET NEUF. Le principe a été de suivre la croissance de siliques, issues de fleurs dont on connaissait la date d'anthèse, portées par des pieds ayant été défoliés totalement à des dates différentes. De cette façon, il a été possible d'analyser l'intensité des répercussions de ces défoliations sur la croissance des siliques en fonction du moment où elles survenaient. Par ailleurs, nous avons procédé aux habituelles observations (nombre de grains, matière sèche totale, des grains, des parois) à la récolte.

Le Tab. 1 récapitule les différentes expérimentations ainsi que les conditions d'alimentation hydrique exprimées par la comparaison entre les évapotranspirations maximales (ETM) et réelles (ETR).

ANNEE	LIEU	ORGANES OBSERVES	OBSERVATIONS REALISEES	ALIMENTATION HYDRIQUE
1980	DIJON (Cote d'Or)	Siliques de fleurs de date d'anthèse connue.	. Croissance en longueur . Composantes finales	ETR = ETM
1981	GRIGNON (Yvelines)	Idem sur pieds . non défoliés . défoliés début, mi-, fin floraison	Idem	ETR = ETM
1982	GRIGNON (Yvelines)	Idem	. Croissance en matière sèche . Composantes finales	ETR < ETM

TABLEAU 1
RECAPITULATION DES EXPERIMENTATIONS SUIVIES

RESULTATS ET DISCUSSION

A - Mise en évidence de 2 phases distinctes au cours de l'ontogénie de la silique

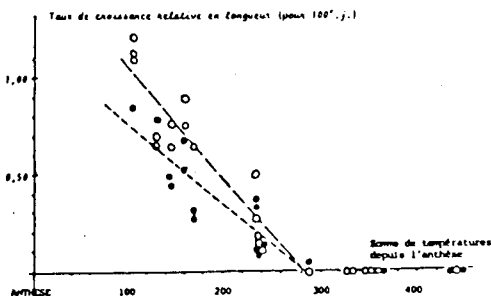
L'étude des courbes de croissance de siliques sur des pieds défoliés ou témoin nous a permis de mettre en évidence 2 phases :

. Une phase où la croissance apparaît affectée par la défoliation. La Fig. 1 représente la variation du taux de croissance relative en longueur des siliques en fonction du temps exprimé en somme de températures depuis l'anthèse, pour des situations témoin et des situations défoliées.

FIGURE 1 - EVOLUTION DU TAUX DE CROISSANCE RELATIVE EN LONGUEUR DES SILIQUES EN FONCTION DU TEMPS (Somme de degrés.jours depuis l'anthèse) EN SITUATIONS DEFOLIEES OU NON (GRIGNON, 1981)

o : Siliques de pieds non défoliés
 $y = 165 - 0,59 x$
 $r^2 = 0,86$

● : Siliques de pieds défoliés
 $y = 119 - 0,42 x$
 $r^2 = 0,83$

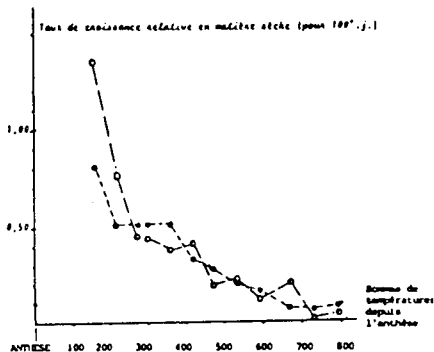


On constate que, si l'évolution est similaire pour les 2 situations, on a des taux de croissance relative en longueur statistiquement plus faibles pour les siliques de pieds défoliés : la croissance en longueur des siliques apparaît donc affectée par l'absence de feuilles du pied.

. Une phase où la croissance n'apparaît pas modifiée par la défoliation. La Fig. 2, construite sur le même principe que la Fig. 1, mais où apparaît le taux de croissance relative en matière sèche (M.S.), nous montre, qu'au-delà de 300 degrés.jour, donc après que la silique ait atteint sa longueur finale, on a exactement la même évolution du taux relatif de croissance en M.S., que la silique soit sur un pied défolié ou non.

Légende identique à celle de la Fig. 1

FIGURE 2 - EVOLUTION DU TAUX DE CROISSANCE RELATIVE EN MATIERE SECHE DES SILIQUES EN FONCTION DU TEMPS (somme de degrés.jour depuis l'anthèse) EN SITUATIONS DEFOLIEES OU NON (CRIGNON, 1982)



Il apparaît donc que 2 phases se succèdent durant l'ontogénie de la silique :

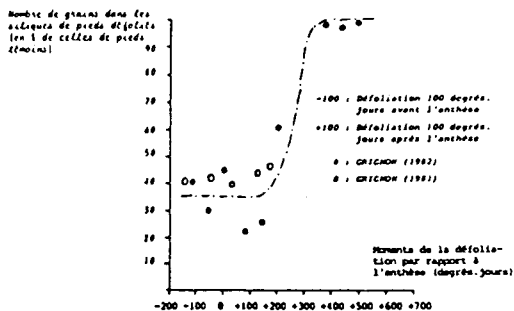
- . une phase d'hétérotrophie carbonée : la croissance en longueur des siliques est affectée par les défoliations ;
- . une phase d'autotrophie carbonée apparente, qui succède à la précédente, où la croissance de la silique en M.S. est indépendante du feuillage.

B - Analyse du déroulement des 2 phases

1 - La phase d'hétérotrophie

A l'issue de cette phase, la longueur finale de la silique est atteinte. Il en est de même du nombre de grains : en effet, toute silique effectuant sa phase d'hétérotrophie en situation défoliée voit son nombre de grains sensiblement affecté (Fig. 3).

FIGURE 3 - VARIATIONS D'EFFET DES DEFOLIATIONS SUR LE NOMBRE DE GRAINS DES SILIQUES EN FONCTION DE LEUR MOMENT PAR RAPPORT A L'ANTHESE

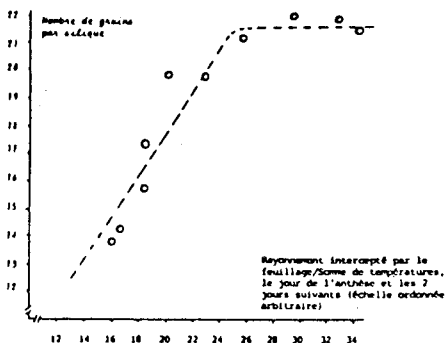


Ce résultat est conforme à ceux de PECHAN et al (1980) et de MENDHAM et al (1981) qui notent que l'avortement d'ovules se réalise rapidement après la fécondation.

Par ailleurs, nous avons pu mettre en évidence un très fort effet du niveau de rayonnement intercepté par le feuillage sur le nombre de grains des siliques et ceci, en interaction avec le régime des températures. La Fig. 4 représente la relation entre le nombre de grains moyen des siliques et le rythme de fourniture en assimilats, approché par le rapport du rayonnement capté par le feuillage à la somme de températures, durant la période de 3 jours débutant le jour de l'anthèse.

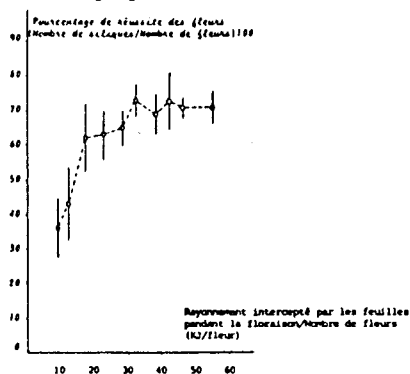
Cette période de 3 jours s'avère donc importante : il semblerait qu'il existe juste après l'anthèse une *phase critique* durant laquelle les besoins des ovules fécondés doivent être suffisamment rapidement satisfaits pour ne pas entraîner d'avortement.

FIGURE 4 - RELATION ENTRE RYTHME DE FOURNITURE EN ASSIMILATS ET NOMBRE DE GRAINS PAR SILIQUE (DIJON, 1980)



Enfin, il apparaît que c'est pendant la phase d'hétérotrophie que se décide si une silique avorte ou non. En effet, il existe à l'échelle du peuplement une relation à seuil entre le rayonnement intercepté par le feuillage rapporté au nombre de fleurs produites et le pourcentage de réussite des organes floraux (Fig. 5).

FIGURE 5 - RELATION ENTRE RÉUSSITE DES FLEURS (Pourcentage moyen et intervalle de confiance 95%) ET QUANTITÉ DE PHOTOSYNTHÉTATS DISPONIBLE PAR FLEUR (approché par le rayonnement intercepté par le feuillage pendant la floraison divisé par le nombre de fleurs)



Le fait que le niveau de la surface foliaire durant la floraison soit déterminant nous fait dire que c'est l'intensité des transferts d'assimilats depuis les feuilles vers les siliques qui détermine cette réussite, et que c'est donc pendant sa phase d'hétérotrophie qu'une silique y est sensible.

Les conditions dans lesquelles se déroule la phase d'hétérotrophie apparaissent donc très importantes : elles déterminent :

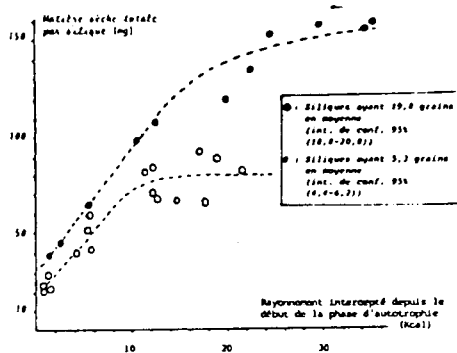
- . L'avortement, ou non, de la silique
- . Le nombre de grains de la silique
- . La longueur finale, soit pratiquement la surface de la silique et donc ses possibilités de captage ultérieur de rayonnement.

2 - La phase d'autotrophie

La croissance en M.S. totale d'une silique, au cours de la phase d'autotrophie, apparaît déterminée par la quantité de rayonnement qu'elle est capable d'intercepter du fait de sa surface. La Fig. 6 (p. 5) nous montre que la valorisation de l'énergie captée, en terme de M.S., est constante au début de la phase avant de diminuer progressivement du fait, d'une part de la lipidosynthèse, et d'autre part, du vieillissement de la silique.

De plus, on peut noter, que le nombre de grains de la silique ne modifie pas cette valorisation de l'énergie. Les différences entre les 2 courbes de la Fig. 6 résultent :

FIGURE 6 - EVOLUTION DE LA CROISSANCE EN MATIERE SECHE DES SILIQUES EN FONCTION DU RAYONNEMENT INTERCEPTÉ POUR 2 NIVEAUX DU NOMBRE DE GRAINS (GRIGNON, 1982)



- . d'une M.S. au début de la phase d'autotrophie plus faible pour les siliques avec peu de grains ;
- . d'une surface de silique différente limitant, de ce fait, la quantité de rayonnement intercepté par les petites siliques. En effet, dans les 2 cas présentés à la Fig. 6, l'arrêt de croissance se réalise pour une somme de température de l'ordre de 600 degrés.jour depuis le début de l'autotrophie : cette durée permet aux siliques de grande taille (beaucoup de grains) d'intercepter plus de 30 Kcal, contre moins de 20 pour les petites (peu de grains).

Le poids final d'une silique dépend donc de ses possibilités de photosynthèse : sa surface et le rayonnement incident seront donc très importants, ainsi que l'ensemble des autres paramètres susceptibles d'intervenir sur le processus photosynthétique, notamment les conditions d'alimentation hydrique. A ce propos, la comparaison des croissances de siliques entre GRIGNON 1982 et DIJON 1980, est riche d'enseignement, la première des situations étant caractérisée par un déficit hydrique (Tab. 1). On constate, en effet, que la valorisation de l'énergie captée est plus faible à GRIGNON, mais que ce défaut de croissance en M.S. se répercute de façon différente sur les parties constituantes de la silique (grains et parois) selon le moment auquel il se situe. Le Tab. 2 présente les valorisations de l'énergie en M.S. observées pour des siliques ayant le même nombre de grains.

On observe qu'au début (0 à 300 degrés.jour), un défaut de croissance globale affecte principalement les grains : *Les parois apparaissent prioritaires quant à l'affectation de la M.S.* Au-delà de 300 degrés.jour, la situation s'inverse : *ce sont les grains qui apparaissent prioritaires.*

Somme de températures depuis l'autotrophie (degrés.jours)		0	300	600
M.S. formée (mg/Kcal interceptée)	DIJON	9	9	0
	GRIGNON	6	6	0
Affectation de la M.S.	Parois	3	3	0
	GRIGNON	3	0	0
M.S. formée	Grains	6	6	0
	GRIGNON	3	6	0

TABLEAU 2

EVOLUTION DE LA VALORISATION EN M.S. DE L'ENERGIE CAPTEE A DIJON ET A GRIGNON POUR LA SILIQUE ENTIERE, SES PAROIS ET SES GRAINS

Par ailleurs, le fait que l'on puisse définir d'éventuels surplus de M.S. disponibles pour les parties non prioritaires (grains au début, parois ensuite) laisse supposer qu'il existe des limites à l'accumulation dans un organe donné. Pour des siliques de même surface, comme c'est le cas ici, la quantité de rayonnement intercepté étant fortement corrélée au temps, on peut interpréter ces limites comme liées à des vitesses maximales d'accumulation.

Durant la phase d'autrophie, outre les conditions et facteurs généraux de la croissance, le rayonnement incident en interaction avec la température s'avère donc déterminant : des rayonnements élevés combinés à des températures fraîches apparaissent préférables en permettant aux siliques d'intercepter, durant leur période d'autotrophie, un maximum d'énergie.

CONCLUSION

La connaissance des différentes étapes se déroulant au cours de l'ontogénie de la silique, doit permettre de mieux comprendre les variations enregistrées au champ, tant du point de vue de la proportion d'organes floraux s'avérant productifs que du point de vue du nombre de grains par silique et poids moyen des grains. La Fig. 7 résume nos principales conclusions : nous y présentons un modèle de fonctionnement de la silique rendant compte du niveau des principales composantes de la production. Ce modèle est relatif à une silique : pour en déduire les composantes moyennes de production de la plante ou du peuplement, il est nécessaire de le faire fonctionner pour chaque génération de siliques en modifiant, à chaque fois, le niveau des variables d'entrée.

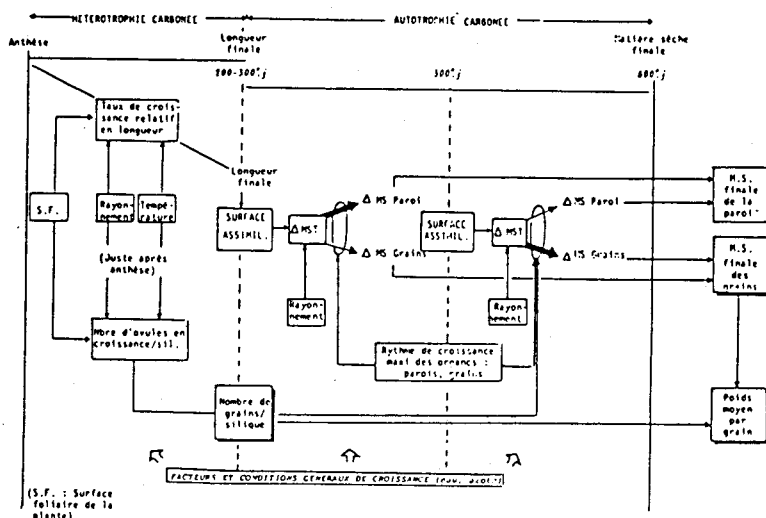


FIGURE 7 - MODELE DE FONCTIONNEMENT D'UNE SILIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LETERME Ph., 1983 - Elaboration du rendement du Colza d'hiver (*Brassica napus* L.) : Contribution à l'étude de la production de siliques du peuplement.
Thèse de Docteur-Ingénieur "Sciences Agronomiques". INA-PG (à paraître)
- MENDHAM N.J., SHIPWAY P.A., SCOTT R.K., 1981 - The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.).
J. Agric. Sci., Camb., 96, 389-416.
- PECHAN P.M., BASHFORD J.A., MORGAN D.G., 1980 - The use of radiography in studies of pod growth in oil-seed rape (*Brassica napus* L.)
J. Agric. Sci., Camb., 95, 25-27.