DYNAMIQUE DES RESERVES CARBONEES CHEZ LE COLZA D'HIVER

IMPACTS SUR LA CROISSANCE

Isabelle QUILLERE, Anne-Marie TRIBOI
Station d'Agronomie INRA, Domaine de Mondésir
63039 CLERMONT-FERRAND CEDEX (FRANCE)

RESUME

La dynamique des réserves carbonées du colza d'hiver au champ (variété Jet Neuf), a été suivie par dosage des glucides (solubles et amidon) contenus dans les différents organes des plantes. L'objectif de l'étude était l'estimation de la contribution des réserves carbonées à la croissance et au rendement.
Les principaux résultats sont :
- Au cours du cycle, tous les organes de la plante peuvent jouer le rôle de réservoir à moyen ou long terme pour les assimilats.
Au cours de la phase automno-hivernale, la teneur en glucides de la plante entière est élevée (environ 30 %), mais la quantité de glucides relativement faible compte tenu de la biomasse présente. Au cours de la phase reproductrice, la teneur en glucides de la plante diminue alors que la quantité de glucides augmente fortement au cours des stades montaison et floraison puis chute de façon importante au cours de la phase de remplissage du grain.
- La mobilisation nette des réserves présentes dans les divers organes de la plante, s'effectue tout au long de la phase reproductrice : réserves racinaires puis foliaires au cours de la période reprise de végétation-floraison, et réserves des tiges, inflorescences puis gousses après la fin de la floraison.
La contribution des réserves à la croissance végétative reste très faible dans les conditions de culture du Centre de la France. Par contre la contribution au rendement via la croissance des grains pourrait avoisiner 20 % (exprimée en équivalents-glucose).
- Les techniques culturales (époque et densité de semis, fertilisation azotée) influent sur l'importance des réserves et leur dynamique mais les différences de rendement observées ne semblent pas y être liées.

INTRODUCTION

Des travaux portant sur le colza signalent qu'au cours de certaines phases du cycle, plusieurs organes de la plante pourraient constituer des organes de réserve :
- Ainsi PICARD (1968) et MOULE (1972) indiquent que le pivot du colza d'hiver peut servir d'organe de réserves carbonées au cours de la phase en rosette. Ces réserves seraient utilisées tout au long de la phase reproductrice jusqu'à la maturation des grains et notamment au moment de la reprise au printemps pour la formation des feuilles alors que la surface foliaire des plantes est souvent très réduite. Mais à notre connaissance ces indications ne reposent sur aucun fondement expérimental.
- RODE *et al* (1983), mesurant les transferts d'assimilats marqués au $^{14}CO_2$ sur colza de

printemps, ont supposé que les racines, tiges et feuilles pouvaient servir d'organes de stockage au cours de la phase reproductrice et se vider pour la croissance des grains.
- Enfin NORTON & HARRIS (1975) observent qu'au cours de la phase de remplissage du grain, la biomasse de la gousse diminue et que du glucose et du fructose disparaissent, probablement transférés vers les grains.

C'est à ces phénomènes et plus globalement à la dynamique des réserves carbonées et à leur contribution à la croissance que nous nous sommes intéressés.

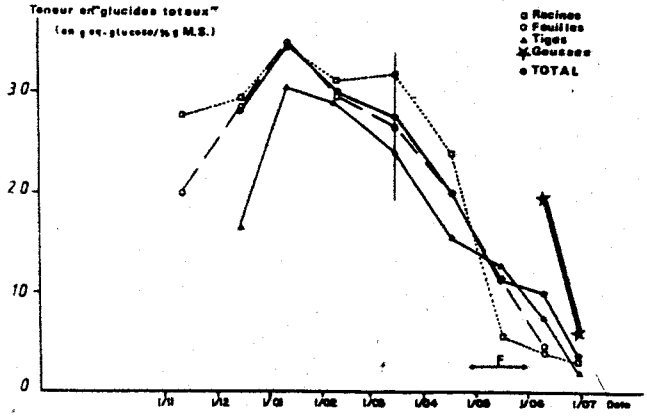
MATERIEL ET METHODES

Nous avons travaillé au champ, une année (1983/84), avec la variété Jet Neuf. Le principe a été de suivre, au cours d'un cycle complet de végétation, l'évolution des glucides solubles (dans l'éthanol à 40 %) et de l'amidon dans les différents "compartiments" du peuplement en parallèle avec la croissance. L'étude a été menée avec différentes techniques culturales (QUILLÉRE, 1986). Nous ne présenterons ici que les résultats obtenus avec une culture semée le 14 septembre et levée le 20 (semis normal à tardif dans nos conditions climatiques) sur sol argilo-calcaire de Limagne, à faible densité (23 plantes par m^2).
Nous avons effectué 9 prélèvements au cours du cycle (surface $0,5m^2$) avec 3 répétitions. Chaque plante est prélevée, le matin, à la bêche (le système racinaire est extrait sur une profondeur de 30 cm). Au cours de l'échantillonnage, on sépare chaque plante en ses différents organes. On constitue ainsi des lots d'organes ou "compartiments" du peuplement. Ces lots sont pesés frais puis secs. Une partie de chaque lot est placée au congélateur (-28°C) puis lyophilisée (-28°C) et broyée. Le dosage s'effectue sur un échantillon moyen provenant des 3 répétitions. Les résultats de dosage s'expriment en glucides totaux (somme des glucides solubles et de l'amidon exprimée en g d'équivalents glucose).
Pour estimer la contribution des réserves à la croissance végétative ou à la croissance des grains, nous avons utilisé les équations proposées par l'équipe de PENNING de VRIES (PENNING de VRIES, 1975 et PENNING de VRIES *et al.*, 1979).

RESULTATS ET DISCUSSION

A. Evolution de la teneur en glucides totaux (fig. 1)

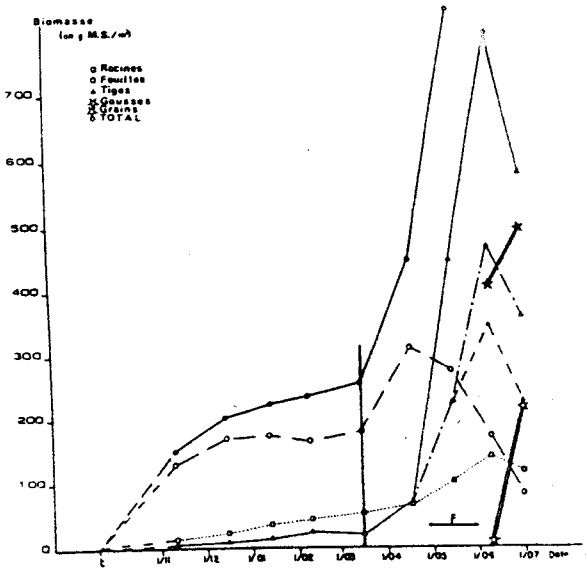
Figure 1



On remarque que les teneurs en glucides des différents organes de la plante suivent la même évolution et prennent des valeurs voisines tout au long du cycle de culture.
On peut distinguer 2 phases :
- jusqu'à mi-janvier les teneurs augmentent, la vitesse de mise en réserve est donc supérieure à la vitesse de croissance ;
- puis, au cours de l'hiver, jusqu'à mi-mars (début reprise de végétation) les teneurs chutent légèrement surtout dans les feuilles, enfin jusqu'à fin juin (dernier prélèvement exploitable, par la suite des problèmes phytopathologiques sont apparus) elles chutent de façon beaucoup plus importante. Peu avant la maturité la teneur en glucides de la plante entière est inférieure à 5 %.
Au cours de la phase automno-hivernale la plante entière constitue un réservoir d'assimilats, la teneur en glucides est élevée (proche de 30 %). Il n'y a pas d'organes spécialisés pour la mise en réserve. Celle-ci est précoce, surtout dans les racines où dès début novembre, c'est-à-dire 1,5 mois après la levée, la teneur atteint déjà 28 % de la matière sèche. Pourtant jusqu'alors les températures étaient douces et la plante était dans une phase active de croissance (POUZET *et al.*, 1983).
Peu avant la maturité, la teneur en glucides est proche de 0, il semble donc qu'on puisse parler de mise en réserve puis de mobilisation des réserves. Néanmoins quand la croissance est importante elle peut conduire à un simple phénomène de dilution des réserves dans la biomasse totale, sans que les réserves aient été utilisées. Il faut donc observer l'évolution des quantités de glucides pour conclure.

B. Evolution de la biomasse (fig. 2)

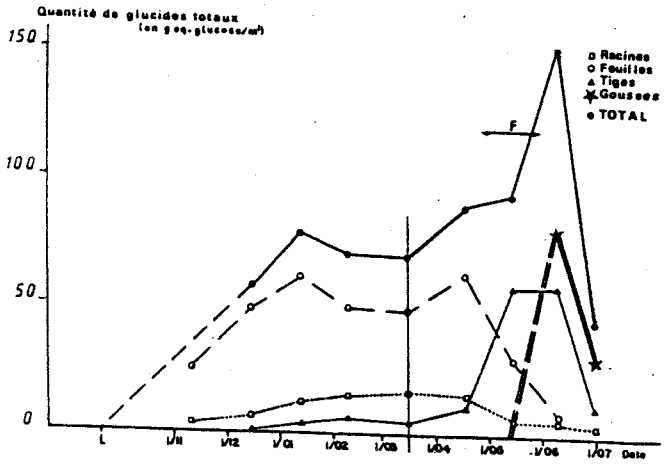
Figure 2



La croissance du colza d'hiver au cours d'un cycle de végétation est bien connue et a déjà été décrite par de nombreux auteurs dont MENDHAM & SCOTT (1975). La biomasse totale (apparente) présente 2 phases de croissance, en automne (jusqu'à mi-décembre) et après la reprise de végétation au printemps jusqu'à la récolte, séparées par un arrêt de croissance plus ou moins marqué au cours de l'hiver.
Au cours de la phase automno-hivernale ou stade "rosette", 80 % de la biomasse totale est représentée par la biomasse foliaire. A la reprise c'est d'abord la biomasse foliaire qui s'accroit puis celle des tiges et inflorescences au cours des stades montaison et floraison. Enfin après floraison ce sont les biomasses des gousses et graines qui augmentent.
On observe nettement que la biomasse des tiges et dans une moindre mesure celle des racines chutent après la fin de la floraison ; mais ces baisses ne sont pas significatives sur le plan statistique, peut-être à cause du faible nombre de répétitions. Néanmoins ces réductions pondérales peuvent suggérer des mobilisations de réserve pour la croissance des grains.

C. Evolution des quantités de glucides (fig. 3)

Figure 3



Au niveau de la plante entière on observe 3 phases :
- phase végétative (jusqu'à mi-mars), la quantité de glucides augmente surtout jusqu'à mi-janvier ,
- de la reprise à la fin de la floraison, l'augmentation de la quantité est d'abord faible puis beaucoup plus forte (double de la valeur atteinte en mi-mars) ;
- enfin au cours de la période de croissance des grains, la chute est très importante.
Ainsi on n'observe pas de mobilisation nette des réserves de la plante entière au cours de la phase printanière. Au contraire, alors que la vitesse de croissance de la plante est intense, la mise en réserve se poursuit. Seule la phase de remplissage du grain est une phase de mobilisation puisqu'il y a à la fois chute de la teneur en glucides et chute de la quantité de glucides. Signalons néanmoins, que les résultats obtenus sur d'autres cultures, montraient une faible chute de la quantité de glucides (15 g en moyenne) entre mi-avril et mi-mai (stade montaison) suggérant une faible mobilisation.

Au niveau des organes :
- feuilles : elles constituent le réservoir dominant pour le stockage automno-hivernal, compte-tenu de l'importance relative de leur biomasse au cours de cette phase. A la reprise, bien que leur teneur en glucides chute, leur quantité de glucides augmente c'est-à-dire que la vitesse de mise en réserve dans les feuilles est positive, mais plus faible que celle de la croissance en matière sèche. Puis teneur et quantité chutent au cours de la floraison. Comme la biomasse foliaire ne s'accroit plus, on peut alors considérer qu'il y a mobilisation des réserves foliaires. Cependant les feuilles peuvent tomber au sol avec tout ou partie de leurs réserves (nous n'avons pas effectué les dosages sur les feuilles mortes), la quantité de réserve transférée reste donc inconnue.

- tiges : on regroupe sous ce terme les tiges principales, ramifications et inflorescences du peuplement végétal. Au cours de leur croissance (de type exponentiel pour les tiges principales), aux stades montaison et ramification, la mise en réserve se poursuit. La quantité stockée est importante puisqu'elle passe de 5 g à la reprise à 58 g en mi-floraison (facteur multiplicatif de 12). Puis elle disparait presque complètement par la suite, il y a alors mobilisation des réserves contenues dans les tiges.

- racines : la chute de la teneur et de la quantité de glucides débute à la reprise, mais est surtout marquée au cours de la floraison.

La période de mise en réserve intense dans les tiges correspond à celle de mobilisation des glucides foliaires et racinaires (et les variations de quantités de glucides sont équivalentes si on considère que les incertitudes sur les valeurs de biomasse mesurée sont importantes). Tout se passe "comme si" les glucides foliaires et racinaires étaient transférés vers les tiges. Mais en l'absence de méthodologie utilisant des éléments marqués au $^{14}CO_2$ on ne peut pas le vérifier, néanmoins certains éléments tendraient plutôt à infirmer cette hypothèse :
- d'une part, on connait ce phénomène de stockage dans les tiges sur d'autres cultures d'hiver comme le blé ou l'orge pour lesquelles les conditions climatiques, au cours de la phase de stockage, modifient la quantité de glucides stockée ;
- d'autre part, le stockage est aussi observé sur des cultures de printemps comme le maïs ou présumé sur colza de printemps (RODE *et al*, 1983) pour lequel la phase rosette est courte et le stockage dans les feuilles improbable donc de même le transfert vers les tiges ;
- enfin certains résultats complémentaires semblent montrer une concordance entre les valeurs maximales d'indice foliaire et celles des quantités de glucides dans les tiges principales.

- gousses = la teneur en glucides mesurée en début juin est élevée mais la quantité de glucides estimée est sujette à caution et à considérer avec beaucoup de prudence, car nous n'avons pu évaluer la biomasse relative des gousses par rapport au peuplement que sur un échantillon, trop faible pour être représentatif de l'ensemble du peuplement. Néanmoins il semble qu'il existe un stockage important, au début de la croissance des gousses, donc une photosynthèse excédentaire à la demande en croissance.

D. Contribution des réserves à la croissance végétative et au rendement

Si on considère que tous les glucides foliaires et racinaires disparus au cours de la période mi-avril à début juin sont utilisés pour la croissance de la plante entière, l'estimation de leur contribution à la croissance est alors de 4 % pour cette période, donc très faible.

En ce qui concerne la phase de remplissage du grain l'estimation de la contribution des glucides présents dans les racines, tiges, inflorescences et gousses à la croissance des grains au cours du mois de juin est de 18,5 %. Mais en fin juin, il reste encore des glucides dans la plante entière (environ 50 g), si on considère qu'à maturité (17 juillet) tous les glucides ont été utilisés, leur contribution totale au rendement final est alors de 17,5 % donc proche de 20 %.

CONCLUSION

Les résultats présentés ici sont assez représentatifs de l'ensemble de ceux obtenus avec des techniques culturales variées. Cependant la dynamique des réserves peut être modifiée de façon quantitative (par exemple, la quantité de glucides accumulée au cours de la phase automno-hivernale est plus importante quand le semis est précoce), ou qualitative (il n'y a pas de mobilisation des glucides racinaires à la reprise de végétation pour un traitement carence en azote). Leur contribution au rendement est alors variable, mais ne semble pas expliquer les différences de rendement observées.

Il semble que dans nos conditions, avec un indice foliaire à la reprise relativement élevé (proche de 1), les réserves carbonées aient un rôle secondaire à la reprise de végétation et une contribution à la croissance végétative faible. Par contre la mise en réserve dans les tiges, inflorescences et gousses est relativement importante au cours de la phase reproductrice. L'étude menée, originale, demande donc à être poursuivie pour déterminer les facteurs de type varietal, climatique ou les techniques culturales qui vont agir sur l'importance du stockage.

BIBLIOGRAPHIE

MENDHAM N.J., SCOTT R.K., 1975. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci., Camb.*, **84**, 487-502.

MOULE G., 1972. *Phytotechnie spéciale. T. III - Plantes sarclées et diverses.* La Maison Rustique, 252 p.

NORTON G., HARRIS J.F., 1975. Compositional changes in developing rape seed (*Brassica napus* L.) Planta, **123**, 163-174.

PENNING de VRIES F.W.T., 1975. Use of assimilates in higher plants, p. 459-480. In Cooper J.P. *Photosynthsis and productivity in different environments.* CAMBRIDGE Univ. Press, 715 p.

PENNING de VRIES F.W.T., WITLAGE J.M., KREMER D., 1979. Rates of respiration and of increase in structural dry matter in young wheat, ryegrass and maize plants in relation to temperature, to water stress and to their sugar content. *Ann. Bot.*, **44**, 595-609.

PICARD C., 1968. *Aspects et mécanismes de la vernalisation.* Coll. monog. Bot. et Physiol. veg., Masson, 126 p.

POUZET A., RAIMBAULT J., ESTRAGNAT A., GOSSE G., 1983. Analyse de la croissance automnale du colza d'hiver, variété Jet Neuf : influence de la date de semis, de la densité de semis et de l'apport d'azote à l'automne. *6è Cong. colza, Paris,* mai 1983, 699-713.

QUILLERE I., 1986. Quelques aspects de la dynamique des réserves en relation avec la croissance chez le colza d'hiver (*Brassica napus* L. var. *Oleifera* Metzg). Thèse Docteur-Ingénieur, Univ. Nancy I.N.P.L., 123 p.

RODE J.C., JAY M., CHARTIER M., GOSSE G., 1983. Etude de la photosynthèse et des transferts d'assimilats chez le colza de printemps. *6è Cong. colza, Paris,* mai 1983, 167-173.