

Evolution de la teneur en huile et de sa composition en acides gras chez deux variétés de tournesol (oléique ou non) sous l'effet de températures différentes pendant la maturation des graines.

Luc Champolivier et André Merrien

CETIOM, Centre de Biologie Appliquée, Rue de Lagny, 77178 St Pathus. France.

Abstract :

In order to identify the main parameters involved in oil and fatty acid variations in sunflower seeds, two climatic scenarios were tested during the ripening period on two varieties : one call "standard" regarding its fatty acids composition, and the other one call "oleic" due to its high content (> 75 %) of the oil in oleic acid. Oil and fatty acids accumulation are presented. First, it appears that the oil content in the seed reach a steady state 45 days after anthesis. Regarding the fatty acids, the desaturases activities are put in evidence, and particularly the lowest activity of the Delta-12 desaturase is demonstrated under high temperatures, leading to higher final content in oleic acid in the seeds of plants growing under such climates. Conclusions are presented regarding the accurate regions for growing sunflower with the a minimum threshold in fatty acid composition.

Keys words : Sunflower - oil - Fatty acids - Temperature

1. Introduction :

La cinétique d'accumulation de l'huile dans les graines de tournesol est connue [1] ; [2]. L'objectif du travail était de compléter ces acquis par l'étude de l'évolution de la teneur en huile et de sa composition en acides gras en fonction des températures pendant la maturation des graines. Le tournesol "oléique" présentant un intérêt croissant, nous avons choisi d'en comparer une variété avec une variété "non oléique". Cette étude a été réalisée en conditions contrôlées. On se propose ainsi d'apporter une contribution à la connaissance des facteurs induisant de la variabilité dans la teneur finale de l'huile en acide oléique.

2. Matériel et Méthodes :

Une variété "oléique" (LIPO) et une variété "normale" (ALBENA) sont retenues. Le semis a été réalisé dans des pots à réserve d'eau à raison de 2 plantes par pot. Une fertilisation non limitante a été apportée. Les plantes ont été placées en serre jusqu'au stade B6 [3] puis à l'air libre jusqu'à la floraison. Durant la floraison, les 2 variétés ont été isolées. A la fin de la floraison, les plantes ont été introduites en phytotrons, à raison de 24 plantes (12 pots) de chaque variété par phytotron. Deux types de conditions de températures ont été comparées pour chaque variété pendant la maturation des graines: températures élevées (27° C le jour et 22° C la nuit) et températures basses (16° C le jour

et 10° C la nuit). Ces conditions de températures ont été différenciées dès la fin de la floraison. A partir du stade M0 (chute des premières fleurs ligulées) et jusqu'à maturité, 6 prélèvements de 4 capitules ont été réalisés pour chacune des modalités. On a déterminé le poids de mille graines, la teneur en huile des graines et la composition en acide gras de cette huile pour chaque capitule.

3. Résultats :

a. Cinétique d'accumulation de l'huile :

La teneur augmente régulièrement jusqu'au 30ème jour après fin floraison. Cette augmentation est d'abord rapide puis se ralentit progressivement (figure 1A). On a constaté qu'à maturité, l'essentiel de l'huile se trouve dans les amandes (environ 95%). On remarque également que, compte-tenu de l'allure des courbes, il est possible de prédire la teneur en huile finale des graines à partir du 45ème jour après le début de la floraison (soit environ 3 semaines avant la récolte) car par la suite, cette teneur ne varie pratiquement plus. Ce type de cinétique est confirmé par d'autres auteurs [7]. On constate également que le maximum de teneur en huile est atteint alors que la graine poursuit sa croissance. Aucun effet de la température n'est mis en évidence sur ces cinétiques.

La relation entre la teneur en huile et le poids de mille graines pour chacune des modalités de l'essai est présentée sur la figure 1B. Une première phase d'enrichissement de la graine en lipides est observée (tant que son poids moyen n'excède pas 45 mg). Au delà, la teneur en huile se stabilise et l'accumulation des matières grasses se fait de manière exactement proportionnelle à celles de l'ensemble des autres composés de la graine. Le poids de la graine poursuit son augmentation jusqu'à des valeurs proches de 60 mg.

b. Cinétique d'accumulation des principaux acides gras :

Nous n'allons nous intéresser qu'aux 4 acides gras majoritaires de l'huile de tournesol: ac. palmitique (C16:0), ac. stéarique (C18:0), ac. oléique (C18:1) et ac. linoléique (C18:2). Les autres acides gras présents sont l'ac. palmitoléique (C16:1), l'ac. alpha-linolénique (C18:3), l'ac. arachidique (C20:0), l'ac. gadoléique (C20:1) et l'ac. béhénique (C22:0). Ils ne représentent à eux tous qu'environ 1% de la teneur en huile. Compte tenu de l'absence d'effet des températures sur les cinétiques d'accumulation des acides palmitique et stéarique, nous n'avons représenté (figures 2 et 3) que les résultats de la modalité "Températures basses". Par contre les figures 4 et 5 font apparaître un effet de la température que nous discuterons ci dessous.

+ Acide palmitique (figure 2) : L'évolution de la teneur de l'huile en acide palmitique présente la même allure pour les deux variétés étudiées.

On peut remarquer que cette teneur décroît pendant les 20 premiers jours qui suivent la fin de la floraison pour se stabiliser ensuite à un niveau proche de 6% pour ALBENA et de 4% pour LIPO. La diminution de teneur entre le 5ème et le 20ème jour après la fin de la floraison est d'environ 50% pour les deux variétés.

+ Acide stéarique (figure 3) : L'évolution de la teneur en acide stéarique est similaire à celle de la teneur en acide palmitique, à savoir une diminution rapide (-50%) du 5ème jour au 20ème jour après la fin de la floraison puis une stabilisation à environ 3% pour les deux variétés jusqu'à la maturité. On ne remarque aucune différence de comportement variétal.

Ces cinétiques décroissantes sont à la fois le fait de l'évolution rapide de la teneur en huile entre 0 et 20 jours après la fin floraison (figure1), mais aussi de la conversion probable des acides palmitique et surtout stéarique en acide oléique sous l'action de la Delta-9 désaturase.

+ Acide oléique (figure 4) : L'allure de l'évolution de la teneur en acide oléique est différente pour les deux variétés étudiées. Chez ALBENA, cette teneur paraît décroître jusqu'au stade M1.2, puis se stabiliser jusqu'à maturité, alors que chez LIPO, elle est stable, voire légèrement croissante pendant toute la période étudiée. Il existe également une différence importante de teneur en acide oléique. A maturité, LIPO présente une teneur proche de 75%, tous traitements thermiques confondus, alors que celle d'ALBENA est de l'ordre de 35%. Cette différence était attendue dans la mesure où la comparaison porte sur une variété dite "normale" et une variété dite "oléique".

+ Acide linoléique (figure 5) : Il existe à nouveau des différences au niveau de l'évolution de la teneur en acide linoléique de l'huile des deux variétés. Chez ALBENA, cette teneur augmente jusqu'à ce que les plantes aient atteint le stade M1.2, puis se stabilise. Chez LIPO, la teneur en acide linoléique est stable pendant toute la maturation des graines. A maturité, la teneur moyenne en acide linoléique de ALBENA (environ 60%) est très supérieure à celle de LIPO (environ 20%). Ces différences existent pendant toute la maturation des graines.

La comparaison entre les figures 4 et 5 fait bien apparaître dans le cas du cultivar standard ALBENA, la conversion du C18:1 en C18:2, due à l'action de la Delta-6 désaturase, alors que dans le cas de la variété oléique LIPO, cette conversion n'existe peu ou pas, conduisant à l'accumulation de C18:1 dans la graine. Des auteurs [8] démontrent que la somme des teneurs en acides stéarique, oléique et linoléique reste constante. Il se dessine également des différences au niveau des conditions de températures pendant la maturation des graines. Même si l'allure des courbes n'est pas régulière, on constate que, quelle que soit la variété considérée et pendant toute la phase de maturation des graines, la teneur en acide oléique en condition de températures basses

est toujours inférieure à celle obtenue en condition de températures hautes. Dans nos conditions expérimentales, la différence est de l'ordre de 10 à 20%. Pour les deux variétés, les conditions de culture en fin de cycle ne modifient pas l'allure générale de ces évolutions. On remarque toutefois que la teneur en acide linoléique est toujours plus élevée (l'écart est de 20% pour ALBENA et 10% pour LIPO) si les températures sont basses que si elles sont hautes.

4. Discussions - Conclusions :

Les résultats obtenus au niveau de l'évolution au cours du temps du poids de mille graines et de la teneur en huile ainsi que la relation entre le poids de mille graines et la teneur en huile montrent que la croissance et le développement des plantes ont été normaux malgré les conditions artificielles de culture. Les différences soulignées précédemment au niveau de la teneur en acides oléique et linoléique à maturité entre les deux variétés étudiées apparaissent progressivement au cours de la maturation des graines. Dans les premiers jours qui suivent la fin de la floraison, les écarts sont très faibles. Chez ALBENA, variété "non oléique", la voie métabolique de transformation de l'acide oléique en acide linoléique se met en place précocement et est active (baisse de la teneur en acide oléique et augmentation de la teneur en acide linoléique). Chez LIPO, variété "oléique", cette voie existe également précocement mais est beaucoup moins active si bien que la teneur en acide oléique reste élevée et que celle en acide linoléique demeure faible.

Le poids de mille graines, la teneur en huile et la teneur de celle-ci en acides palmitique et stéarique ne semblent pas dépendants des conditions de température en fin de cycle. Ces résultats sont cohérents avec les données obtenues par d'autres auteurs à partir de réseaux de parcelles expérimentales en France [5] et en Australie [6]. En revanche, la teneur de l'huile en acides oléique et linoléique paraît influencée par les différents traitements thermiques. Les températures élevées pendant la maturation des graines tendent à favoriser la synthèse d'acide oléique au détriment de l'acide linoléique. Il est intéressant de remarquer que l'écart est sensible dès les premiers jours qui suivent le fin de floraison donc dès le début des traitements thermiques différenciés. Il ne s'agit donc pas d'une acquisition progressive mais d'un phénomène rapide. Il est possible que l'activité ou la synthèse de l'enzyme Delta-12 désaturase responsable de la transformation de l'acide oléique en acide linoléique [4] diminue dans les conditions de températures hautes expérimentées ici.

De nos cinétiques d'accumulation de l'huile dans la graine, semblables à celles déjà décrites dans la littérature [7], il se confirme qu'il est possible de prévoir la teneur en huile finale des graines à partir du 30^{ème} jour environ après le fin de la floraison. Ceci peut présenter un intérêt non négligeable pour la commercialisation des graines. En Espagne, une cartographie des zones de production pour une teneur donnée de l'huile de tournesol en acide oléique a été dressée selon la latitude [8]. Un modèle de prédiction de la teneur finale en

acide linoléique, basé sur les sommes de températures durant une période comprise entre 300 et 800 °C.j (base 5) après le début de la floraison, a été établi en Australie [6]. Il résulte de tout cela que les régions présentant un climat chaud (zone méridionale du pays) sont plus favorables à l'obtention de fortes teneurs de l'huile en acide oléique. Il faut toutefois noter qu'à ce niveau, la variabilité rencontrée paraît beaucoup plus forte pour les variétés "oléiques" que pour les variétés "non oléiques".

Une date de récolte trop précoce ou des accidents culturels provoquant un arrêt précoce de la maturation peuvent provoquer des variations importantes de la teneur en huile et de la teneur en acides gras de celle-ci [9] [10]. Ainsi, une forte attaque de phomopsis provoquant une défoliation précoce, donc un arrêt du remplissage des graines, peut avoir interrompu la cinétique d'évolution de la teneur en acides gras de l'huile dès la phase de décroissance de celle-ci. Ceci peut conduire à des teneurs en acide oléique beaucoup plus fortes pour les variétés "non oléiques" par rapport aux références génétiques de ces variétés.

Bibliographie

1. CETIOM (1989). *Cahier technique : l'huile de colza*, Ed Cetiom, Mars 89, 36 p.
2. MERRIEN A. (1992). Graines oléagineuses des climats tempérés et leur huile : le tournesol. *Manuel des corps gras*, Ed. Lavoisier, 1 : 116-23.
3. CETIOM (1984). Les stades repères de la culture du tournesol. Ed. CETIOM, Mars 1984, 4 p.
4. GUERCHE P. (1995). Modification de la composition en acides gras des espèces oléagineuses majeures. *OCL*, 2, 2 : 88-91.
5. LADEVEZE D. et VIGUIE D. (1981). Variabilité des teneurs en huile et en protéines des graines oléagineuses. *Mémoire de fin d'études, ESA Angers, Promotion 1977*, 86 p.
6. GOYNE P.J., SIMPSON B.W., WOODRUFF D.R. et CHURCHETT J.D. (1979). Environmental influence on sunflower achene growth, oil content and oil quality. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 19 : 82-8.
7. CHERVET B. et VEAR F. (1990). Etude des relations entre la précocité du tournesol et son rendement, sa teneur en huile, son développement et sa morphologie. *Agronomie*, 10 : 51-6.
8. LAJARA J.R., DIAZ U. et QUIDIELLO D.R. (1990). Definitive influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil. *JAOCs*, 67, 10 : 618-23.
9. MERRIEN A., CHAMPOLIVIER L., RAIMBAULT J. et EVRARD J. (1993). Tournesol oléique : premiers facteurs de variation de la composition. *Oléoscope*, 15 : 17-9.
10. MERRIEN A., CHAMPOLIVIER L. et EVRARD J. (1994). Variabilité de la composition en acide gras de l'huile chez le tournesol et le colza. *CR "Rencontres Annuelles du CETIOM"*, 29/11 au 2/12 1994, Paris.

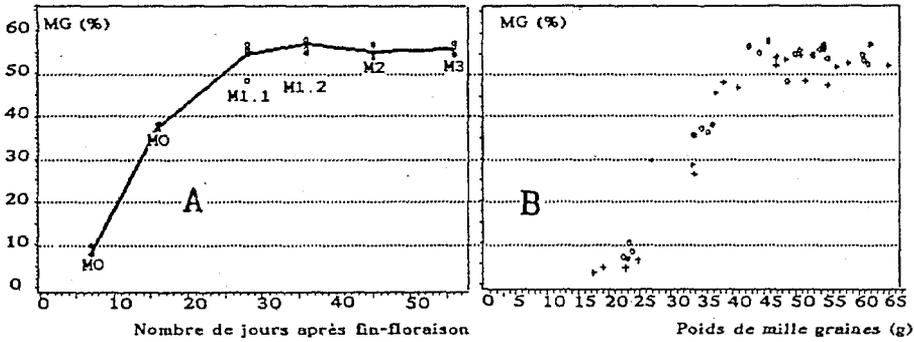


Figure 1 : Cinétique d'accumulation de l'huile (MG) dans la graine (Cv Albena)

A = au cours du temps B = selon la taille de la graine

Mi = Stades phénologiques de la maturité

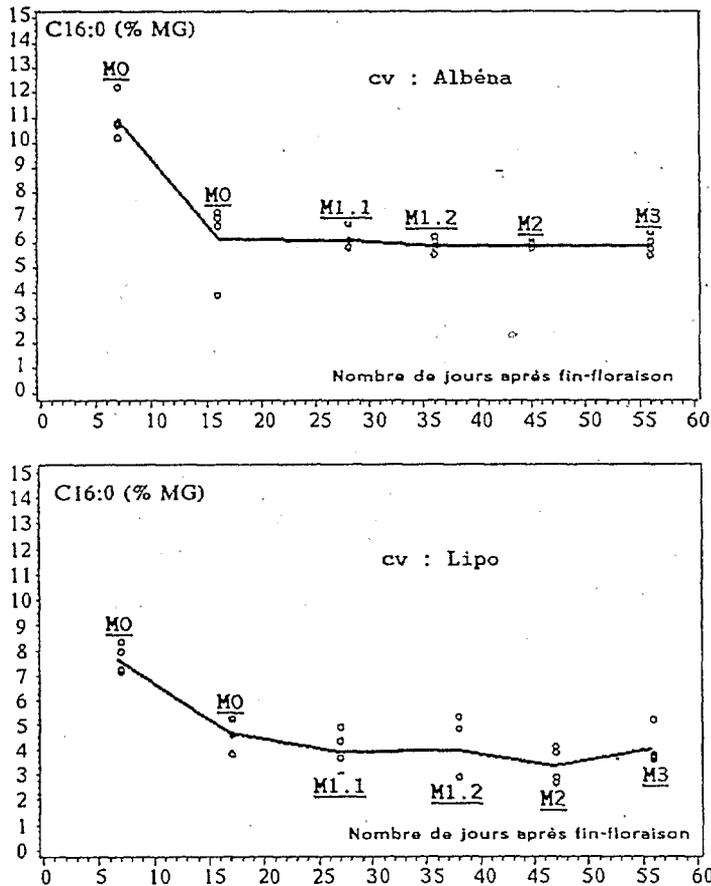


Figure 2 : Evolution de la teneur de l'huile en acide palmitique au cours de la maturation pour les 2 cultivars (Mi = Stades phénologiques de la maturité).

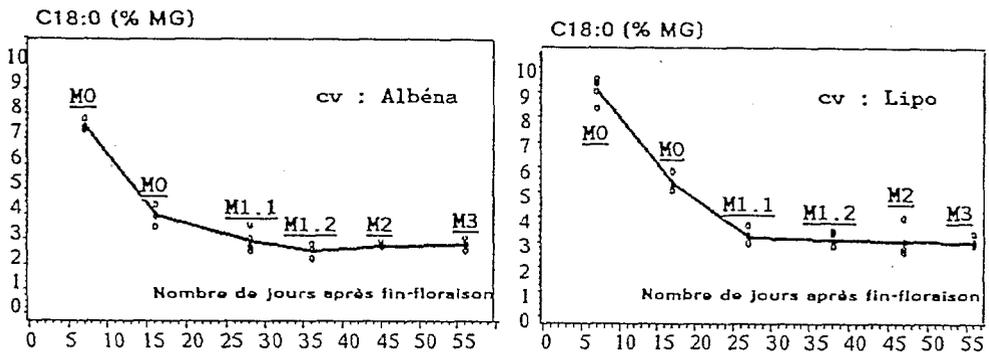


Figure 3 : Evolution de la teneur de l'huile en acide palmitique au cours de la maturation pour les 2 cultivars. (Mi = Stades phénologiques de la maturité)

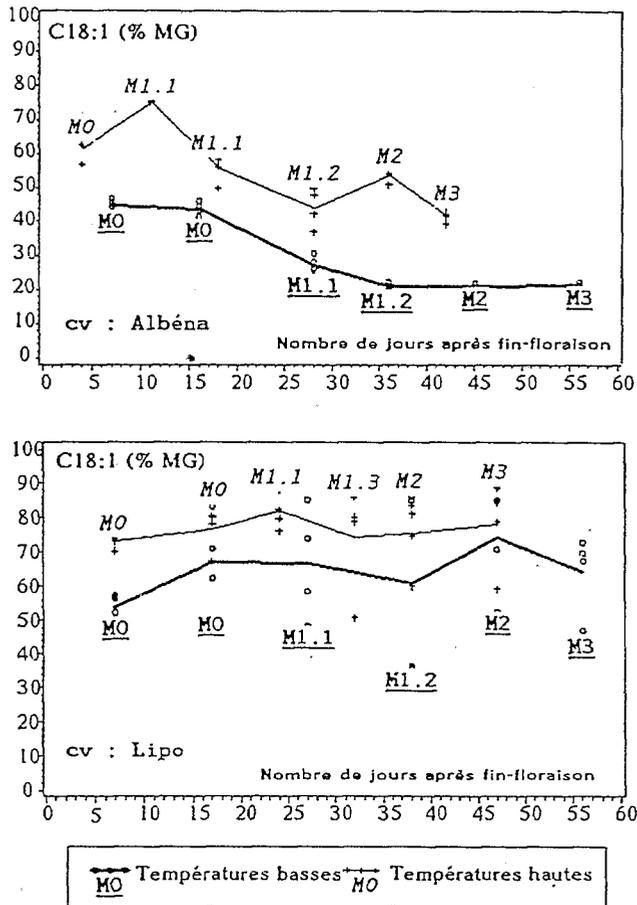
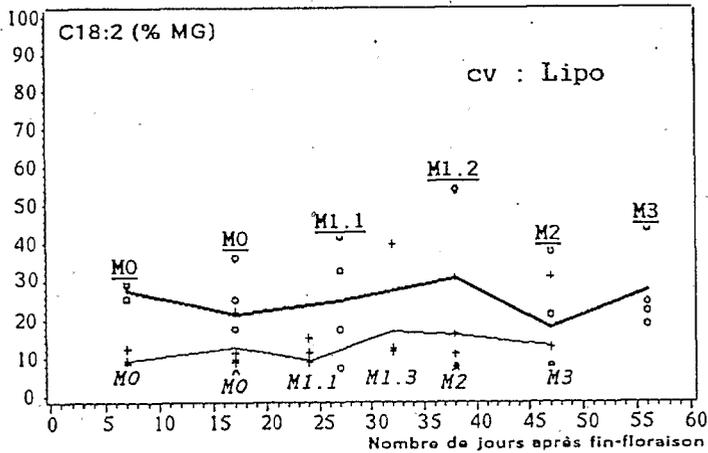
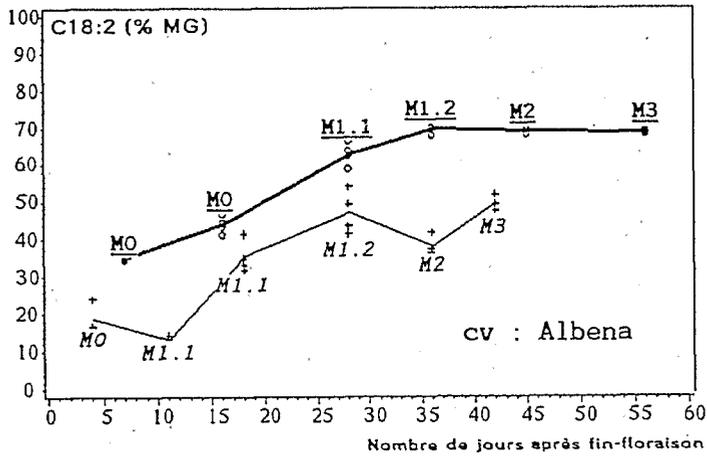


Figure 4 : Evolution de la teneur de l'huile en acide oléique au cours de la maturation pour les 2 cultivars. (Mi = Stades phénologiques de la maturité).



MO ← Températures basses MO +++ Températures hautes

Figure 5 : Evolution de la teneur de l'huile en acide linoléique au cours de la maturation pour les 2 cultivars. (Mi = Stades phénologiques de la maturité).