

Evolution comparée de la production et de la compétitivité du tournesol dans différentes aires de production

Comparative development of sunflower cultivation and competitiveness in different production zones

Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 7, Numéro 3, 243-9, Mai - Juin 2000, La filière, aujourd'hui, demain

Auteur(s) : André POUZET, D. DELPLANCKE

Résumé : En réponse à un accroissement important de la demande en huiles végétales, les productions correspondantes se sont considérablement développées au cours des trente dernières années avec des augmentations des surfaces plantées en palmiers en Asie du Sud-Est. Les productions de graines oléagineuses ont également contribué à cet accroissement de l'offre en huiles végétales, comme le montre la figure 1. Au cours des vingt dernières années, la production de tournesol a été multipliée par 1,8 environ, tout comme celle du soja, alors que la production de colza était multipliée par 4. A la différence des plantations pérennes, les cultures de graines oléagineuses trouvent leur place dans des rotations de cultures annuelles (voire même avec plusieurs cultures successives au cours de la même année) et sont gérées par des agriculteurs ayant une capacité annuelle d'ajustement de la répartition des différentes cultures sur leur exploitation. L'évolution dans le temps de la production d'une culture comme le tournesol dépend donc de la consolidation d'un très grand nombre de décisions individuelles prenant en compte les marchés (plus ou moins ouverts selon les différentes régions de production), les potentialités agronomiques locales et la compétitivité relative des différentes productions possibles sur chaque ferme, qu'il s'agisse du tournesol, d'autres cultures oléagineuses ou bien encore de céréales. Au niveau régional, l'évolution de l'assolement traduit l'évolution de la compétitivité relative des différentes cultures. Au niveau de chaque agriculteur, c'est principalement l'espérance de rentabilité attendue qui peut rendre compte des décisions individuelles. Indépendamment de l'attractivité du marché, qui n'entre pas dans notre propos aujourd'hui, c'est finalement l'espérance de la productivité qui devient le critère déterminant d'appréciation de la compétitivité, avec deux composantes principales : l'augmentation moyenne de la productivité et la régularité de cette augmentation. Aucune hypothèse a priori n'est faite sur la hiérarchie entre ces deux composantes. C'est cette approche de la compétitivité qui nous intéresse principalement ici, de façon : – à mettre en évidence, à partir de l'analyse statistique des productions, les tendances lourdes dans l'évolution relative des productions oléagineuses au sein des grandes régions de production et entre ces mêmes régions ; – à suggérer des pistes de recherche permettant d'accroître la compétitivité de la culture du tournesol.

ARTICLE

Matériel et méthodes

Choix des échelles géographiques

Pour la comparaison de la compétitivité de différentes cultures au sein de différentes régions de production, nous avons retenu quatre échelles géographiques :

- le niveau mondial ;
- le niveau des continents et des sous-continentes ;
- le niveau des pays ;
- le niveau des régions administratives au sein d'un pays.

Pratiquement, pour avoir des séries statistiques homogènes, les continents ou sous-continentes sont identifiés de la façon suivante : Afrique, Amérique du Nord et centrale, Amérique du Sud, Asie (non compris certains pays issus de l'ex-URSS au début des années 90), Europe (non compris certains pays issus de l'ex-URSS au début des années 90), Océanie et ex-URSS.

De même, pour représenter les différents continents ou sous-continentes, un nombre limité de pays producteurs de tournesol a été choisi, sauf pour l'Afrique et de l'ex-URSS. Il s'agit des États-Unis d'Amérique, de l'Argentine, de la Chine, de l'Inde, de la France, de la Roumanie, de l'ex-Yougoslavie et de l'Australie.

Enfin, la situation particulière entre régions administratives au sein d'un pays a été étudiée dans le cas de la France, avec trois régions : Centre, Poitou-Charentes et Midi-Pyrénées.

Choix des différentes cultures comparées

Trois autres cultures sont comparées au tournesol pour leur compétitivité : deux cultures oléagineuses, le soja et le colza, et une culture céréalière, le blé. En effet, dans la plupart des systèmes de culture, les cultures oléagineuses sont considérées comme des têtes de rotation ayant un effet favorable sur les autres cultures céréalières de la rotation. Dans toutes les zones d'études considérées, le blé est toujours présent et souvent associé au tournesol dans les rotations culturales. Dans la majorité des zones considérées, le colza et le tournesol sont cultivés sur des surfaces importantes et peuvent être en compétition effective au sein des systèmes de culture. Le colza a donc été inclus dans l'étude, sauf pour les États-Unis d'Amérique, l'Argentine, la Roumanie et l'Australie. En revanche, le soja est rarement cultivé sur les mêmes exploitations et sur les mêmes types de sol que le tournesol, sauf en Asie. Toutefois, compte tenu de son importance au niveau mondial, qui contribue à en faire une référence pour les autres oléagineux, il nous a semblé intéressant de le prendre en considération dans la majorité des cas (tous continents et sous-continentes, États-Unis d'Amérique, Argentine, Chine, Inde, Roumanie, ex-Yougoslavie et Australie).

Origine des données

Les données concernant le monde, les continents et sous-continentes, et les pays sont issues de la base de données de la FAO, disponible sur Internet (<http://apps.fao.org/default.htm>). Pour chaque

échelle géographique, et pour chaque culture retenue, les données de surface et de rendement ont été extraites sur la période allant de 1979 à 1999 inclus, soit 21 années. Les productions ont été recalculées.

Les données (surfaces et rendements pour le blé, le colza et le tournesol) concernant les trois régions administratives françaises ont été extraites des statistiques publiées annuellement par le Service central des études économiques et statistiques (SCEES) du ministère français en charge de l'Agriculture. La période d'étude s'étend de 1980 à 1999 inclus, soit 20 années.

Quelle que soit leur origine, les données ont été rassemblées sous tableur Excel.

Analyse statistique de l'évolution de la productivité

De façon pragmatique, l'analyse de l'évolution de la productivité d'une culture a été réalisée en étudiant la régression entre le rendement de cette culture et le temps exprimé en nombre d'années depuis 1978 pour les données extraites de la FAO et depuis 1979 pour les données extraites du SCEES. Les paramètres caractéristiques de la régression de l'évolution de la productivité sont la pente de la droite de régression linéaire, P, qui exprime le gain de rendement en kg/ha/an, et le coefficient de détermination, R², qui exprime le pourcentage de la variation totale expliquée par la régression.

Analyse statistique de la régularité du rendement

À la suite des travaux et discussions présentés notamment par Eghball et Power [1] et Eghball et Varvel [2], nous avons choisi de caractériser la régularité de l'évolution du rendement par la dimension fractale, D, qui permet de faire la distinction entre les variations à court terme (la valeur de D tend vers 2 quand la variabilité à court terme est de plus en plus élevée) et les variations à long terme (la valeur de D tend vers 1 quand la variation sur le long terme est dominante) dans les séries chronologiques. L'analyse fractale a été réalisée selon la méthode décrite par Eghball et Power [1], où la pente de la régression entre le log du semi-variogramme et le log de l'intervalle de temps étudié permet d'estimer la dimension fractale selon la relation : $D = (4 - \text{pente})/2$. Dans notre étude, compte tenu de la série chronologique étudiée, nous avons retenu des intervalles de temps variant de 1 à 11 années.

Analyse de la compétitivité

La compétitivité relative des cultures et/ou des zones de production les unes par rapport aux autres est faite en établissant un tableau croisé des résultats des deux analyses statistiques. Pour cela, une classification des valeurs obtenues pour P et pour D a été établie.

Pour P, la classe I est constituée par les valeurs négatives, la classe II par les valeurs comprises entre 0 et 15 kg/ha/an, la classe III par les valeurs comprises entre 16 et 30, la classe IV par les valeurs comprises entre 31 et 45, et la classe V par les valeurs égales ou supérieures à 46.

Pour D, compte tenu de ce que, lorsque l'on prend en considération des zones de plus en plus importantes, la variabilité à court terme tend à diminuer, nous avons été amenés à faire deux classifications, l'une pour les continents et les sous-continentes, l'autre pour les pays et les régions administratives françaises.

Pour la première catégorie, la classe A est ainsi constituée par les valeurs de D inférieures ou égales à 1,60, la classe B par les valeurs comprises entre 1,61 et 1,70, la classe C par les valeurs comprises entre 1,71 et 1,85, et la classe D par les valeurs égales ou supérieures à 1,86.

Pour la seconde catégorie, la classe A est, quant à elle, constituée par les valeurs de D inférieures ou égales à 1,65, la classe B par les valeurs comprises entre 1,66 et 1,82, la classe C par les valeurs comprises entre 1,83 et 1,93, et la classe D par les valeurs égales ou supérieures à 1,94.

Résultats et discussion

Caractéristiques générales de l'évolution des surfaces et des rendements

Pour l'ensemble des entités géographiques étudiées, les résultats pour P, R2 et D sont reportés dans le *tableau 1*. Pour caractériser l'évolution des surfaces, des rendements et des productions par des données physiques, et non uniquement par les tendances issues de l'analyse statistique, nous avons reporté en *annexe*, pour chacun de ces paramètres, la valeur moyenne observée sur les trois premières années de la série (1979-1981 pour les données issues de la FAO et 1980-1982 pour les données issues du SCEES) et sur les trois dernières années de la série étudiée (1997-1999 dans tous les cas).

À grands traits, au niveau mondial, il en ressort que la variation de la production de tournesol est essentiellement liée à la variation des surfaces en culture, alors que la variation de la production de colza et de soja est le résultat d'une augmentation des surfaces en culture et des rendements moyens, et que la variation de la production de blé résulte d'une augmentation des rendements avec une légère diminution des surfaces.

Pour le blé, cette observation est vérifiée quelle que soit la taille de l'unité géographique considérée, avec toutefois le cas particulier de l'Europe et de la France qui ont augmenté leur surface en blé. Pour le soja, le schéma général est également vérifié, les exceptions notables étant constituées par l'Océanie, l'ex-URSS et la Roumanie, où les surfaces cultivées en fin de période sont inférieures aux surfaces cultivées en début de période. Pour le colza, le schéma général présente des exceptions peu significatives, telles que l'Afrique (baisse des rendements), l'Amérique du Sud (baisse des surfaces), l'ex-Yougoslavie (baisse des surfaces et des rendements). En revanche, le schéma général proposé pour le tournesol (augmentation des surfaces, stabilité des rendements) souffre de nombreuses exceptions importantes, telles que les États-Unis (qui font varier de la même façon le schéma pour l'ensemble de l'Amérique du Nord et du centre) et l'Océanie (fortement influencée par le schéma de l'Australie), où l'on constate une diminution importante des surfaces malgré une augmentation significative des rendements, l'Argentine (qui également influe sur le schéma pour l'ensemble de l'Amérique du Sud) avec une augmentation très élevée des surfaces et des rendements, ainsi que la Chine où les surfaces stagnent alors que les rendements ont progressé de façon spectaculaire.

La description ci-dessus met bien en évidence les spécificités du tournesol d'une région à l'autre et par rapport aux autres cultures. L'analyse de la compétitivité relative du tournesol peut aider à comprendre les raisons de ces différences de réponses du tournesol d'une région à l'autre ou par rapport aux autres cultures.

Compétitivité du tournesol dans différentes zones de production

Le *tableau 2* permet de positionner la compétitivité du tournesol entre les continents et sous-continent, ou entre les différents pays et régions administratives françaises. Il en ressort nettement un avantage compétitif de l'Argentine (et de l'Amérique du Sud), de la Chine et de l'Australie, où les gains de production sont effectifs et réguliers, et la position très faiblement compétitive de la France et des trois régions administratives qui la représentent.

Cette dernière situation a fait l'objet d'études particulières et plusieurs causes peuvent être évoquées, illustrées par les *figures 2* et *3*, présentant respectivement l'évolution des surfaces et des rendements dans ces trois régions de production.

* L'impact de l'évolution de la politique agricole commune pour les pays de la Communauté (puis de l'Union) européenne, avec l'instauration de quantités maximales garanties à la fin des années 80 et le paiement des graines au cours mondial à partir de 1992, avec la mise en place d'une indemnité compensatrice à l'hectare. Cette évolution du mode de rémunération globale des productions de tournesol en France a favorisé, d'une part, le déplacement des productions vers les zones à plus faible potentiel de production et, d'autre part, l'apparition de systèmes de production globalement moins intensifs, avec par exemple la disparition de l'irrigation sur le tournesol.

* L'impact de l'apparition et de la généralisation de problèmes phytosanitaires nouveaux, tels que le Phomopsis, le Phoma ou les nouvelles races de mildiou, au début des années 90.

* L'impact de séquences climatiques caractérisées par une baisse et une irrégularité de la pluviométrie au printemps et en été à la fin des années 80.

Globalement, les progrès de la recherche, mobilisée vers l'amélioration de la teneur en huile et la résistance aux maladies, n'ont donc pu s'extérioriser au niveau de la production régionale et nationale en France. La fin des années 90 semble toutefois voir s'amorcer une tendance plus positive.

Compétitivité du tournesol par rapport aux autres cultures

Les *tableaux 3*, *4* et *5* permettent de comparer la compétitivité du tournesol respectivement à celles du colza, du soja et du blé dans les différentes régions étudiées.

La comparaison de la compétitivité relative entre le tournesol et le colza permet de compléter l'analyse globale précédente qui montrait que la progression des rendements est plus importante pour le colza. On peut ici distinguer deux groupes de bassins de production. Un premier groupe rassemble ceux qui ont effectivement des gains de rendement plus importants pour le colza, mais pour lesquels la variabilité à court terme reste aussi élevée pour le colza que pour le tournesol : l'Amérique du Nord et centrale et deux régions françaises (Poitou-Charentes et Midi-Pyrénées). Le second groupe rassemble les bassins qui ont de meilleurs gains de rendement, mais aussi une meilleure régularité de rendement avec le colza : il s'agit principalement de l'Asie et de l'Europe (rappelons qu'en Europe, les zones de culture sont généralement disjointes, le colza se cultivant au nord de l'Europe et le tournesol au sud, et cette analyse montre bien le comportement intermédiaire de la France).

En ce qui concerne la comparaison du tournesol avec le soja, on notera que la variabilité des rendements à court terme est généralement plus faible avec le soja. Il convient toutefois de noter une exception importante, qui est l'Argentine : ce pays présente en effet un meilleur gain de rendement et une plus grande régularité pour le tournesol que pour le soja. Là encore, un peu comme nous avons pu le faire dans le cas de la France, il est probable qu'une analyse comparative des différentes régions de production au sein de l'Argentine permettrait de mieux rendre compte de cette situation atypique.

Enfin, dans la comparaison entre le blé et le tournesol, tant le gain de rendement moyen que la régularité des rendements sont nettement en faveur de la céréale dans tous les bassins de production. Une nouvelle fois, seule parmi les principaux pays producteurs, l'Argentine a un comportement original, avec des gains de rendement du même ordre et une régularité plutôt meilleure pour le tournesol que pour le blé.

CONCLUSION

Au terme de cette analyse, nous pouvons tenter de tirer plusieurs types de conclusions.

* D'abord en termes méthodologiques, les techniques d'analyse que nous avons retenues semblent robustes et permettent de caractériser l'avantage compétitif que le tournesol peut présenter dans différents bassins de production : globalement, l'évolution de la production reflète bien l'avantage compétitif de cette culture. La prise en compte d'une période de temps plus longue permettrait certainement de donner plus de puissance à l'analyse. Toutefois, il faut garder en mémoire que, dans tous les grands bassins de production, le tournesol est une culture récente, avec une expansion forte, et qu'il peut donc y avoir des biais importants liés à l'évolution de la localisation des cultures. Cette remarque renforce encore l'intérêt, déjà mentionné plus haut, de réaliser ce type d'analyse au niveau de zones de culture relativement homogènes.

* Ensuite, nous pouvons essayer de conclure sur l'évolution des bassins de production de tournesol. Au vu de nos résultats sur l'avantage compétitif du tournesol vis-à-vis des autres cultures oléagineuses, on peut penser que le tournesol a encore une marge de progression importante en Argentine, puisqu'il présente une progression annuelle de rendement importante et régulière, comparativement au soja et au blé. Il faut cependant modérer cette affirmation en considérant que le potentiel des céréales peut faire l'objet d'améliorations importantes avec l'emploi de plus grandes quantités d'intrants (engrais et fongicides principalement) et une amélioration génétique mieux adaptée.

Le tournesol présente également des atouts à valoriser en Chine et en Australie. Il convient toutefois de rester prudent car, pour la Chine, l'aire de culture traditionnelle semble hautement infestée par les maladies et parasites habituels du tournesol, et le développement actuellement constaté dans les provinces du Nord-Ouest doit être confirmé. En ce qui concerne l'Australie, le tournesol a certainement un compétiteur important avec le colza, mais le développement de cette dernière culture est encore trop récent pour que l'on puisse analyser sa compétitivité sur la base d'une série chronologique suffisante.

On peut aussi considérer que le tournesol peut également se développer ou regagner une place qu'il avait naguère dans des zones telles que le continent africain ou l'Amérique du Nord, en considérant que, même si ses performances y sont modestes, il y est compétitif par rapport aux autres productions. Il en est de même dans les pays de l'Europe centrale et orientale, où les conditions de production actuelles ne permettent pas l'expression du potentiel de toutes les cultures, et en particulier du tournesol.

Dans les autres régions considérées, des efforts importants ou de nouveaux critères de compétitivité doivent être envisagés pour maintenir le niveau de production. Ainsi, aux États-Unis et en Europe notamment, la prise en compte de contraintes liées à la protection des sols (lutte contre l'érosion) et de l'environnement peut certainement devenir un avantage compétitif pour une culture telle que le tournesol.

* Enfin, il ressort nettement de notre analyse que l'un des points à améliorer pour le tournesol est certainement le contrôle de la variabilité inter-annuelle des rendements, qui de fait « tire » la moyenne à la baisse et constitue un handicap pour la régularité du revenu des producteurs. Il s'agit certainement là de l'une des caractéristiques sur lesquelles la communauté scientifique devrait s'interroger pour vérifier que les orientations actuelles permettront de répondre à ce problème crucial. La complémentarité effective des actions engagées par les spécialistes des différentes disciplines et la prise en compte de nouvelles problématiques liées à la durabilité des solutions proposées aux producteurs de tournesol semblent actuellement indispensables pour l'amélioration de la compétitivité de cette culture.

REFERENCES

1. EGHBALL B, POWER JF (1995). Fractal description of temporal variability of 10 crops in the United States. *Agron J*, 87 : 152-6.
2. EGHBALL B, VARVEL GE (1997). Fractal analysis of temporal yield variability of crop sequences : implications for site-specific management. *Agron J*, 89 : 851-5.

Illustrations

Annexe. *Évolution des surfaces, des productions et des rendements pour quatre cultures dans différentes régions de production.*

| Zone de production | | Tournesol | Blé | Colza | Soja |
|------------------------------|------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Monde | Surface 79-81 | 12 641 563 | 238 249 456 | 12 046 822 | 51 168 490 |
| | (ha) 97-99 | 21 984 615 | 220 209 324 | 26 759 069 | 71 184 253 |
| | Rendement 79-81 | 11,7 | 19,1 | 10,6 | 17 |
| | (q/ha) 97-99 | 12,2 | 25,6 | 14 | 21,1 |
| Afrique | Production 79-81 | 14 423 296 | 437 478 921 | 11 292 356 | 86 087 058 |
| | (T) 97-99 | 25 597 163 | 596 199 642 | 37 865 864 | 152 867 739 |
| | Surface 79-81 | 561 474 | 8 141 102 | 35 780 | 425 761 |
| | (ha) 97-99 | 971 298 | 8 940 245 | 170 800 | 894 030 |
| Amérique du Nord et centrale | Rendement 79-81 | 9,7 | 10,9 | 13,5 | 8 |
| | (q/ha) 97-99 | 9,8 | 18,1 | 10,8 | 9,8 |
| | Production 79-81 | 544 905 | 8 890 037 | 47 126 | 341 260 |
| | (T) 97-99 | 980 876 | 16 204 048 | 184 898 | 877 139 |
| Amérique du Sud | Surface 79-81 | 1 883 582 | 41 043 101 | 2 299 318 | 28 139 740 |
| | (ha) 97-99 | 1 379 314 | 35 288 635 | 5 670 803 | 29 750 671 |
| | Rendement 79-81 | 13,1 | 21,7 | 11,7 | 19,9 |
| | (q/ha) 97-99 | 15,3 | 27 | 14,4 | 25,6 |
| Asie | Production 79-81 | 2 519 918 | 89 469 682 | 2 584 082 | 56 193 089 |
| | (T) 97-99 | 2 110 460 | 94 906 526 | 8 194 994 | 76 220 615 |
| | Surface 79-81 | 1 695 504 | 9 317 628 | 71 247 | 10 927 959 |
| | (ha) 97-99 | 3 710 208 | 8 032 506 | 32 824 | 21 249 972 |
| Europe | Rendement 79-81 | 9,2 | 13,1 | 10,7 | 16,4 |
| | (q/ha) 97-99 | 16,7 | 23,3 | 19,7 | 23,2 |
| | Production 79-81 | 1 548 153 | 12 247 551 | 75 830 | 18 009 563 |
| | (T) 97-99 | 6 180 560 | 18 768 772 | 64 026 | 49 509 049 |
| Océanie | Surface 79-81 | 1 526 691 | 79 907 485 | 7 652 547 | 9 720 624 |
| | (ha) 97-99 | 3 713 293 | 87 548 835 | 14 055 226 | 16 719 384 |
| | Rendement 79-81 | 10,9 | 17 | 6,9 | 10,6 |
| | (q/ha) 97-99 | 10,2 | 28 | 11 | 14,3 |
| Ex-URSS | Production 79-81 | 1 673 320 | 135 627 834 | 5 339 882 | 10 339 404 |
| | (T) 97-99 | 3 763 488 | 244 943 795 | 15 440 837 | 23 895 829 |
| | Surface 79-81 | 2 134 262 | 25 492 280 | 1 516 250 | 494 777 |
| | (ha) 97-99 | 4 321 050 | 26 713 109 | 4 139 923 | 686 062 |
| Argentine | Rendement 79-81 | 14,5 | 36 | 21 | 12,6 |
| | (q/ha) 97-99 | 14,5 | 49,4 | 29,1 | 28,6 |
| | Production 79-81 | 3 080 259 | 91 783 464 | 3 204 216 | 623 296 |
| | (T) 97-99 | 6 276 466 | 131 841 047 | 12 070 850 | 1 947 842 |
| Australie | Surface 79-81 | 226 498 | 11 525 198 | 24 932 | 50 005 |
| | (ha) 97-99 | 132 000 | 11 155 893 | 1 577 460 | 39 667 |
| | Rendement 79-81 | 6,9 | 12,8 | 9 | 17,1 |
| | (q/ha) 97-99 | 10,7 | 18,7 | 12,8 | 19,5 |
| Argentine | Production 79-81 | 155 624 | 14 777 220 | 27 291 | 84 823 |
| | (T) 97-99 | 145 334 | 20 830 393 | 1 234 883 | 78 999 |
| | Surface 79-81 | 4 296 767 | 59 438 667 | 30 100 | 852 000 |
| | (ha) 97-99 | 6 775 491 | 45 140 106 | 393 898 | 470 675 |
| Australie | Rendement 79-81 | 11,4 | 14,2 | 5,9 | 5,8 |
| | (q/ha) 97-99 | 9 | 15,2 | 8,6 | 7,2 |
| | Production 79-81 | 4 901 090 | 84 678 778 | 16 666 | 494 356 |
| | (T) 97-99 | 6 140 073 | 68 703 681 | 332 863 | 337 153 |
| Argentine | Surface 79-81 | 1 564 000 | 5 245 333 | | 1 836 667 |
| | (ha) 97-99 | 3 374 833 | 5 498 667 | | 6 952 267 |
| | Rendement 79-81 | 9,3 | 15,5 | | 20,1 |
| | (q/ha) 97-99 | 17,4 | 24,4 | | 22,7 |
| Australie | Production 79-81 | 1 446 668 | 8 060 054 | | 3 656 629 |
| | (T) 97-99 | 5 850 051 | 13 566 766 | | 15 910 569 |
| | Surface 79-81 | 226 498 | 11 440 255 | | 49 928 |
| | (ha) 97-99 | 132 000 | 11 102 667 | | 39 667 |
| Australie | Rendement 79-81 | 6,9 | 12,6 | | 17,1 |

| Zone de production | | Tournesol | Blé | Colza | Soja |
|----------------------|------------------|-----------|-------------|-----------|------------|
| Australie (Suite) | (q/ha) 97-99 | 10,7 | 18,5 | | 19,5 |
| | Production 79-81 | 155 625 | 14 468 140 | | 84 621 |
| | (T) 97-99 | 145 334 | 20 538 813 | | 78 999 |
| Chine | Surface 79-81 | 750 167 | 28 930 378 | 3 133 944 | 7 505 991 |
| | (ha) 97-99 | 796 667 | 29 551 352 | 6 635 680 | 8 251 437 |
| | Rendement 79-81 | 10,9 | 20,5 | 9,3 | 11 |
| | (q/ha) 97-99 | 17,2 | 39,2 | 13,8 | 17,5 |
| | Production 79-81 | 860 477 | 59 195 875 | 2 952 441 | 8 266 144 |
| | (T) 97-99 | 1 375 358 | 115 806 173 | 9 181 361 | 14 479 986 |
| Inde | Surface 79-81 | 154 167 | 22 363 899 | 3 708 967 | 526 333 |
| | (ha) 97-99 | 1 954 400 | 26 668 400 | 6 728 067 | 6 249 767 |
| | Rendement 79-81 | 5,5 | 15,4 | 5 | 6,8 |
| | (q/ha) 97-99 | 5,7 | 25,8 | 8,5 | 10,6 |
| | Production 79-81 | 85 699 | 34 550 032 | 1 864 184 | 8 266 144 |
| | (T) 97-99 | 1 110 690 | 68 824 647 | 5 711 467 | 14 479 986 |
| États-Unis | Surface 79-81 | 1 740 633 | 2 889 707 | | 27 561 269 |
| | (ha) 97-99 | 1 311 867 | 2 370 800 | | 28 601 267 |
| | Rendement 79-81 | 13,2 | 22,9 | | 19,9 |
| | (q/ha) 97-99 | 15,3 | 28,1 | | 25,6 |
| | Production 79-81 | 2 347 456 | 66 229 736 | | 54 961 687 |
| | (T) 97-99 | 2 009 608 | 66 503 739 | | 73 233 714 |
| Roumanie | Surface 79-81 | 510 670 | 2 153 691 | | 325 165 |
| | (ha) 97-99 | 915 352 | 2 022 158 | | 101 010 |
| | Rendement 79-81 | 16,3 | 24,9 | | 11,1 |
| | (q/ha) 97-99 | 11,4 | 27,9 | | 17 |
| | Production 79-81 | 832 676 | 5 371 319 | | 362 074 |
| | (T) 97-99 | 1 046 338 | 5 665 234 | | 1 63 611 |
| Ex-Yougoslavie | Surface 79-81 | 210 994 | 1 475 467 | 34 780 | 31 983 |
| | (ha) 97-99 | 217 051 | 1 198 053 | 14 886 | 119 272 |
| | Rendement 79-81 | 18 | 31,3 | 21,5 | 20,2 |
| | (q/ha) 97-99 | 18,4 | 35,2 | 20 | 24,2 |
| | Production 79-81 | 384 668 | 4 624 466 | 75 241 | 64 398 |
| | (T) 97-99 | 404 406 | 4 238 657 | 29 416 | 292 815 |
| France | Surface 79-81 | 117 174 | 4 473 000 | 365 586 | |
| | (ha) 97-99 | 817 333 | 5 157 000 | 1 166 333 | |
| | Rendement 79-81 | 23,5 | 49,9 | 23,6 | |
| | (q/ha) 97-99 | 23 | 71,5 | 33,6 | |
| | Production 79-81 | 280 468 | 22 362 329 | 871 507 | |
| | (T) 97-99 | 1 879 331 | 36 896 638 | 3 903 950 | |
| Centre | Surface 80-82 | 25 811 | 803 884 | 98 652 | |
| | (ha) 97-99 | 136 533 | 769 667 | 250 600 | |
| | Rendement 80-82 | 22,6 | 54 | 20,7 | |
| | (q/ha) 97-99 | 23,3 | 73,3 | 33,7 | |
| | Production 80-82 | 58 907 | 4 334 276 | 200 242 | |
| | (T) 97-99 | 318 940 | 6 545 563 | 837 717 | |
| Poitou- Charentes | Surface 80-82 | 58 176 | 305 874 | 23 467 | |
| | (ha) 97-99 | 210 842 | 368 933 | 110 633 | |
| | Rendement 80-82 | 24,5 | 46 | 24 | |
| | (q/ha) 97-99 | 22,3 | 61,7 | 30,7 | |
| | Production 80-82 | 142 530 | 1 400 214 | 56 337 | |
| | (T) 97-99 | 470 637 | 2 276 090 | 339 847 | |
| Midi-Pyrénées | Surface 80-82 | 59 636 | 299 614 | 34 986 | |
| | (ha) 97-99 | 194 150 | 221 633 | 34 660 | |
| | Rendement 80-82 | 23,9 | 39,3 | 23,6 | |
| | (q/ha) 97-99 | 21,3 | 53,3 | 25 | |
| | Production 80-82 | 137 683 | 1 175 699 | 93 004 | |
| | (T) 97-99 | 414 493 | 1 189 507 | 87 183 | |

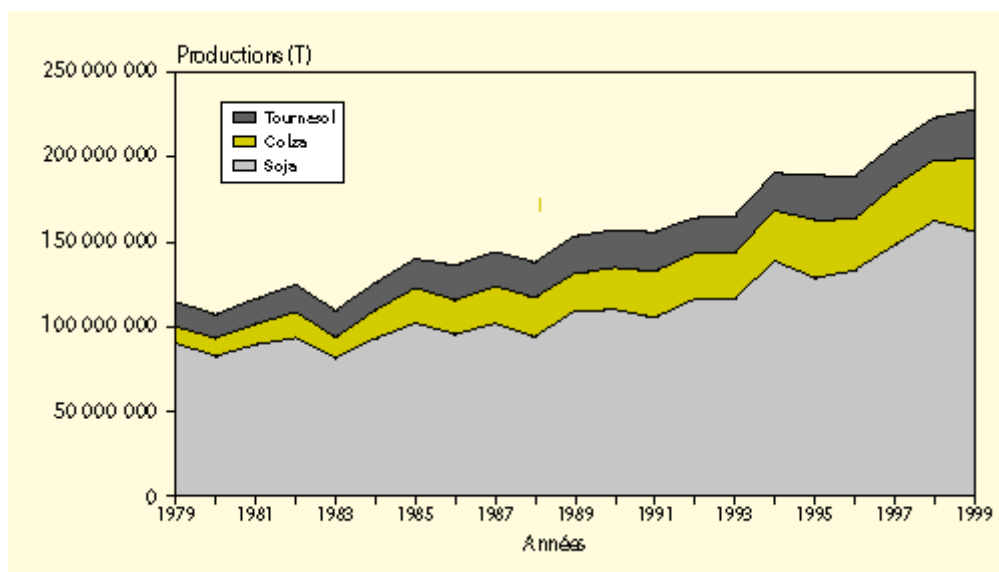


Figure 1. *Évolution de la production cumulée de trois graines oléagineuses.*

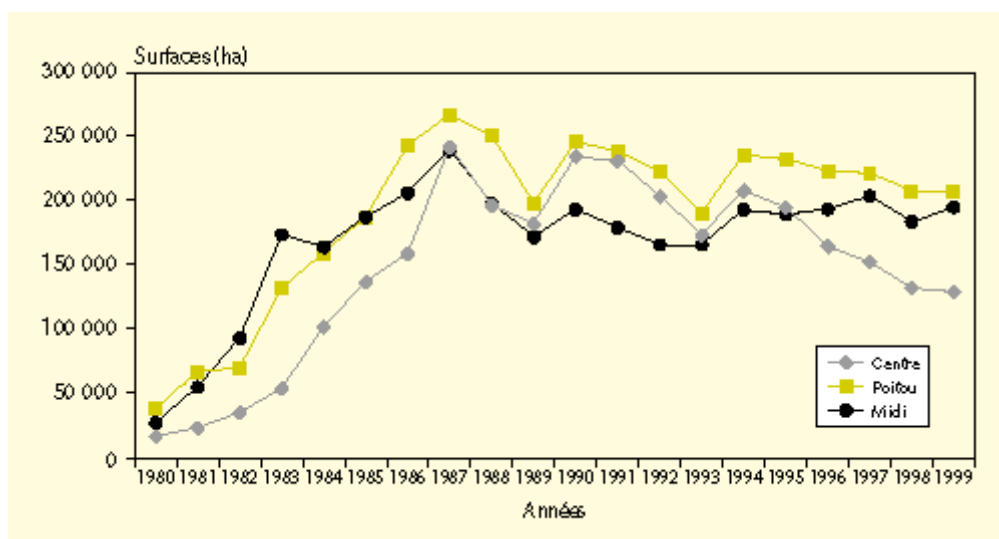


Figure 2. *Évolution des surfaces cultivées en tournesol dans trois régions françaises.*

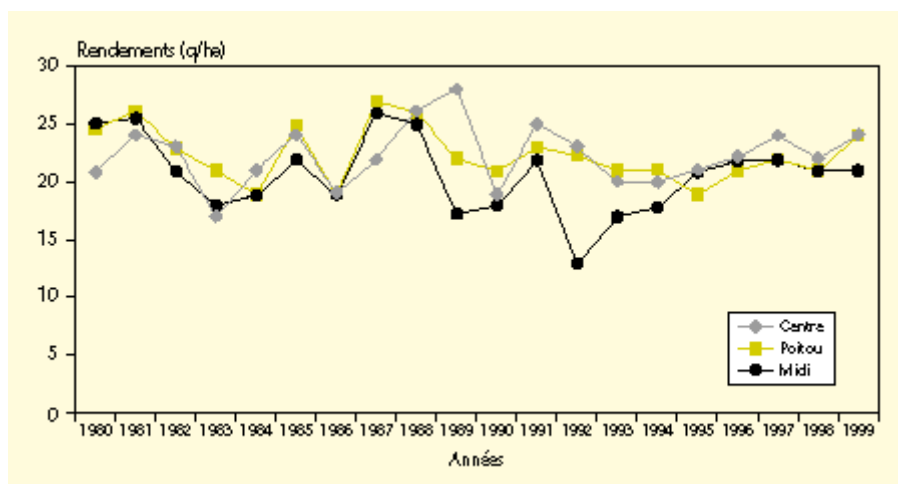


Figure 3. *Évolution des rendements en tournesol dans trois régions françaises.*

Tableau 1. *Paramètres de l'évolution des rendements en tournesol (T), en blé (B), en colza (C) et en soja (S) dans différentes zones de production.*

Pente : pente de la droite de régression des rendements au cours du temps (kg par ha et par an)

R2 : Coefficient de détermination de la régression des rendements au cours du temps

D : Dimension fractale de l'évolution des rendements au cours du temps

| Zone de production | | T | B | C | S |
|------------------------------|---|---|---|---|---|
| Monde | P | 0 | 4 | 2 | 2 |
| | R | 0 | 9 | 7 | 8 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Afrique | P | 3 | 4 | - | 0 |
| | R | 1 | 8 | 3 | 0 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Amérique du Nord et centrale | P | 1 | 2 | 1 | 3 |
| | R | 1 | 5 | 3 | 6 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Amérique du Sud | P | 4 | 4 | 4 | 3 |
| | R | 7 | 8 | 6 | 8 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Asie | P | - | 5 | 2 | 2 |
| | R | 3 | 9 | 7 | 7 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Europe | P | - | 6 | 3 | 8 |
| | R | 4 | 7 | 5 | 8 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Océanie | P | 2 | 3 | 2 | 1 |
| | R | 5 | 4 | 3 | 1 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Ex-URSS | P | - | 5 | 1 | 6 |
| | R | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Argentine | P | 4 | 3 | | 1 |
| | R | 7 | 5 | | 8 |
| | D | 1 | 1 | | 2 |
| Australie | P | 2 | 3 | | 1 |
| | R | 5 | 4 | | 1 |
| | D | 1 | 1 | | 2 |
| Chine | P | 3 | 9 | 1 | 3 |
| | R | 4 | 9 | 5 | 8 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Inde | P | 6 | 5 | 2 | 2 |
| | R | 1 | 9 | 6 | 7 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| États-Unis | P | 1 | 2 | | 3 |
| | R | 1 | 4 | | 8 |
| | D | 1 | 1 | | 1 |
| Roumanie | P | - | 1 | | 2 |
| | R | 7 | 0 | | 2 |
| | D | 1 | 1 | | 1 |
| Ex-Yougoslavie | P | 0 | 6 | - | 7 |
| | R | 0 | 1 | 9 | 1 |
| | D | 1 | 1 | 1 | 1 |
| France | P | - | 1 | 4 | |
| | R | 0 | 8 | 4 | |
| | D | 2 | 1 | 1 | |
| Centre | P | 5 | 1 | 5 | |
| | R | 1 | 6 | 3 | |
| | D | 2 | 1 | 1 | |
| Poitou-Charentes | P | - | 9 | 3 | |
| | R | 1 | 7 | 2 | |
| | D | 2 | 1 | 2 | |
| Midi-Pyrénées | P | - | 7 | - | |
| | R | 7 | 4 | 0 | |
| | D | 1 | 1 | 2 | |

| Classes de pente (P) | Classes de dimension fractale (D) | | | |
|----------------------|-----------------------------------|-----------|---------------|---|
| | A | B | C | D |
| I | Roumanie | | | France Poitou-Charentes Midi-Pyrénées |
| II | | Inde | Ex-Yugoslavie | USA Centre |
| III | | Australie | | |
| IV | Argentine | Chine | | |
| V | | | | |

Tableau 2. Analyse de la compétitivité du tournesol dans différentes zones de production (continents et sous-continent, pays et région).

| Classes de pente (P) | Classes de dimension fractale (D) | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | A | B | C | D |
| I | Ex-URSS | Europe | Asie Afrique | |
| II | | | MONDE | Afrique Am. N & C Am. N & C |
| III | MONDE | Asie Ex-URSS | Océanie Océanie | |
| IV | | Amérique S Europe | | |
| V | | Amérique S | | |

Tableau 3. Comparaison de la compétitivité du tournesol et du colza.

| Classes de pente (P) | Classes de dimension fractale (D) | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|---|
| | A | B | C | D |
| I | Roumanie | | | France Poitou-Charentes Midi-Pyrénées |
| II | | Inde Ex-Yougoslavie | Ex-Yougoslavie | USA Centre Roumanie |
| III | | Australie | USA | |
| IV | Argentine | Chine Argentine | Australie | |
| V | Chine Inde France | Centre Poitou-Charentes | Midi-Pyrénées | |

Tableau 4. *Comparaison de la compétitivité du tournesol et du soja.*

| Classes de pente (P) | Classes de dimension fractale (D) | | | |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|---|
| | A | B | C | D |
| I | Roumanie | | | France Poitou-Charentes Midi-Pyrénées |
| II | | Inde Ex-Yougoslavie | Ex-Yougoslavie | USA Centre Roumanie |
| III | | Australie | USA | |
| IV | Argentine | Chine Argentine | Australie | |
| V | Chine Inde France | Centre Poitou-Charentes | Midi-Pyrénées | |

Tableau 5. *Comparaison de la compétitivité du tournesol et du blé.*