

Végéphy – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3,4 ET 5 DÉCEMBRE 2019

VIGIEFLORE : SYNTHÈSE DE 4 ANS D'ÉVOLUTION DES FLORES ADVENTICES
ET DES PRATIQUES DE DESHERBAGE EN GRANDES CULTURES (TOURNESOL)

P. GAUTIER ⁽¹⁾, C. VERRIER ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Syngenta France SAS, 1228 Chemin de l'Hobit, 31790 Saint Sauveur, France,
pascal.gautier@syngenta.com

RÉSUMÉ

VigieFlore est un service d'audit après désherbage s'appuyant sur une base de données très riche avec plus de 20 000 parcelles étudiées depuis 14 ans. C'est un service permettant de mesurer et quantifier l'évolution pluriannuelle des flores et des pratiques agronomiques. Il a récemment été développé sur les cultures de tournesol, colza et céréales à paille. Cet article présente le bilan des observations entre 2014 et 2018 sur cultures de tournesol dans le Sud-Ouest et le Poitou. Les observations révèlent que les principales adventices sont les liserons, renouées et panic pied-de-coq, sans compter de nouvelles espèces envahissantes qui sont décelées.

Un bilan global des pratiques agricoles a été réalisé avec les impacts constatés sur les flores majeures et le datura stramoine, adventice « montante » dans le Sud-Ouest de la France. Les enquêtes chez les agriculteurs révèlent l'importance des travaux d'interculture (déchaumage, faux-semis) et du désherbage d'interculture. L'usage des techniques culturales sans labour (TCSL) est mis en valeur, notamment suite à la stratégie de labour employée. L'impact des stratégies de désherbage, du désherbage mécanique et les molécules utilisées sont également développés. Des pistes et conseils sont proposés à partir des pratiques observées et de leurs conséquences sur le désherbage et la flore en culture de tournesol.

Mots-clés : Stratégie de désherbage – Pratiques agricoles – Tournesol – Flore – Conseil

ABSTRACT

VigieFlore is an audit service after weeding based on a very rich database with more than 20 750 parcels studied for 14 years. It is a service to measure and quantify the multi-year evolution of flora and agronomic practices. It has recently been developed on sunflower crops, rapeseed and cereals. This article presents the balance of observations between 2014 and 2018 on sunflower crops in South-West and Poitou. Observations show that the main weeds are bindweed, knotweed and barnyard grass, as well as new invasive species that are found.

An overall assessment of agricultural practices was carried out with the impacts noted on the major flora and datura stramonium, a "rising" weed in the France south-west. Farmer surveys reveal the importance of false seedbed and intercropping weeding. The use of no-till cropping techniques is highlighted, particularly as a result of the plowing strategy employed. The impact of weeding strategies, mechanical weeding and the molecules used are also developed. Tips and advice are offered based on the practices observed and their consequences on weeding and flora in sunflower crops.

Keywords: Weed management – Agricultural practices – Sunflower – Flora – Advice

INTRODUCTION

CONTEXTE DU DÉSHÉRBAGE

La gestion des adventices en grandes cultures est de plus en plus délicate à gérer de nos jours. En effet, elle doit concilier différentes attentes que sont : la productivité agricole, la qualité de contrôle des adventices et la protection de l'environnement. Le recours aux herbicides est très utilisé afin de faciliter les interventions de l'agriculteur au champ, limitant aussi les coûts et le temps dédié (Compagnone et al., 2008). Cette méthode fait cependant l'objet de multiples discussions pour développer des techniques alternatives en protection des cultures. Des plans d'action ont été mis en place par les gouvernements successifs, avec notamment les plans Ecophyto.

La molécule la plus médiatisée et faisant l'objet de multiples critiques est le glyphosate, dont le retrait est envisagé à court terme en France (Sciences et Avenir, 2019a et b ; Le Point, 2019). Molécule de désherbage la plus utilisée au monde, elle apparaît pourtant comme essentiel à une bonne gestion des adventices en tournesol et se montre importante dans le développement de techniques alternatives telles que l'agriculture de conservation (Sciences et avenir, 2019b ; Labreuche et al., 2007 ; Nakamoto et al., 2006). De multiples molécules sont cependant la cible des restrictions actuelles suite au constat qu'un grand nombre d'entre elles se retrouve dans les eaux (Gaubert, 2019). Face à ces éléments, la nécessité d'utiliser au mieux les herbicides et le besoin d'accompagner les agriculteurs, distributeurs et prescripteurs dans leurs démarches est particulièrement développée. L'agriculture voit se développer de multiples études et outils à cet effet. Dans cet objectif, Syngenta a ainsi décidé dès 2004, après le retrait de l'atrazine, de développer le service Vigie Flore, permettant de suivre la généralité des désherbages. Initialement mis en place pour la culture de maïs, il a été étendu aux cultures de tournesol, colza et céréales à pailles en 2014.

LE DESHERBAGE EN CULTURE DE TOURNEOL

Une enquête nationale sur 35 exploitations en 2008 présente que le raisonnement de la lutte contre les adventices est anticipé par les agriculteurs. C'est en prenant en compte les caractéristiques agronomiques et de flores des parcelles que les décisions sont prises voire anticipées dans la rotation (Compagnone et al., 2008).

Le levier le plus connu dans la gestion des adventices sur toutes cultures est le labour. Ce dernier est régulièrement mis en avant, mais également critiqué pour son impact sur la biologie du sol et l'érosion (Cloutier et al., 2007 ; Valantin-Morison et al., 2008 ; Sans et al., 2011 ; Armengot et al., 2015 ; Gómez et al., 2016). L'étude conduite dans une rotation blé d'hiver / tournesol / épeautre en Suisse par Sans et al. (2011) indique cependant des particularités pour le tournesol. En effet, contrairement aux autres cultures, l'emploi du non-labour n'affecte pas son rendement et modifie la diversité des adventices. Ces derniers indiquent avec leurs résultats que l'effet du travail du sol sur les adventices est donc à considérer avec d'autres éléments tels que l'écartement entre rangs, la date de semis et l'architecture de la plante.

Lors de la mise en place de la culture, des stratégies telles que le faux-semis, le couvert d'interculture, le décalage de la date de semis, la modification de la rotation ou encore l'intercropping peuvent également être utilisés (Blackshaw et al., 2007 ; Cloutier et al., 2007 ; Valantin-Morison et al., 2008 ; Compagnone et al., 2008). Sumathi et al. (2009) ont mené une expérimentation qui a, quant à elle, mis en valeur l'intérêt de rangs plus resserrés en culture de tournesol pour réduire la compétitivité des adventices par rapport à la culture. Un commentaire similaire pour la culture de tournesol a été réalisé par Blackshaw et al. (2007) pour réduire la pression en adventices.

Le désherbage mécanique est un élément qui a également fait ses preuves (Cloutier et al., 2007 ; Valantin-Morison et al., 2008). Il propose une grande diversité d'outils à adapter aux problématiques rencontrées. Le choix de l'outil adapté à la culture est un élément clé de la réussite. Ainsi, Pannacci et

Tei (2014) ont mis en avant que le sarclage en culture de tournesol apparaît comme la stratégie la plus adaptée au désherbage mécanique. Il gagne en efficacité, combiné à des herbicides appliqués sur le rang.

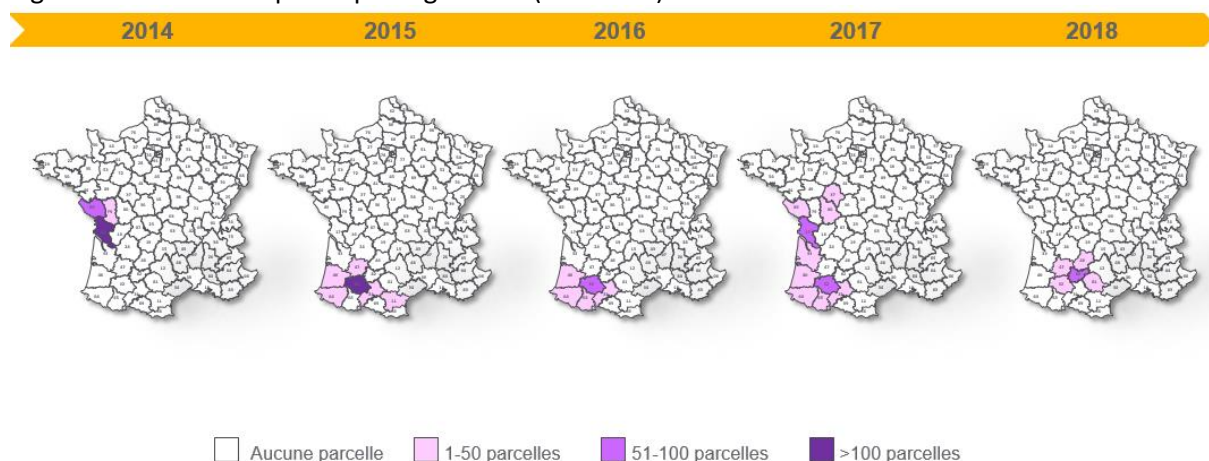
Blackshaw et al. (2007) proposent également de combiner plusieurs leviers pour obtenir une meilleure gestion des adventices. Ainsi en culture de tournesol, une densité élevée de semis, des rangs plus resserrés (50 cm) et retarder la date de semis de 2 semaines peut améliorer l'efficacité du désherbage de 5 à 90% selon la stratégie et les combinaisons utilisées. Pannacci et Tei (2014) ont, par ailleurs, développé dans leur étude que le tournesol est plus tolérant à la présence d'adventices. En effet, le rendement de la culture n'était pas significativement différent quel que soit la stratégie de désherbage utilisée (mécanique, chimique, mixte) malgré différentes pressions d'adventices.

PRESENTATION DE VIGIE FLORE

Vigie Flore est un outil proposé depuis 2004 en partenariat avec certains distributeurs et prescripteurs. Avec 14 années d'expérience et plus de 20.000 parcelles dans sa base de données, ce service est un moyen de connaître les pratiques de désherbage et diagnostiquer les points d'améliorations. Il intervient ainsi dans la connaissance des pratiques d'un secteur donné mais également de la flore adventice présentant une réelle difficulté de gestion. Il permet également de valoriser le positionnement de Syngenta au travers de certains produits afin de concilier « efficacité du désherbage », raisonnement agronomique à la parcelle et respect de l'environnement.

L'outil est développé sur plusieurs cultures, maïs, tournesol, céréales à paille et colza. Il consiste, après accord avec le partenaire, en la réalisation d'enquêtes sur un panel de 100 à 200 parcelles représentatives d'une zone donnée. Leur référence est ensuite réalisée dans une base de données à partir des données parcellaires (culture, historique parcellaire, type de sol, ph ...), des informations liées aux pratiques culturales affectant le désherbage (labour, semis, binage,...) et un relevé de flore. Des données complètes sur les stratégies de désherbage (produits, doses, ...) et les risques environnementaux sont présentes. L'anticipation de l'évolution des adventices, l'amélioration des pratiques culturales et de désherbage et l'accompagnement des distributeurs et prescripteurs sont au cœur de cet outil. Les enquêtes réalisées sur tournesol rassemblent 843 parcelles et près de 97.750 données parcellaires depuis 2014, dans le Poitou et le Sud-Ouest de la France (figure 1).

Figure 1 : Secteurs enquêtés par Vigie Flore (tournesol)



OBJECTIF DE L'ETUDE

À partir des informations collectées par Vigie Flore en tournesol, un bilan des enquêtes de 2014 à 2018 a été réalisé. Les pratiques agronomiques, et de désherbages, liées à cette culture y sont présentées. Après la présentation de la méthodologie utilisée, un bilan des flores retrouvées 45 jours après désherbage et des leviers agronomiques a été établi.

MATERIEL ET METHODE

OUTIL VIGIE FLORE

L'ensemble des données utilisées sont issues des enquêtes réalisées à la parcelle par différents notateurs. Les questionnaires sont remplis au format papier puis saisis dans une interface web. Une extraction des données vers Excel (version 2013) permet ensuite un premier traitement des informations. Les données collectées renseignent les informations générales de l'exploitation, les données parcellaires et des éléments sur son historique dans un premier temps. Les données agronomiques sont ensuite complétées. Le programme de désherbage et la gestion de la cuve et de l'application sont également renseignés avec des informations sur la proximité d'aires de captage d'eau. Enfin, les informations de flore sont apportées. Un indice de nuisibilité est pré-calculé dans la base à partir des relevés de chaque espèce observée dans la parcelle. L'efficacité du désherbage est renseignée à partir de la couverture générale des adventices : très bon pour moins de 5% de couverture, correct pour 5 à 15% de couverture et insuffisant pour plus de 15% de couverture.

ANALYSES

Les informations de flore ont été traitées dans le fichier afin de connaître les principales adventices observées après désherbage. Une analyse descriptive visuelle a été menée pour retenir les adventices majeures.

Les données agronomiques disponibles depuis 2014 ont été compilées dans un tableau synthétique. Ce dernier rassemble les informations sur la préparation de la culture, la stratégie de désherbage, la synthèse de rotation et l'efficacité du désherbage. Les informations concernant la rotation ont été synthétisées de la manière suivante : monoculture de tournesol, rotations impliquant des cultures fourragères, rotations impliquant des cultures industrielles ou légumières, rotations impliquant un colza, rotations uniquement céréalières (dite cultures de printemps / céréales). Les dates de semis ont été regroupées par quinzaine (15 premiers jours et 15 derniers jours du mois).

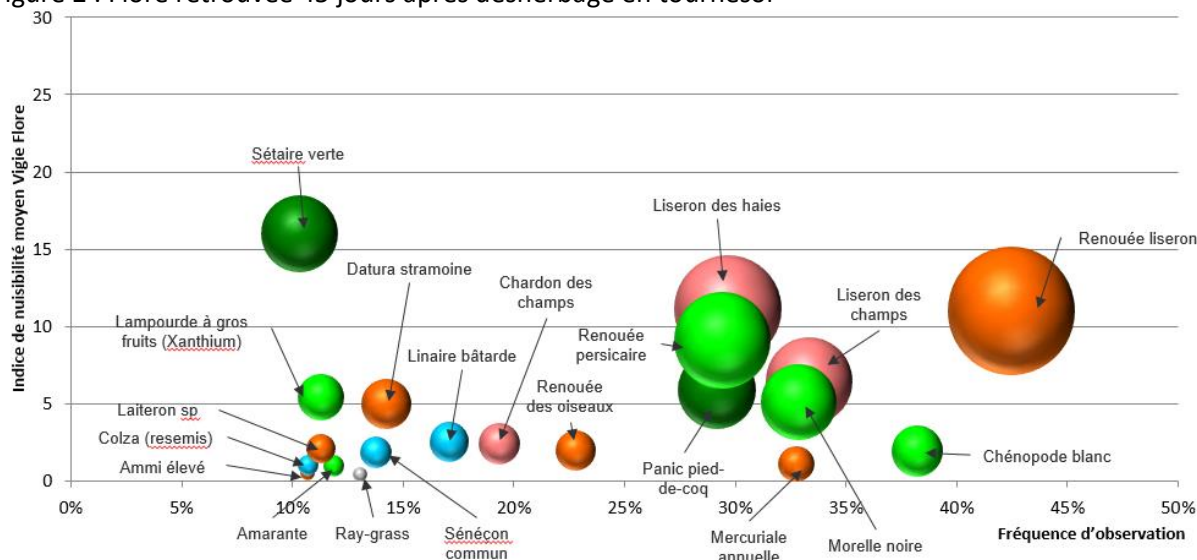
Les données parcellaires ont été traitées par analyse en composante multiple (ACM), en considérant comme facteur observé l'efficacité du désherbage. 461 parcelles (soit 55% des parcelles) ont été utilisées. La réalisation d'une hiérarchisation a ensuite permis de constituer des groupes de parcelles aux pratiques similaires qui ont été caractérisés puis mis en correspondance avec l'efficacité du désherbage. Pour la réalisation de l'analyse, le package FactoMineR a été utilisé dans le logiciel R (version 3.5.3). Chacun des leviers a fait l'objet d'une analyse descriptive de flore indépendamment de l'ACM. Des graphiques comparatifs ont ainsi été construits sous Excel (version 2013) pour une analyse descriptive de la flore majeure (fréquence d'observation et nuisibilité) en fonction des différents leviers agronomiques considérés.

RESULTATS ET DISCUSSION

FLORE RETROUVEE APRES DESHERBAGE

Dans l'ensemble du secteur, la flore retrouvée de 2014 à 2018 et notée 45 jours après désherbage est principalement constituée de dicotylédones et vivaces (figure 2). Les adventices devant faire l'objet d'une surveillance importante au regard de leur fréquence d'observation en parcelles et de leur nuisibilité sont les renouées liseron et persicaire, le liseron des champs et le liseron des haies, le panic pied-de-coq et la morelle noire. La présence et l'impact du datura stramoine sont également significatifs, une attention y sera donc apportée.

Figure 2 : Flore retrouvée 45 jours après désherbage en tournesol



POINTS A RELEVÉ

79% des parcelles étaient dans une rotation « culture de printemps / céréales », soit une très large majorité. La répartition des périodes de semis est assez équilibrée avec 33% de semis avant le 15 Avril, 35% entre le 16 et le 30 Avril et 26% entre le 1 et le 15 Mai.

LEVIERS AGRONOMIQUES

Déchaumage et/ou faux-semis

L'utilisation d'un déchaumage ou d'un faux-semis est une pratique agronomique qui ressort dans l'ACM. Cette pratique affiche une utilisation sur 44% des parcelles et présente -7% de désherbage insuffisant (figure 3). Bien que retenu comme attractif dans la littérature pour perturber le cycle des adventices (Cloutier et al., 2007 ; Valantin-Morison et al., 2008), cette méthode reste soumise aux conditions météorologiques pour permettre la levée des adventices. Un regard pluriannuel prenant en compte différentes années peut expliquer l'absence d'impact fort. Il est à remarquer que l'impact sur la flore majeure est significatif. La plupart des flores présente une baisse de leur fréquence d'observation et de leur nuisibilité, le datura stramoine et le liseron des haies faisant exception. En effet, la nuisibilité observée est nettement plus élevée malgré une fréquence d'observation réduite.

Désherbage en interculture

Le désherbage en interculture n'est utilisé que sur 18% des parcelles (dont 51% sont en techniques culturales sans labour (TCSL)) et présente un rôle important dans l'efficacité du désherbage (figure 4). Son utilisation ne permet que +11% de très bons désherbages et -8% de désherbages insuffisants. Toutes les adventices majeures voient leur nuisibilité significativement réduite (jusqu'à -11 points pour l'indice de nuisibilité Vigie Flore). L'impact sur la renouée persicaire est une baisse de la fréquence d'observation. Pour le datura stramoine, l'effet est net et l'adventice devient maîtrisée, avec -10% de fréquence d'observation et -3 points pour l'indice de nuisibilité Vigie Flore.

Figure 3 : Impact du déchaumage (ou faux-semis) en interculture sur l'évolution de flore de 2014 à 2018 (408 parcelles)

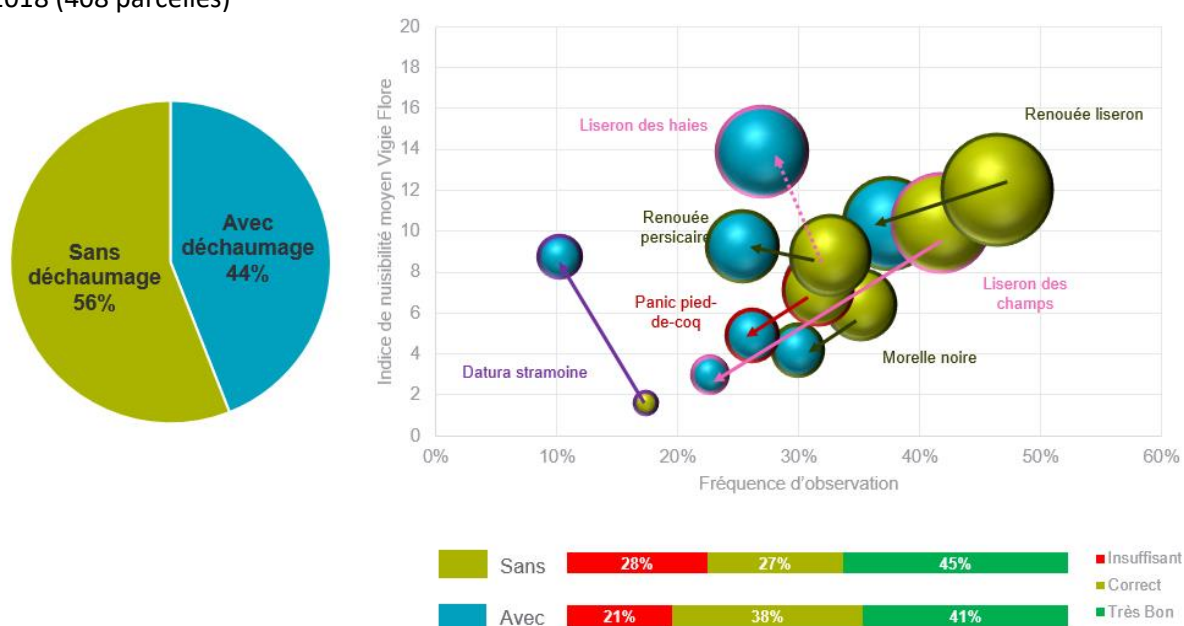
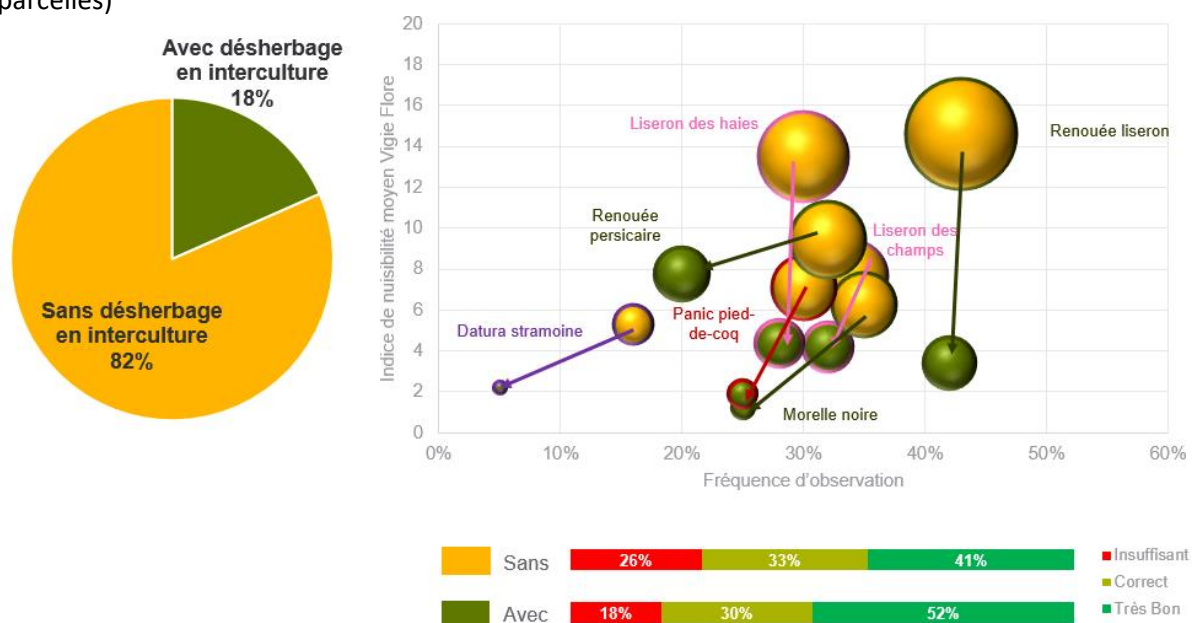


Figure 4 : Impact du désherbage en interculture sur l'évolution de flore de 2014 à 2018 (561 parcelles)



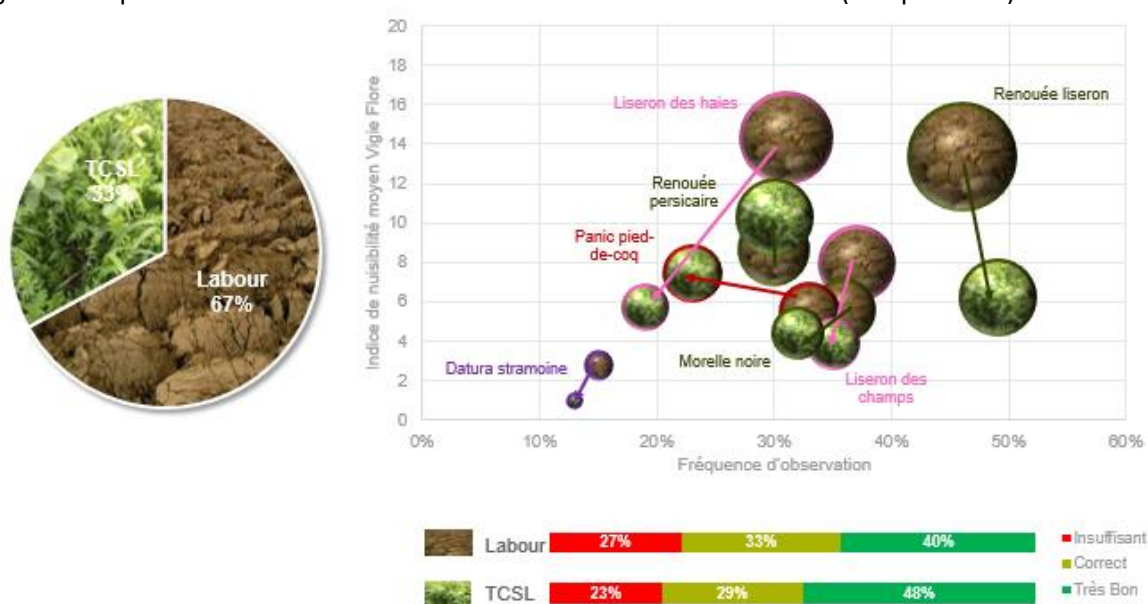
Pratique du non-labour

Le labour est réalisé principalement avant le 10 février (73% des parcelles). Il n'affecte pas l'efficacité du désherbage. Cependant, l'observation des flores montre que les vivaces, la renouée liseron et la morelle noire sont nettement moins nuisibles avec un labour après le 10 février (jusqu'à -13 points). Le panic pied-de-coq voit sa fréquence d'observation augmenter (+10%) ainsi que le datura stramoine (+3%) et la renouée persicaire (+8%).

La pratique des TCSL (33% des parcelles) présente des résultats contrastés (figure 5). L'ACM n'accorde pas de rôle particulier dans l'efficacité finale du désherbage. Au regard de la flore, les TCSL apparaissent comme beaucoup plus attractives. Hormis pour la renouée persicaire et le panic pied-de-coq, la nuisibilité des adventices majeures est réduite (jusqu'à -9 points). La variation de fréquence d'observation la plus forte revient au liseron des haies avec -12%. Bien que le panic voit sa nuisibilité accrue (+2 points), il est moins rencontré (-10% de fréquence d'observation).

L'intérêt du labour ressort fréquemment sur toutes cultures pour améliorer la gestion des adventices et notamment réduire leur abondance et leur nuisibilité tout en limitant le recours aux intrants (Cloutier et al., 2007 ; Valantin-Morison et al., 2008 ; Sans et al., 2011 ; Armengot et al., 2015 ; Gómez et al., 2016). En TCSL, les adventices sont généralement retrouvées plus nombreuses et plus diversifiées. Les études de Sans et al. (2011) et Armengot et al (2015) ont montré ces éléments sur tournesol en Suisse. Les observations des enquêtes Vigie Flore sont donc différentes pour le Sud-Ouest de la France. La localisation géographique des enquêtes, le facteur annuel et le labour avant le 10 février peuvent être les explications les plus envisageables. Ce dernier est en effet très utilisé et défavorable à une gestion correcte de la flore, il apporte donc plus de résultats dans la comparaison entre labour et non labour. Il est tout de même intéressant de constater qu'en culture de tournesol, la réduction du travail du sol est possible avec un faible risque de mauvaise gestion des adventices. Cela se rapproche des éléments rapportés par Sans et al. (2011) et Armengot et al (2015) qui précisent qu'avec un système adapté, les TCSL en tournesol ont des résultats de rendements similaires aux cultures avec labour.

Figure 5 : Impact du travail du sol sur l'évolution de flore de 2014 à 2018 (766 parcelles)



Date de semis

Les analyses du désherbage portées sur les dates de semis n'ont pas données de différences significatives. L'efficacité des stratégies herbicides est équivalente. Les observations en parcelles indiquent cependant que le liseron des champs et la renouée liseron sont moins observés avec des semis tardifs, mais cela n'affecte pas la nuisibilité.

Écartement entre rangs

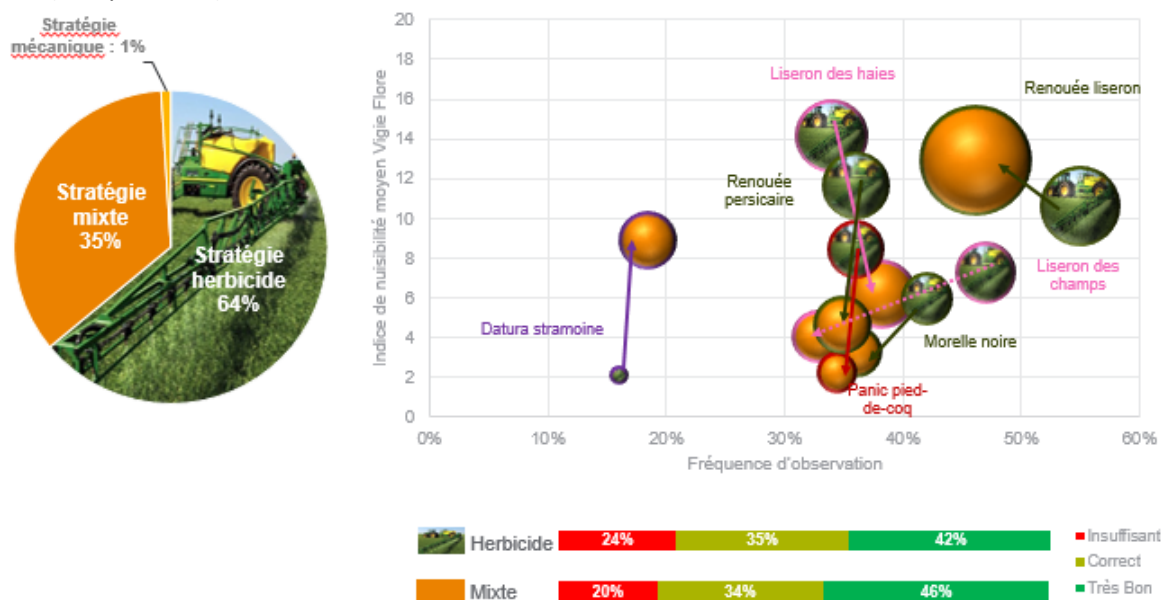
54% des parcelles présentent un écartement supérieur à 70 cm et 38% ont un écartement compris entre 60 et 69 cm. L'écartement entre les rangs ne ressort pas avec l'ACM au regard de l'efficacité globale du désherbage, mais il possède un intérêt dans la gestion de la nuisibilité des flores. Étonnamment, ce sont avec les écartements espacés que la nuisibilité des flores majeures est réduite (jusqu'à -13 points). Seul, le datura stramoine est en contradiction avec cette tendance, avec +1 point de nuisibilité et +8% de fréquence d'observation avec des écartements espacés.

Stratégie de désherbage

L'observation des stratégies de désherbage produit des résultats variables. La comparaison entre stratégies herbicides (64% des parcelles) et stratégies mixtes (35% des parcelles, avec un passage mécanique principalement entre 4 et 8 feuilles), aucun élément ne ressort en faveur de la maîtrise globale des adventices (figure 6). Cependant, les analyses de flore indiquent que le désherbage mixte

permet une diminution de la nuisibilité des vivaces, renouée persicaire et panic pied-de-coq et morelle noire (jusqu'à -6 points). La renouée liseron et le datura stramoine, avec respectivement +3 et +7 points de nuisibilité, sont favorisés en désherbage mixte. Les fréquences d'observations de chaque flore sont similaires. Ces éléments se rapprochent des observations de Pannacci et Tei (2014) dans le sens où les stratégies mixtes les plus efficaces sont équivalentes aux stratégies sans passages mécaniques.

Figure 6 : impact de la stratégie de désherbage (herbicide ou mixte) sur l'évolution de flore de 2014 à 2018 (799 parcelles)



L'observation des passages herbicides ne produit pas de différences entre les stratégies mixtes et les stratégies sans passage mécanique. Dans chaque cas, les stratégies « 1 prélevée » ou « 1 prélevée + 1 postlevée » sont les plus utilisées (près de 90% des stratégies) avec un nette avantage en faveur de l'utilisation de la « 1 prélevée ». Ces deux stratégies ont été comparées (figures 7 et 8).

La stratégie de passages « 1 prélevée + 1 postlevée » permet une meilleure gestion des adventices. En stratégie mixte, il y a peu de données pour la « 1 prélevée + 1 postlevée ». Cependant, une tendance claire ressort pour cette stratégie avec -19% d'échecs de désherbage et un meilleur contrôle des adventices, avec jusqu'à -12 points de nuisibilité d'adventice. En stratégie herbicide, la même observation est faite pour la stratégie « 1 prélevée + 1 postlevée ». Il y a -7% d'échecs de désherbage constatés et une baisse de nuisibilité des adventices allant jusqu'à -13 points.

Les molécules utilisées et stades de passages des herbicides sont similaires en présence ou absence de désherbage mécanique. En prélevée, quel que soit le nombre de passages herbicides, les produits utilisés sont issus de groupes HRAC qualifiés de « résistance breaker » et le glyphosate fait partie des produits les plus utilisés avant la levée. En passage de postlevée, ce sont les groupes HRAC A et B qui sont utilisés. Ainsi, l'utilisation de la stratégie « 1 prélevée + passage mécanique » permet de faire un passage de postlevée sans avoir recours aux groupes HRAC A et B. Cela n'améliore pas significativement le désherbage par rapport à la « 1 prélevée », ce qui suggère qu'un complément mécanique en remplacement d'un herbicide procure seulement une sécurité supplémentaire. La stratégie « 1 prélevée + 1 postlevée » permet -5% de désherbages insuffisants et +9% de très bons désherbages en comparaison à la « 1 prélevée + passage mécanique ». En se concentrant sur la proportion de situations d'échecs, les deux stratégies paraissent proches. La gestion de flores spécifiques, et notamment du datura stramoine, restent à l'avantage de la « 1 prélevée + 1 postlevée » (avec ou sans désherbage mécanique). Selon les flores rencontrées, il est donc possible de substituer un passage herbicide par un passage mécanique avec un minimum de risques.

Figure 7 : Impact des passages herbicides en stratégie mixte sur l'évolution de la flore de 2014 à 2018 (161 parcelles)

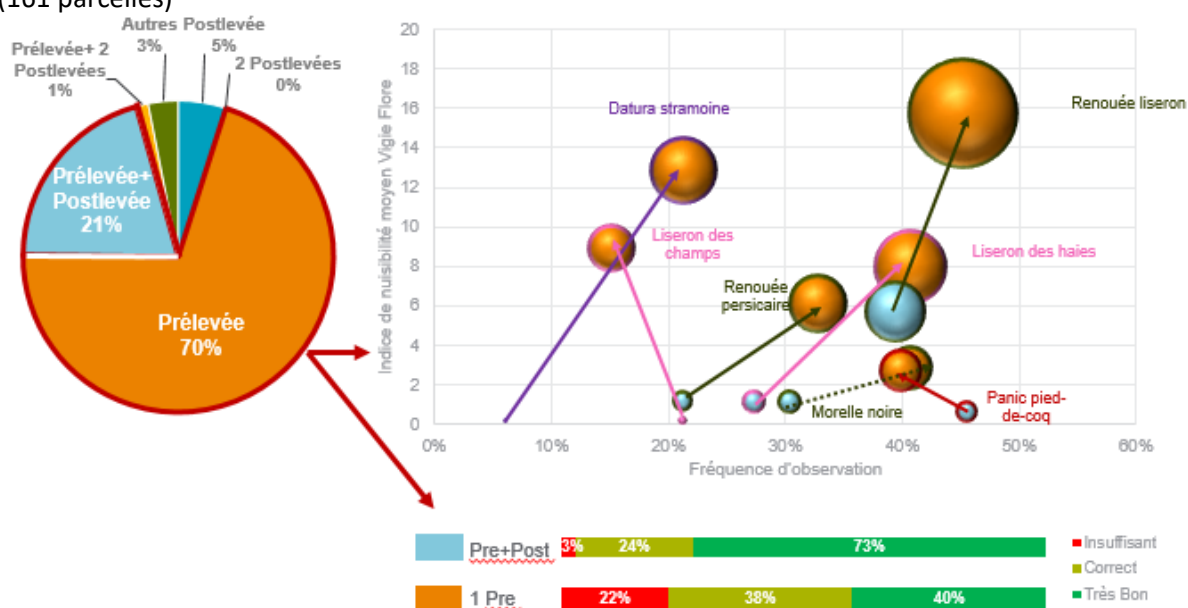
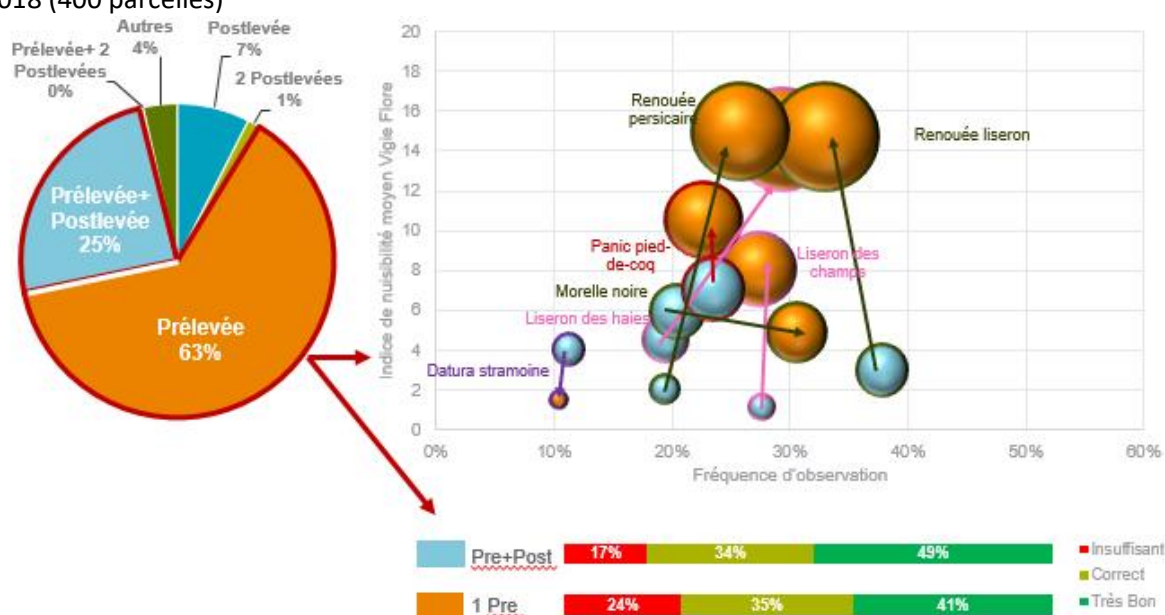


Figure 8 : Impact des passages herbicides en stratégie chimique sur l'évolution de la flore de 2014 à 2018 (400 parcelles)



CONCLUSION

Grâce aux enquêtes réalisées avec le service Vigie Flore de Syngenta, un bilan sur les pratiques en culture de tournesol dans le Sud-Ouest a pu être établi. Ce dernier a permis de mettre en avant que l'utilisation de désherbage en interculture, de déchaumage et/ d'une stratégie herbicide « 1 prélevée + 1 postlevée », bien que les moins utilisées, apparaissent comme les pratiques les plus intéressantes dans la gestion de la flore. Les utilisateurs de TCSL en tournesol ont obtenu de bons résultats de désherbage. Son emploi combiné à des actions en interculture (faux-semis, désherbage) peut le rendre particulièrement efficace. Un passage mécanique, en complément, a démontré son intérêt dans la gestion des vivaces. Son emploi comme substitut à un herbicide de postlevée produit une bonne efficacité. En revanche, pour la gestion de flores particulières telles que le datura stramoine, un passage herbicide supplémentaire en postlevée est préférable. L'observation des stratégies herbicides utilisées montre qu'en culture de tournesol, il est possible de n'avoir recours qu'à un passage herbicide, afin d'éviter une utilisation des groupes HRAC A et B, sujets à des résistances

d'adventices. Cela permet de préserver les solutions des groupes A et B pour d'autres cultures, à condition de ne pas avoir de flores difficiles à gérer.

En tous les cas, les enquêtes Vigie Flore révèlent que le désherbage de la culture du tournesol doit être une compilation de différents facteurs, tant agronomiques que chimiques, afin d'amener la pérennité de la culture, des rendements et une rentabilité à la hauteur des attentes des agriculteurs, une préservation des molécules herbicides actuelles tout en assurant une protection durable de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Armengot L., Berner A., Blanco-Moreno J. M., Mäder P., Sans F. X., 2015. Long-term feasibility of reduced tillage in organic farming. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 339-346.

Blackshaw R.E., Anderson R.L., Lemerle D., 2007. Cultural weed management. *Non-chemical weed management. Principles, concepts and technology*, 35-47.

Cloutier D.C., Van der Weide R.Y., Peruzzi A., Leblanc M.L., 2007. Mechanical weed management. *Non-Chemical Weed Management*, 111-134.

Compagnone C., Hellec F., Macé K., Morlon P., Munier-Jolain N., Quéré Raisonement L., 2008. Des pratiques et des changements de pratiques en matière de désherbage : regards agronomique et sociologique à partir d'enquêtes chez des agriculteurs. *Innovations Agronomiques*, 3, 89-105.

Gaubert C., 2019. 232 pesticides ou potentiels perturbateurs endocriniens retrouvés dans les lacs et rivières. *Sciences et avenir*. https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/232-pesticides-ou-perturbateurs-endocriniens-dans-les-eaux_133079.

Gómez J. A., Orgaz F., Gómez-Macpherson H., Villalobos F. J., Fereres E., 2016. Tillage. In *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture*, 229-239.

Nakamoto T., Yamagishi J., Miura F., 2006. Effect of reduced tillage on weeds and soil organisms in winter wheat and summer maize cropping on Humic Andosols in Central Japan. *Soil and Tillage Research*, 85, 94-106.

Pannacci E., Tei F., 2014. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop protection*, 64, 51-59.

Sans F.X., Bener A., Armengot L., Mäder P., 2011. Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat-sunflower-spelt cropping sequence. *Weed research*, 51, 413-421.

Sumathi V., Rao D. K., Subramanyam D., Reddy D. S., 2009. Effect of planting pattern and weed management on nutrient uptake and economics of rabi sunflower and its associated weeds. *Indian Journal of Weed Science*, 41, 1/2, 65-70.

Valantin-Morison M., Guichard L., Jeuffroy M.-H., 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? *Innovations agronomiques*, 3, 27-41.