

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

APPROCHES DE LA NUISIBILITE DU BLEUET EN COLZA D'HIVER

B. ALRUSTOM, J.-P. GUILLEMIN, H. DARMENCY

AGROECOLOGIE, AGROSUP DIJON, INRA, UNIV. BOURGOGNE FRANCHE-COMTE, F-21000 DIJON,
FRANCE. b.alrustom@yahoo.fr, jean-philippe.guillemain@agrosupdijon.fr, henri.darmency@inra.fr.

RÉSUMÉ

Le bleuet est une adventice qui réapparaît dans les cultures de colza et qui pourrait devenir gênante. Il offre par ailleurs une ressource de nectar aux pollinisateurs et vraisemblablement aussi aux auxiliaires des cultures. Afin d'en bénéficier, il conviendrait de déterminer une situation d'équilibre entre ses services et sa nuisibilité au lieu de l'éradiquer des champs. Nous décrivons ici les résultats d'essais de compétition bispécifique avec du colza en placettes expérimentales. Les conditions d'expérimentation nous ont amené à avoir soit des densités trop élevées soit trop faibles pour évaluer un seuil de nuisibilité. Les résultats apportent néanmoins des informations précieuses sur les relations de concurrence entre les bleuets eux-mêmes et sur différents aspects de ses effets sur la croissance du colza, en termes de mortalité, de biomasse et de rendement.

Mots-clés : compétition, bleuet, colza.

ABSTRACT

WEEDINESS OF CORNFLOWER IN WINTER OILSEED RAPE

Infestation of oilseed rape fields by cornflower is more and more frequent, which could become harmful. In contrast, cornflower produces nectar that is a resource for pollinators and probably crop pest predators and parasitoids. In order to get benefit of this resource, it is necessary to determine a balanced equilibrium between the services and the weediness of cornflower in spite of destroying it. We describe here bispecific competition trials against oilseed rape in small experimental plots. Experimental conditions led to too high or too small plant densities to estimate a threshold of competition. Results provide relevant information on self-concurrence among cornflower plants and on its effect on oilseed rape mortality, biomass and yield.

Keywords: competition, cornflower, oilseed rape.

INTRODUCTION

Le bleuet *Cyanus segetum* Hill (anciennement *Centaurea cyanus* L.) est une plante annuelle commensale des cultures historiquement liée aux moissons : une messicole. Il est considéré comme emblématique et patrimoniale en France. Il a disparu d'un tiers des départements français depuis 1970. L'espèce est classée « à surveiller » par le Plan National d'Action en faveur des Messicoles 2012-2017 (Cambecedès et al 2012). Le bleuet peut être considéré comme une « espèce parapluie » : sa présence révèle l'existence d'une population de messicoles rares dans les régions où il est peu présent (Bellanger et al, 2012). Il est également une ressource en pollen et en nectar pour les pollinisateurs (Denisow 2006). Préféré par les bourdons dans les mélanges floraux (Roscoe et Irvin, 2010), ses capitules sont aussi visités par les abeilles sauvages et domestiques. Le bleuet était il y a une cinquantaine d'année une composante essentielle des miels « toutes fleurs » d'été (Schweitzer 2004). Requier et al (2012) ont montré que le pollen de bleuet contribue significativement à l'alimentation des abeilles domestiques dans la plaine niortaise : les récoltes de pollen peuvent dépasser 25% du butin journalier. Son nectar est aussi attractif pour de nombreux diptères (dont des syrphes), coléoptères et fourmis (Nentwig 1992), et des parasitoïdes (Géneau et al 2013). Ses nectaires extra floraux prolongent la production de nectar par la plante, avant et après floraison (Géneau et al 2012). Il fournit aussi un habitat propice aux auxiliaires des cultures (Perju et Moldovan, 1991 ; Weiss et Stettmer, 1991 ; Fitzgerald et Solomon, 2004). Outre son intérêt symbolique pouvant justifier à lui seul la réintroduction de l'espèce dans des aménagements agroécologiques spécifiques, telle que préconisé par le Plan National d'Actions en faveur des Messicoles, sa présence dans les champs pourrait offrir des services bénéfiques et donc contribuer à l'efficacité des stratégies développées dans le cadre de l'Agroécologie. Afin d'en bénéficier il convient cependant de déterminer une situation d'équilibre entre ses services et sa nuisibilité.

En effet, l'autre regard sur le bleuet consiste à y voir une adventice tellement "trop connue pour qu'il soit utile de la décrire: plante nuisible quand elle se multiplie à l'excès" (Fron, 1917). Elle fait partie du cortège d'adventices que les agriculteurs ont commencé à maîtriser avec les désherbants organiques. Ceci a entraîné une régression très nette, ce qui l'a fait oublier parmi les adventices importantes, jusqu'à susciter des initiatives citoyennes en faveur de sa protection voire de sa réintroduction dans les campagnes (Tranchard, 1993; Morin, 2015). On recommence maintenant à voir en abondance cette espèce dans le colza, formant souvent une canopée totalement bleue avant la récolte, aussi bien en agriculture biologique du fait d'un cycle biologique exactement adapté à celui de la culture, que chez les conventionnels probablement du fait de sa faible sensibilité aux herbicides utilisés actuellement. Pour autant, il n'est pas sûr que son développement ait un effet sur le rendement. Il faudrait donc définir le seuil de nuisibilité acceptable pour l'agriculteur afin d'essayer d'atteindre un équilibre entre services écosystémiques et effets indésirables.

A l'origine, le concept de seuil de nuisibilité ne considérait que les effets immédiats de compétition sur la culture : il devait simplement permettre "de dire qu'à partir d'une certaine densité de mauvaises herbes, leur destruction ne présentera aucun intérêt économique et technique" (Barralis, 1977). Cette notion de seuil a fait débat dans les années 70 (Barralis, 1977) et s'est enrichie de quelques données dans les années 80 (Caussanel, 1989), mais il est vite apparu que la prise en compte de la densité d'adventice, c'est à dire la seule information précoce disponible pour l'agriculteur, ne permettait pas une prédiction suffisante pour l'aide à la décision, la variabilité des résultats selon les conditions annuelles restant très grande. Ainsi, la compétition exercée par les graminées comme le vulpin (Guillemet, 1972; Salamine et Dutroux, 1975) ou l'avoine (Chancellor et Peters, 1976), les cas les mieux étudiés, donnaient des fourchettes respectivement de 10 à 50 et de 2 à 10 pieds au m² dans les céréales. Des valeurs pour une perte de rendement de 5% sont données avec réserve pour quelques adventices fréquentes (Bonin et al., 2015).

Peu de données sont connues pour le bleuet. Dans une expérience en petits pots en serre, le nombre et la production de grain de blé diminuait de 45% quand le pot contenait un blé et un bleuet, soit environ 305 plantes au m² (Thompson et Woodward, 1994). Au champ en Pologne, une perte de rendement du blé de 4 à 12% a été observée pour des densités de bleuet de 10 à 100 plantes au m² (Kapeluszny et

Pawlowski, 1978), et dans un autre cas de 6 à 30% pour des densités de bleuet de 5 à 50 plantes par m² (Rola *et al.*, 2013). En Allemagne, une perte de rendement jusqu'à 36% a pu être évitée en détruisant les bleuets dont le taux de couverture du sol était de 7,6% avant désherbage (Ulber *et al.*, 2010). Enfin, dans la recherche d'une méthode simple pour prédire les capacités compétitives des adventices via leur développement en compétition avec un blé standard, Dutoit *et al.* (2001) considèrent que le bleuet a une faible aptitude à la compétition. A l'évidence, les conditions des expériences (qualité des semences de bleuet ou terrain préalablement enrichi en bleuet, dates de levée des espèces en compétition, conditions climatiques, variétés cultivées, etc.) introduisent de nombreuses sources de variation difficilement contrôlables. Peut-on réellement espérer une situation de référence ? Nous illustrons une tentative de réalisation de telles expériences de compétition dans le colza.

MATERIEL ET MÉTHODE

LES SEMENCES

Une population de semences de bleuet a été triée d'une récolte de colza d'un champ conduit en agriculture biologique en 2010 à Epagny (Côte d'Or). Cent cinquante plantes ont été cultivées sur une natte perméable au jardin expérimental de l'INRA à Dijon en 2012. Les semences ont été récoltées au balai sur la natte à plusieurs reprises au cours des mois de juin et juillet, puis triées. En septembre 2012, le taux de germination en boîte de Petri (15°C la nuit, 25°C le jour, 12 h de photopériode) était de 96%.

LES ESSAIS

Le terrain est une parcelle de sol argilo-calcaire sur le site de l'INRA de Dijon, avec labour et passage d'une fraise de maraicher. Des micro-parcelles de 1x2m séparées de 2m ont été stérilisées à la vapeur sous des cloches pendant deux heures. En 2012, le semis du colza est réalisé mi-septembre avec un semoir de précision à la densité de 60 semences/m² (écartement de 25cm). Le bleuet est semé à la main immédiatement après avec cinq densités dans un dispositif à quatre blocs aléatoires. Une expérience de semis de bleuet au champ en 2009 avec un lot à 50% de germination au laboratoire ayant donné 3% de levée avec une grande hétérogénéité spatiale, nous avons choisi quatre fortes doses de semi plus un témoin pour être sûr d'avoir une infestation de bleuets: 0, 125, 250, 500 et 1000 semences au m². Nous espérons atteindre les densités 0, 10, 20, 40 et 80 plantes au m². Puis l'essai est protégé par un filet anti lapins. Les résultats de la campagne 2012-2013 nous ont conduits à diminuer les densités de bleuet pour le semis de fin octobre 2013 : 0, 67, 125, 250 et 500 semences/m². En fin d'automne, un comptage du peuplement est réalisé avec démariage.

A maturité de la culture, les bleuets, puis les pieds de la culture, sont comptés et coupés au ras du sol dans un quadrat de 0,5x0,5m au centre des micro-parcelles. Les mesures comprennent la hauteur des plantes, la biomasse totale sèche des deux partenaires après 48h à 80°C, le poids en grain et le poids moyen des grains.

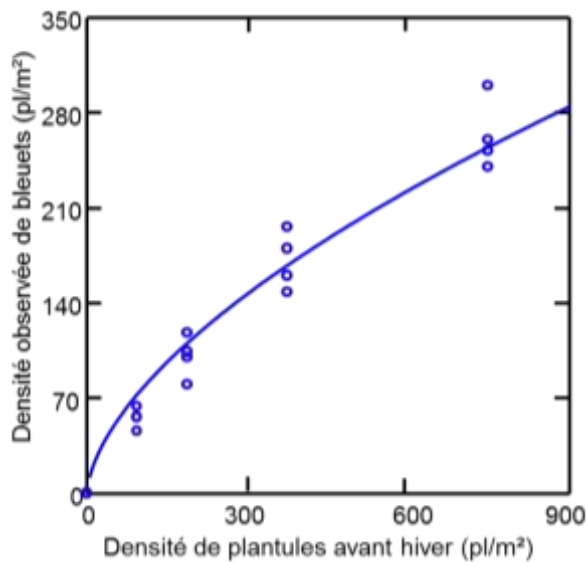
RESULTATS ET DISCUSSION

DEVENIR DU BLEUET

Les densités attendues de bleuets ont été largement dépassées dans l'essai 2012-2013. Devant l'incertitude sur les effets de concurrence et le taux de survie hivernale, elles ont été ajustées 15 jours après levée à 100, 200, 400 et 800 pl/m². Les doses de semis 2013 ont été revues à la baisse, mais les mauvaises conditions climatiques ont repoussé le semis du colza jusqu'en octobre, ce qui a entraîné une mauvaise levée à la fois du colza et du bleuet : devant l'hétérogénéité de l'essai, celui-ci a été détruit. En 2012-2013, la survie pour la densité la plus faible a été de 55%. Aux plus fortes doses de semis la relation est moins que proportionnelle (Figure 1), pour aboutir à 263 levées pour 800 plantules, soit 33%. La courbe de densité de plantes ayant passé l'hiver et encore présentes à la récolte

(D) en fonction de la densité de plantules avant l'hiver (P) suit l'équation $D = 4,62P^{0,6}$ (R^2 corrigé = 0,96), ce qui indique que les plantules de bleuet sont entrées en compétition entre elles. Bien que la courbe soit continue, un test t ne montre pas de différence du taux de levée entre les densités observées autour de 55 et 100 pl/m² ($t_2 = 0,98$, $p = 0,37$), mais le taux est significativement plus faible à 170 pl/m² comparé à 55 pl/m² ($t_1 = 2,81$, $p = 0,015$), ce qui indique un début d'interférence notable à plus de 100 plantules au m², ce qui aboutit à la mortalité d'une fraction des plantules.

Figure 1 : Relation entre la densité de plantules de bleuet avant l'hiver et celle observée à la récolte. Observed density of cornflower at harvest in terms of the density before winter.



Outre la mortalité, la densité a un effet sur la masse de chaque individu de bleuet (Figure 2). La courbe du poids sec d'un bleuet (PSB) décroît rapidement en fonction de la densité observée : $PSB = 52 - 16D^{0,2}$ (R^2 corrigé = 0,72). Leur hauteur n'en est pourtant pas affectée, les plantes cherchant la canopée pour fleurir mais ne poursuivant pas leur élévation au-delà du dessus du colza (Tableau I). La biomasse totale par m² augmente néanmoins légèrement avec la densité (Tableau I).

Figure 2 : Relation entre le poids sec d'un pied de bleuet et la densité de bleuet. Dry weigh of one cornflower plant in terms of cornflower density

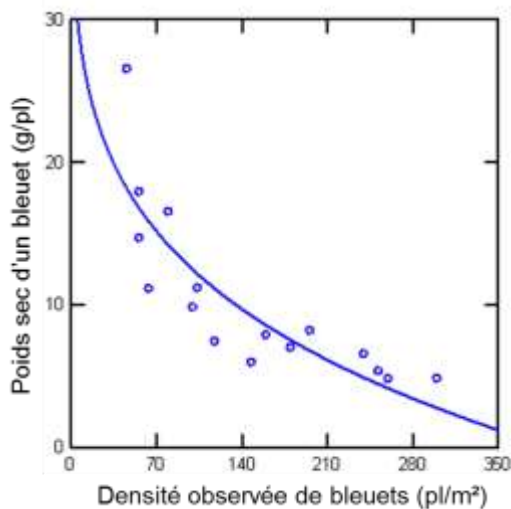


Tableau I : Valeurs moyennes et erreurs standard des mesures des bleuets pour chaque densité.
Mean values and their standard error for cornflower at every density.

Densité plantules pl/m ²	Densité finale pl/m ²	Hauteur (cm)	Poids sec (g /pl)	Biomasse sèche (g/m ²)
100	55.5±3.7	140±4	17.4±3.3	938±111
200	100.5±7.9	144±2	11.2±1.9	1083±98
400	171.0±10.6	134±3	7.2±0.5	1247±147
800	263.0±13.0	139±3	5.4±0.4	1396±70

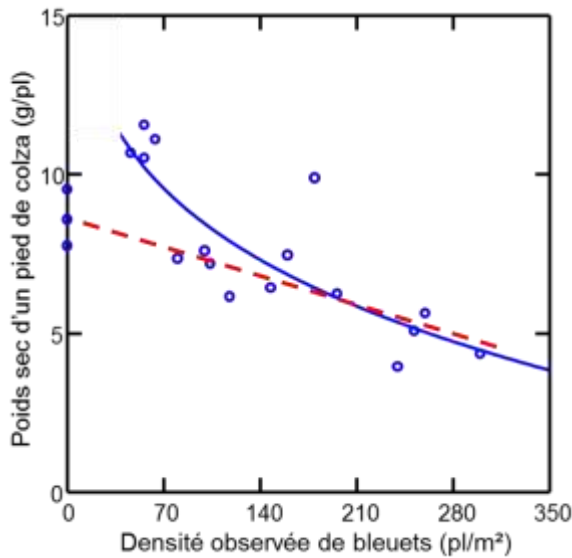
DEVENIR DU COLZA

En ce qui concerne le colza, la densité moyenne à la récolte s'établie à 45 pl/m² dans les micro-parcelles témoins, mais elle chute entre 22 et 24 dès les premiers bleuets (Tableau II). Elle est significativement remontée à 32 pour la plus forte densité de bleuets, probablement parce que les plantules de bleuets se font compétition entre eux (Figure 2) et que l'effet résultant à l'encontre des pieds de colza est moindre. A la récolte, le poids d'une plante de colza commence par augmenter à la première densité de bleuet ($t_1 = 5,52$, $p = 0,001$), probablement parce que l'ensemble des bleuets adultes n'exerce pas autant de concurrence que les pieds de colza entre eux dont la densité est double chez le témoin. A partir de 100 pl/m² de bleuets, le poids moyen d'un pied de colza diminue par rapport au témoin ($t_1 = 3011$, $p = 0,010$), mais sa hauteur ainsi que le poids moyen de mille grains restent invariants (Tableau II). Si on exclut le témoin qui a une densité supérieur de colza, le poids d'un pied de colza (PSC) suit une courbe du type $PSC = 24,5 - 6,4D^{0,2}$ (R^2 corrigé = 0,70), c'est-à-dire avec un coefficient 2,5 fois moins élevé que le bleuet (Figures 2 et 3) traduisant ainsi une plus grande aptitude à tolérer la compétition. Si on exclut les valeurs à la première densité de bleuets autour de 55 pl/m², on obtient une régression linéaire : $PSC = 8,67 - 0,13D$ ($F = 18$, $p = 0,001$, R^2 corrigé = 0,53, représentée en tirets en Figure 3) qui traduit la réponse globale d'un pied de colza aux différents aspects de la concurrence exercée par le peuplement bispécifique.

Tableau II : Valeurs moyennes et leurs erreurs standard des mesures du colza pour chaque densité.
Mean values and their standard error for oilseed rape at every density.

Densité moyenne de bleuet observée pl/m ²	Densité observée pl/m ²	Hauteur (cm)	Poids sec (g /pl)	Biomasse sèche (g/m ²)	Poids de grain en % du témoin le plus productif (g/m ²)	PMG (g)
0	45.0±2.1	113±4	8.6±0.4	383±3	85.0±8.3	5.00±0.01
55	23.0±0.6	104±6	11.0±0.2	252±3	13.3±0.5	5.01±0.01
100	24.5±1.3	112±1	7.1±0.3	172±5	14.4±0.8	5.02±0.01
171	22.0±2.2	108±6	7.5±0.8	159±2	14.4±0.6	5.00±0.01
263	32.5±2.4	111±4	4.7±0.4	152±5	20.0±2.1	5.02±0.01

Figure 3 : Relation entre le poids sec d'un pied de colza et la densité de bleuet.
 Dry weigh of one oilseed rape plant in terms of cornflower density



La biomasse du colza à la récolte (BC) représente 22% de la biomasse totale à la plus faible densité de bleuets, et 10% à la plus forte densité, ce qui est loin de représenter une situation agricole habituelle et désirable. Elle décroît en fonction de la densité observée de bleuets selon la courbe $BC = 383 - 46D^{0.3}$ (R^2 corrigé = 0,95, Figure 4). On obtient une régression linéaire lorsque le calcul est fait en référence à la biomasse du bleuet (BB): $BC = 368 - 0,155BB$ ($F = 96$, $p < 0,001$, R^2 corrigé = 0,83, Figure 5). En revanche, le poids de grain (calculé en % du témoin le plus productif car l'essai a subi une attaque de moineaux dont on suppose que les dégâts afférents ont été aléatoires) chute brutalement à 14% du rendement témoin moyen dès la densité de 55 bleuets au m^2 (Tableau II). Il remonte significativement ($t_1 = 2,55$, $p = 0,035$) à 20% avec la plus forte densité de bleuets. C'est à cette densité que l'individu de bleuet est le plus faible, et malgré une biomasse similaire à celle de la densité juste inférieure, l'effet de compétition est moindre, comme observé plus haut pour le taux d'implantation.

Figure 4 : Relation entre la biomasse sèche du colza et la densité observée de bleuets.
 Dry biomass of oilseed rape in terms of the cornflower observed density

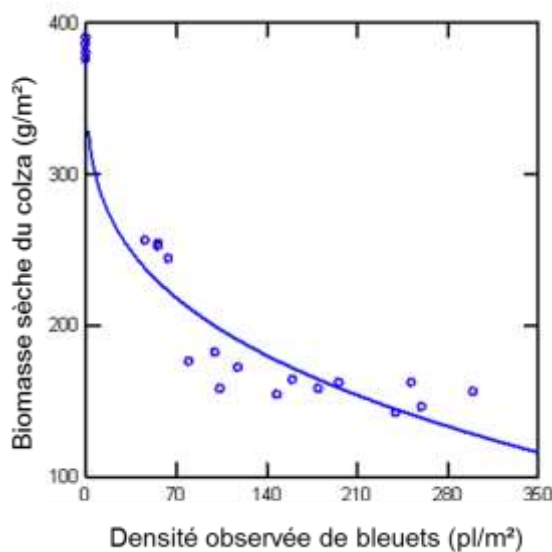
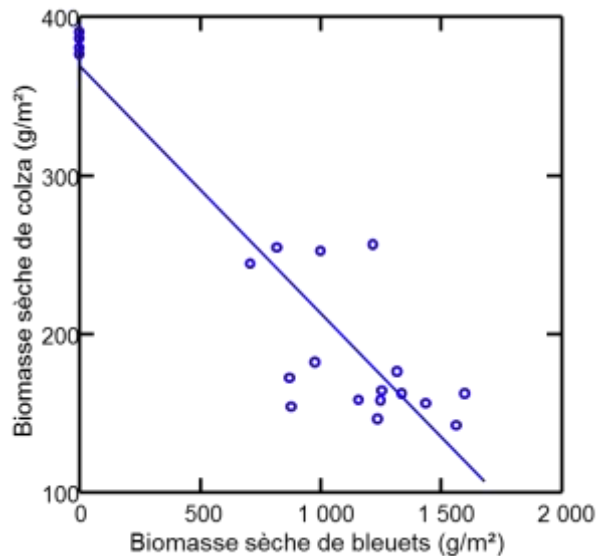


Figure 5 : Relation entre les biomasses sèches du colza et de bleuets.
Dry biomass of oilseed rape in terms of that of cornflower



CONCLUSION

Ces essais nous montrent une fois de plus qu'il est difficile de gérer ce type d'expérience de compétition bispécifique car la germination et la levée des adventices semées sont toujours très imprévisibles. Les fortes densités testées ont néanmoins montré des relations en terme de survie à la levée et pendant l'hiver à la fois des colzas dès la première densité de bleuet et des bleuets dès la deuxième densité testée. En ce sens, la densité des plantules reste un bon marqueur d'une première étape de la concurrence entre les deux espèces.

Une deuxième étape est observée avec l'effet de la densité de bleuet sur sa propre biomasse individuelle et sur la biomasse à la fois individuelle et parcellaire du colza, pas forcément en relation avec la perte en grain. Les densités très fortes testées n'ont peut-être pas de valeur dans la réalité agricole car on n'attend pas de bénéfice écosystémique à la hauteur des pertes infligées, mais elles ont permis de trouver des coefficients d'équivalence entre colza et bleuet. Ainsi 55 pieds de bleuets ont réduit le peuplement de colza par moitié, sa biomasse d'un tiers et son rendement de 86%, mais à des infestations plus fortes il n'y a plus d'effet sur le colza, seulement sur le bleuet lui-même. Le bleuet souffre de la concurrence deux fois et demie plus vite que le colza. C'est donc dans la gamme 0 à 100 pl/m² qu'il faudrait reprendre ces essais.

Autant il est difficile de définir un seuil de nuisibilité de référence, ne serait-ce qu'au regard de la seule perte de rendement instantanée, autant il sera difficile d'estimer la densité minimale de bleuets capable de fournir des services bénéfiques effectifs. Si on y parvenait, il faudrait aussi déterminer des conditions de culture et une densité idéale pour laquelle le taux de croissance de la population de bleuet (le paramètre λ) soit proche de 1, c'est-à-dire pour maintenir la population au niveau voulu au fil des années dans la rotation sans risquer de la voir pulluler, mais aussi sans avoir à la ressemer chaque année. La modélisation du cycle de vie (longévité du stock de semences dans le sol, germination, production de semences, etc) et l'estimation des paramètres et de leur sensibilité aux pratiques culturales seraient un outil précieux pour déterminer si cet objectif est réalisable, et dans quel système de culture.

BIBLIOGRAPHIE

Barralis G, 1977 - Seuils de nuisibilité des mauvaises herbes : IV. Détermination et utilisation des seuils de nuisibilité. Phytoma, Juillet-août, 3-11.

Bellanger S, Guillemin JP, Bretagnolle V, Darmency H, 2012 - *Centaurea cyanus* L. as a biological indicator of segetal species richness in arable fields. *Weed Research*, 52, 551-563.

Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemueller R, Edwards M, Peeters T, Schaffers A.P, Potts S.G, Kleukers R, Thomas CD, Settele J, Kunin WE, 2006 - Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313 :351-354

Bonin L, Gautellier Vizios L, Vacher C, 2015 - Quelle est la nuisibilité des mauvaises herbes en céréales à paille? <http://www.arvalis-infos.fr/quelle-est-la-nuisibilite-des-mauvaises-herbes-en-cereales-a-paille--@/view-17542-arvarticle.html>

Cambededès J, Largier G, Lombard A, 2012 - Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux. Ministère de l'écologie, de Développement durable et de l'Énergie. 242p

Caussanel JP, 1989 - Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie* 9 : 219-240.

Chancellor R, Peters CB, 1976 - Competition between wild oats and crops . In: *Wild Oats in World Agriculture* (D. Price-Jones, ed), A.R.C., London, pp. 99-112.

Decourtye A, Mader E, Desneux N, 2010 - Landscape enhancement of floral resources for honeybees in agro-ecosystems. *Apidologie* 41 : 264-277.

Denisow B, 2006 - Blooming and pollen production of several representatives of the genus *Centaurea* L, *Journal of Apicultural Science*, 50:13–20.

Fron G, 1917 - Plantes nuisibles à l'agriculture, Lib. Baillière, Paris, p 161.

Géneau C , Wäckers FL, Luka H, Daniel C, Balmer O, 2012 - Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by Parasitoids, *Basic and Applied Ecology*, 13:85–93

Géneau C, Wäckers FL, Luka H, Balmer O, 2013 - Effects of extra floral and floral nectar of *Centaurea cyanus* on the parasitoid wasp *Microplitis mediator* : olfactory attractiveness and parasitization rates. *Biological control* 66:16-20.

Kapeluszny J, Pawlowski F, 1978 - An attempt to determine a threshold of harmfulness of cornflower (*Centaurea cyanus* L.) and wild chamomile (*Tripleurospermum inodorum* L. Schultz-Bip) in the winter wheat cultivation. *Roczniki Nauk Rolniczych*, A, 103 : 26-33.

Morin E, 2015 - A la recherche du bleuet perdu. http://www.eure-en-ligne.fr/webdav/site/eure-en-ligne/shared/pdf/Environnement/20150928_colloque_messicoles.pdf

Rola H, Domaradzki K, Kaczmarek S, Kapeluszny J, 2013 - Significance of thresholds in integrated methods of weeding regulation in cereals. *Progress in Plant Protection/Postepy W Ochronie Roslin* 53 : 96-104.

Roscoe A, Irvin S, 2010 - Flower constancy and efficiency of nectar foraging by the red-tailed bumblebee *Bombus lapidarius* (Hymenoptera: apidae). *British Journal of Entomology and Natural History*, 23 :161-166.

Thompson GB, Woodward FI, 1994 - Some influences of CO2 enrichment, nitrogen nutrition and competition on grain yield and quality in spring wheat and barley. *Journal of Experimental Botany*, 45 : 937-942.

Tranchard O, 1993 - L'été des bleuets. In Actes du Colloque « Faut-il sauver les mauvaises herbes ? » CBN Gap, pp 225-230.

Ulber L, Steinmann HH, Klimek S, 2010 - Using selective herbicides to manage beneficial and rare weed species in winter wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 117 : 233-239.