

**AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTÉGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

**UTILISATION DE LEVIERS AGRONOMIQUES ET TECHNIQUES DANS DEUX SYSTEMES DE CULTURES
EN VUE DE REDUIRE DE 50% L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES DANS LE
NORD DE LA FRANCE**

B. POTTIEZ¹, S. ALLEXANDRE², M. LABOUYSSE³, K. PETIT⁴, J. BRUYERE⁴, V. DELANNOY⁵, B. LOUVEL⁶, F.
DOUAY⁶, S. OSTE⁴, D. WERBROUCK², A. SIAH⁶, P. HALAMA⁶

⁽¹⁾Chambre d'agriculture Nord-Pas de Calais, 140 boulevard de la Liberté, BP 1177, 59013 Lille Cedex
(bruno.pottiez@agriculture-npdc.fr)

⁽²⁾Pôle Légumes Région Nord, route d'Estaires, 62840 Lorgies,
(dominique.werbrouck@agriculture-npdc.fr)

⁽³⁾EPL du Pas de Calais, site d'Arras, route de Cambrai, 62217 Tilloy les Mofflaines,
(myriam.labouysse@educagri.fr)

⁽⁴⁾FREDON Nord Pas-de-Calais, 265 rue Becquerel, BP 74, 62750 Loos-en-Gohelle,
(sandrine.oste@fredon-npdc.com)

⁽⁵⁾ITB Nord-Pas de Calais, 54 rue Jean-Baptiste Colette, BP 11, 59551 Attiches, itb59@itbfr.org

⁽⁶⁾ISA Lille, 48 boulevard Vauban, 59046 Lille Cedex (patrice.halama@isa-lille.fr)

RÉSUMÉ

Cette étude, conduite dans le cadre du réseau Ecophyto sur une durée de six ans, vise à utiliser des leviers agronomiques et techniques en vue de réduire de 50 % l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans deux systèmes de culture (grandes cultures et cultures légumières). A mi-parcours du projet, la majorité des règles de décision ont été appliquées et la faisabilité de certains leviers mis en place a également été analysée. Ont également été identifiés des problèmes non solutionnés avec la technicité disponible, comme par exemple la maîtrise des bio-agresseurs du pois de conserve, le désherbage de l'oignon ou la modulation des seuils de nuisibilité selon les niveaux de populations des auxiliaires. Les résultats mettent en évidence des performances moindres, en moyenne, dans l'itinéraire IFT50 (réduit de 50 % en produits phytopharmaceutiques à l'échelle du système) avec des variations selon la culture et l'année considérée. Ces performances sont toutefois encourageantes et peuvent être améliorées d'ici la fin du projet.

Mots-clés : Ecophyto, réduction d'intrants, rotation des cultures, prophylaxie, protection intégrée

ABSTRACT

USE OF AGRONOMIC AND TECHNICAL LEVERS IN TWO CROP SYSTEMS IN ORDER TO REDUCE BY 50% THE USE OF PHYTOPHARMACEUTICAL PRODUCTS IN NORTHERN FRANCE

This study, conducted in the framework of the Ecophyto network over a six-year period, aim at using ergonomic and technical levers in order to reduce by 50 % the use of conventional phytosanitary products in two cropping systems (arable and vegetable crops). After three years of experimentation, the majority of the expected technics were used and the application of some levers was analyzed. Some problems without solutions were identified, such as the control of bio-aggressors in canned peas, weeding in onion and modulation of thresholds regarding populations of auxiliaries. Results showed a lower performance of IFT50 conditions (reduced by 50% in the use of phytosanitary products at the cropping system scale) that varies depending on the considered crop and year. However, the performances obtained are encouraging and can be further improved by the end of the project.

Keywords: Ecophyto, input reduction, crop rotation, prophylaxis, integrated protection.

INTRODUCTION

La protection des plantes repose essentiellement sur l'utilisation des produits phytopharmaceutiques « conventionnels », c'est-à-dire issus de la chimie de synthèse. Cependant, le recours systématique à ces produits est fortement controversé et la recherche de solutions pour réduire leur utilisation est très encouragée. Cette étude, faisant partie du plan Ecophyto, s'inscrit dans ce contexte et vise à utiliser des leviers agronomiques et techniques en vue de réduire de 50 % l'utilisation des produits phytopharmaceutiques conventionnels dans deux systèmes de culture; le premier est constitué de grandes cultures, dans lequel des cultures légumières de plein champ sont incorporées (site de Tilloy-lès-Mofflaines (62)), et le deuxième est un système légumier de plein champ, dans lequel des grandes cultures sont intégrées (site de Lorgies (62)). L'expérimentation est pluriannuelle (six ans, 2013-2018), mais les résultats présentés ici sont ceux obtenus dans le cadre des trois premières campagnes d'expérimentation (2013, 2014 et 2015).

MATERIELS ET METHODES

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Les expérimentations sont réalisées dans deux sites expérimentaux distants d'une quarantaine de kilomètres et situés en Hauts-de-France, à Tilloy-lès-Mofflaines et Lorgies. Chaque site expérimental comporte 12 micro-parcelles de 540 m² (18 m x 30 m) chacune. Ces micro-parcelles sont séparées par une bande enherbée de 3 m et comportent à chaque extrémité une bande enherbée de 15 m afin de permettre notamment aux matériels de désherbage mécanique d'évoluer correctement et surtout d'être suffisamment lancés pour une efficacité optimale.

ASSOLEMENTS ET ROTATIONS

L'assolement dans chaque site est construit avec les cultures pratiquées dans le bassin correspondant, en particulier la plaine de la Lys pour le site de Tilloy-lès-Mofflaines et le béthunois pour le site de Lorgies.

Pour le site de Tilloy-lès-Mofflaines, six cultures (deux blés, pomme de terre, colza, betterave et pois de conserve) sont mises en place en conduites IFT100 et IFT50, avec la rotation suivante : betterave - pomme de terre - blé1 - pois de conserve - colza - blé2. Au niveau variétal, l'expérimentation comporte :

- pour le blé, les variétés Trapez sur l'IFT100, Rubisko (2013-2014) et Terroir (2015) sur l'IFT50
- pour la pomme de terre, les variétés Bintje sur l'IFT100, Milva (2013-2014) et Magnum (2015) sur l'IFT50
- pour le colza, les variétés DK Exprit sur l'IFT100 et un mélange DK Exprit + 10 % de ES Alicia sur l'IFT50
- pour la betterave, les variétés Iceberg sur l'IFT100 et Talentina sur l'IFT50
- pour le pois, la variété Sherwood pour les deux itinéraires.

Pour le site de Lorgies, six cultures (deux blés, pomme de terre, oignon, deux choux fleurs) sont mises en place en conduites IFT100 et IFT50, avec la rotation suivante : chou-fleur (deux plantations) - oignon - blé1 - chou-fleur (une plantation) - pomme de terre - blé2. Au niveau variétal, l'expérimentation comporte,

- pour le blé, les variétés Trapez sur l'IFT100, Rubisko (2013-2014) et Terroir (2015) sur l'IFT50
- pour la pomme de terre, les variétés Bintje sur l'IFT100, Milva (2013-2014) et Magnum (2015) sur l'IFT50
- pour l'oignon, les variétés Hybelle sur l'IFT100, Hylander (2013-2014) et Santero (2015) sur l'IFT50

- pour le chou-fleur deux plantations, les variétés Vinson (1^{ère} plantation en 2013 et 2015), Solis (1^{ère} plantation en 2014) et Thalassa (2^{ème} plantation en 2013), Hermon (2^{ème} plantation en 2014 et 2015) sur l'IFT100 et les variétés Vinson (1^{ère} plantation en 2013 et 2015), Solis (1^{ère} plantation en 2014) et Lisabonna (2^{ème} plantation en 2013), Cariance (2^{ème} plantation en 2014), Aerospace (2^{ème} plantation en 2015) sur l'IFT50
- pour le chou-fleur une plantation, la variété Thalassa (2013-2014) et Mendel (2015) pour les deux itinéraires.

Pour l'année 2012, qui précède l'expérimentation, toutes les micro-parcelles ont été semées avec du blé.

DEMARCHES IFT100 ET IFT50

Deux conduites, nommées IFT100 et IFT50, sont mises en place pour chaque culture. L'IFT100 correspond à la moyenne de l'indice de fréquence des traitements (IFT) pratiqué à l'échelle régionale. L'IFT50 correspond à 50 % de réduction par rapport à l'IFT100, à l'échelle du système. L'IFT semences et l'IFT relatif aux produits de biocontrôle ne sont pas pris en compte dans le calcul de l'IFT. Le dispositif expérimental mis en place permet de comparer, pour une même rotation et pour chaque culture, les itinéraires IFT100 et IFT50. Pour l'IFT100, il n'y a pas d'IFT de référence pour les légumes : les interventions s'appuient sur les préconisations des prescripteurs (distribution, instituts techniques et Chambre d'Agriculture). La justification des interventions est apportée pour chaque intervention et récapitulée au fur et à mesure de la saison ce qui conditionne la quantité de produits disponibles pour l'itinéraire IFT50. L'IFT50 a été réparti sur les différentes cultures, en tenant compte des leviers disponibles et de la valorisation des cultures.

LEVIERS DEPLOYES POUR L'IFT50

Pour pallier à la diminution des traitements dans l'itinéraire IFT50, plusieurs leviers agronomiques et techniques sont utilisés, comme l'utilisation de produits de biocontrôle (blé, pois, colza et chou-fleur), du désherbage mécanique (pomme de terre, colza, betterave, pois, oignon et chou-fleur) ou manuel (oignon et chou-fleur), de variétés résistantes ou tolérantes (toutes les cultures sauf le pois et chou-fleur), de seuils d'intervention, du BSV, d'outils d'aide à la décision (OAD) comme Mileos® (pomme de terre), Miloni (oignon), IPM (betterave), de faux semis (blé, pomme de terre et chou-fleur à une seule plantation) et enfin du rôle des auxiliaires des cultures dans le contrôle des ravageurs.

PARAMETRES MESURES

L'évolution de la pression des bio-agresseurs (ravageurs, adventices et maladies) ainsi que des auxiliaires de cultures a été suivie sur toutes les micro-parcelles. Pour les maladies, la fréquence (nombre de plantes malades) et l'intensité (pourcentage de surface foliaire avec symptômes) ont été notées sur les deux sites expérimentaux. Pour les ravageurs et les auxiliaires, la fréquence (nombre de plantes présentant des individus) et l'intensité (nombre d'individus par plante) ont été notées sur les deux sites expérimentaux. Le rendement de chaque culture a été mesuré pour chaque micro-parcelle, soit en réalisant des prélèvements (pomme de terre, oignon, chou-fleur, betterave et pois), soit en récoltant totalement la micro-parcelle (blé et colza). Une station météo du réseau agro-météorologique Hauts-de-France (association Avers'Météo) est présente sur chaque site. Les deux stations, de la marque Cimel, sont automatisées et enregistrent chaque jour les températures mini, maxi et moyenne, la pluviométrie et l'humidité relative de l'air. Les données recueillies sur ces deux stations permettent d'alimenter les modèles OAD utilisés dans l'expérimentation.

RESULTATS ET DISCUSSION

CONTEXTE CLIMATIQUE, PRESSION BIO-AGRESSEURS ET ACTIVITE BIOLOGIQUE DU SOL

L'année 2013 est caractérisée par un hiver tardif et un printemps froid, alors que l'année 2014 est marquée par un hiver et un printemps plus doux. L'année 2015, quant à elle, s'est distinguée par un hiver très doux, un printemps sec et une fin d'été fraîche et pluvieuse. Pour les trois années, les précipitations du printemps sont inférieures à la moyenne.

La pression maladies a été faible en 2013, mais la pression insectes ravageurs a été élevée sur certaines cultures. Ainsi, les pucerons ont montré un développement important sur pomme de terre et sur pois et de nombreuses chenilles ont été observées sur le chou-fleur. Une présence importante d'auxiliaires, comprenant des arthropodes aériens ou rampants (hyménoptères parasitoïdes, coccinelles, syrphes, chrysopes, carabes, staphylins, araignées, ...) a été constatée. En 2014, un inversement de la situation est observé, avec une pression maladies plus élevée (en particulier le mildiou de la pomme de terre et de l'oignon et la septoriose du blé) et une pression insectes ravageurs plus faible, malgré la présence d'auxiliaires sur les parcelles. En 2015, la pression maladies était relativement faible et la pression insectes ravageurs plutôt moyenne.

BILAN DES IFT APPLIQUES A TILLOY-LES-MOFFLAINES

Dans l'ensemble, les IFT100 appliqués correspondent aux prévisions déterminées en début de campagne et sont dans les moyennes régionales de l'année (tableaux I et II). L'objectif de l'IFT50, correspondant à 50 % de réduction à l'échelle du système, est globalement respecté pour les trois années (tableaux I et II). Les réductions les plus importantes sont observées pour le blé et la betterave, car (i) les leviers techniques disponibles pour ces cultures sont plus efficaces et (ii) le risque de perte totale de la récolte est plus faible comparé à la pomme de terre et aux cultures légumières. Cela est à nuancer la dernière année pour la betterave, dont la réduction d'IFT a été moins significative que les autres années, dû à un IFT100 déjà faible (peu de pression ravageurs et parcelle propre) et à la pression oïdium de l'IFT50 qui a nécessité un traitement pour la première fois depuis 3 ans. Les réductions d'IFT les moins élevées sont observées pour la pomme de terre à cause du risque de développement de mildiou (tableaux I). Cependant, la faible pression en mildiou de l'année 2015 a permis une baisse importante de l'IFT.

Aucun produit de biocontrôle n'a été appliqué en 2013 à Tilloy-lès-Mofflaines. En 2014, l'IFT biocontrôle était de 1,7 pour la conduite IFT50 sur l'ensemble du système (0,5 pour le pois et 1,2 pour le colza). En 2015, de nouveaux produits de biocontrôle ont été testés en plus de ceux utilisés précédemment (le BELOUKHA (acide nonanoïque), un défanant pomme de terre et le BALLAD (*Bacillus pumilus* QST 2808), traitement contre les maladies sur colza).

Pour le blé, la pression septoriose a engendré trois fongicides pour l'IFT100 en 2014 et 2015, contre deux traitements en 2013. Pour ce qui concerne le pois, l'insecticide de semences CRUISER (thiaméthoxam), autorisé en 2013, était interdit en 2014. La présence de sitones a nécessité deux insecticides foliaires en 2014 et un en 2015. La pression maladie sur le pois était plus forte en 2014, d'où l'application d'un fongicide supplémentaire sur cette culture. Pour ce qui est du colza, les charançons présents à l'automne ont nécessité pour chaque année un insecticide supplémentaire au printemps. Pour la betterave, un insecticide supplémentaire a été appliqué en 2013 dû à la présence de noctuelles. Enfin, pour la pomme de terre, la pression mildiou, plus forte en 2014, a engendré trois fongicides supplémentaires. A l'inverse, malgré un potentiel de maladie notable en début d'année 2015, les conditions chaudes et sèches du début d'été ont permis de faire l'impasse sur de nombreux traitements anti-mildiou (jusque 7 semaines entre deux traitements). Aucun insecticide n'a été appliqué sur cette culture en 2014 et 2015, contrairement à 2013 où le seuil relatif aux pucerons a été atteint dans les deux itinéraires le 16 juillet 2013. De ce fait, une intervention a eu lieu sur l'itinéraire IFT100. Sur l'itinéraire IFT50, les auxiliaires étant bien présents, il a été décidé de ne pas intervenir ; une régulation naturelle s'est ainsi opérée.

Le désherbage mécanique réalisé sur le colza et la betterave en itinéraire IFT50 a permis de bien maîtriser les adventices. Par contre, aucun désherbage mécanique n'a été effectué sur le blé, en raison des conditions climatiques et/ou techniques.

Tableau I : Bilan des IFT appliqués à Tilloy-lès-Mofflaines (moyenne de 2013, 2014 et 2015).

Balance sheet of the IFT applied in Tilloy-lès-Mofflaines (average of 2013, 2014 and 2015).

	IFT100	% de réduction de l'IFT50 par rapport à l'IFT 100
Blé 1	1,40	- 75
Blé 2	1,40	- 75
Pomme de terre	9,40	- 49
Betterave	1,21	- 56
Pois	3,30	- 56
Colza	1,87	- 60
Moyenne système	3,10	- 62

BILAN DES IFT APPLIQUES A LORGIES

L'IFT biocontrôle appliqué à Lorgies est supérieur à celui de Tilloy-lès-Mofflaines. Il correspond, pour la conduite IFT50, à 7,5 pour 2013 (0,7 pour le blé1, 0,7 pour le blé2, 1,7 pour le chou-fleur à une seule plantation et 4,4 pour le chou-fleur à deux plantations), 5,1 pour 2014 (1,7 pour le chou-fleur à une seule plantation et 3,4 pour le chou-fleur à deux plantations) et 12 pour 2015 (2 pour le blé1, 2 pour le blé2, 2 pour le chou-fleur à une seule plantation et 4 pour le chou-fleur à deux plantations, 1 pour les oignons et 1 pour les pommes de terre). L'utilisation de produits de biocontrôle, non comptabilisés dans l'IFT total, a permis d'économiser des IFT qui ont pu être utilisés pour prolonger la végétation de la pomme de terre dans l'itinéraire IFT50, prolonger la protection fongicide sur les oignons IFT50 et d'utiliser des insecticides moins sélectifs (de type KARATE (lambda-cyhalothrine) sur les choux fleurs 2^{ème} plantation IFT50.

Pour le blé, un développement précoce de la rouille jaune en 2014 et 2015 a nécessité un traitement fongicide en mars 2014 dans les micro-parcelles de blé1 IFT100 et en avril 2015 dans les micro-parcelles de blé1 et blé2 IFT100. La pression septoriose a engendré trois fongicides en 2014 et 2015 contre deux seulement en 2013. Pour la pomme de terre, la pression mildiou a été très forte en 2014, ce qui explique un IFT plus fort en 2014 comparé à 2013 et 2015 pour l'itinéraire IFT100. Pour l'itinéraire IFT50, l'apparition de taches de mildiou en juillet 2014 a nécessité deux traitements à double dose. Les IFT disponibles pour l'ensemble du système ont ainsi été fléchés sur la pomme de terre pour sauver cette culture. Par contre, aucun insecticide n'a été appliqué sur la pomme de terre en 2014 et 2015 contrairement à 2013 où le seuil relatif aux pucerons a été atteint dans les deux itinéraires, entraînant une intervention sur l'itinéraire IFT100. Sur l'itinéraire IFT50, les auxiliaires étant bien présents (larves et nymphes de coccinelles), aucun traitement insecticide n'a été appliqué ; une régulation naturelle s'est donc effectuée. Pour l'oignon, la pression mildiou est plus forte en 2014 comparée à 2013 et 2015 dans l'itinéraire IFT100. Dans l'itinéraire IFT50, la variété Hylander (2013 et 2014) et Santero (2015), résistantes au mildiou, n'ont nécessité aucun traitement supplémentaire. En revanche, la bactériose a engendré des traitements supplémentaires en 2015, ce qui explique un IFT plus élevé en 2015 sur la culture. Pour le chou-fleur, la pression des ravageurs a été plus forte en 2013 et 2015 comparativement à 2014, ce qui explique la différence observée entre

les deux années au niveau des IFT appliqués sur cette culture (tableau II). Les désherbages mécaniques et manuels réalisés sur l'oignon et le chou-fleur dans l'itinéraire IFT50 ont été efficaces et ont permis de bien réduire la pression des adventices sur ces cultures. En revanche, aucun désherbage mécanique n'a été effectué sur le blé et la pomme de terre à cause des conditions climatiques et/ou techniques.

Tableau II : Bilan des IFT appliqués à Lorgies (moyenne de 2013, 2014 et 2015).
Balance sheet of the IFT applied in Lorgies (average of 2013, 2014 and 2015).

	IFT100	% de réduction de l'IFT 50 par rapport à l'IFT100
Blé 1	2,46	- 74
Blé 2	2,46	- 74
Pomme de terre	13,1	- 40
Oignon	9,60	- 38
2 choux, 1 ^{ère} plantation	0,86	- 86
2 choux, 2 ^{ème} plantation	5,36	- 77
1 chou	2,86	- 67
Moyenne système	5,24	- 55

RENDEMENTS A TILLOY-LES-MOFFLAINES

À Tilloy-lès-Mofflaines, le sous-sol crayeux du site apparaît à 60 cm de la surface, les réserves hydriques sont ainsi limitées. Le potentiel de rendement de ce site est à 90 % de la moyenne régionale pour les céréales et la pomme de terre et dans la moyenne régionale pour les autres cultures, moins sensibles au stress abiotique. Suite à des dégâts de gibier très importants, le pois n'a pas été récolté en 2013. Les rendements pour le blé2 sont plus faibles comparativement au blé1 lors des trois années ; ceci est dû certainement à un effet sol mais aussi à un effet précédent. Pour la betterave et le colza, la différence de rendement entre les deux itinéraires est faible en 2013 et 2014, mais s'accroît en 2015. Pour la pomme de terre, le nombre limité de fongicides en IFT 50, a obligé l'arrêt de la culture plus tôt que l'itinéraire IFT100, ce qui explique la différence de rendement entre les deux itinéraires. La chute de rendement observée en 2015 est, quant à elle, due principalement au stress hydrique de l'été. Pour le pois, le désherbage mécanique trop agressif a engendré des pertes de pieds dans l'itinéraire IFT50, ce qui a causé une forte perte de rendement en 2014 pour cet itinéraire ; en 2015, l'utilisation de la herse étrille à dents mobiles (modèle Treffler) a réduit cet écart.

Tableau III : Rendement par hectare à Tilloy-lès-Mofflaines (moyenne de 2013, 2014 et 2015).
Yield per hectare obtained in Tilloy-lès-Mofflaines (average of 2013, 2014 and 2015).

	Rendement IFT 100 (t/ha)	% de réduction de IFT 50 par rapport à l'IFT 100
Blé 1	7,83	-6
Blé 2	6,85	-17
Pomme de terre	32,3	-5
Betterave	99,2	-8
Pois	6,13	-17
Colza	3,70	-8,5

RENDEMENTS A LORGIES

À Lorgies, le sol est argileux (25 % d'argile), avec une tendance à l'hydromorphie. Le travail du sol dans ce site est difficile et l'implantation des cultures est délicate ; mais lorsque les semis sont réussis, le potentiel de rendement de la parcelle est élevé. Les rendements obtenus à Lorgies sont dans la moyenne régionale. Ils sont plus impactés en 2013 comparativement à 2014 et 2015 dans l'itinéraire IFT50 ; les rendements en 2014 sont globalement supérieurs dans l'IFT50 par rapport à l'IFT100. Pour la pomme de terre, en 2013, l'arrêt précoce de la végétation dans l'itinéraire IFT50, à cause de l'épuisement du nombre de traitements possibles, a fortement pénalisé le rendement. Par contre, en 2014 et 2015, la maturité précoce de la pomme de terre a permis aux tubercules d'atteindre le rendement optimal fin août, au moment où les traitements IFT50 sont épuisés. Pour l'oignon, en 2013, le salissement de l'IFT50 a fortement pénalisé le rendement. En 2014, la levée hétérogène de la culture a entraîné de la phytotoxicité suite au désherbage chimique dans l'itinéraire IFT100. La forte pression mildiou n'a pas été bien maîtrisée dans cet itinéraire, ce qui a causé une forte dégradation du feuillage. En 2015, face au retrait d'homologation du TOTRIL (herbicide à base d'ioxynil, le plus utilisé sur oignons), le programme herbicide a dû être modifié. Le produit utilisé en remplacement du TOTRIL, le LENTAGRAN (pyridate) a été beaucoup moins efficace en début de cycle. De plus, les conditions sèches n'ont pas permis aux herbicides racinaires utilisés dans le programme d'être à 100% efficace. Par contre, dans l'itinéraire IFT50, la variété, à la fois résistante au mildiou et plus tardive, a bénéficié du climat doux et humide en fin de culture pour se développer. Dans ce même itinéraire, l'utilisation conjointe du désherbage mécanique et manuel a permis de réduire l'utilisation du désherbage chimique, ce qui a eu pour conséquence une moindre phytotoxicité sur les plantes.

Pour le chou-fleur à deux plantations, l'herbicide appliqué dans l'itinéraire IFT100 peut être phytotoxique pour cette culture si l'application du produit est réalisée avant un fort épisode pluvieux ; le phénomène est amplifié par le voile de forçage (P17) utilisé dans la 1^{ère} plantation pour protéger la culture contre le gel. Il s'en suit un rendement inférieur pour le chou-fleur 1^{ère} plantation dans l'itinéraire IFT100 (tableau IV). Pour la 2^{ème} plantation, la pression liée aux insectes explique les différences de rendement. Dans l'itinéraire IFT50, le produit de biocontrôle, DIPEL (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*), est moins efficace que les insecticides classiques notamment sur les derniers stades larvaires. Pour le chou-fleur à une seule plantation, la différence entre les trois années s'explique par la pression des insectes plus ou moins importante entre les trois années.

Tableau IV : Rendement par hectare à Lorgies (moyenne de 2013, 2014 et 2015).

Yield per hectare obtained in Lorgies (average of 2013, 2014 and 2015).

	Rendement IFT 100 (t/ha)	% de différence de l'IFT 50 par rapport à l'IFT 100
Blé 1	8,7	- 8
Blé 2	8,7	- 8
Pomme de terre	50,2	- 6
Oignon	49,7	0
2 choux, 1 ^{ère} plantation	27,9	+ 13
2 choux, 2 ^{ème} plantation	27,3	- 7
1 chou	29,5	0

INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX A TILLOY-LES-MOFFLAINES

La consommation d'énergie primaire pour les carburants dans l'IFT50 est supérieure à l'IFT100 pour les trois campagnes, due à un nombre de passages plus élevé dans l'IFT50 (tableau V). La consommation d'énergie primaire totale est plus élevée dans l'IFT50 comparativement à l'IFT100 pour 2013 et quasiment identique (- 0,2 %) pour 2014 et 2015. Les passages de désherbage mécanique sur pommes de terre, betteraves, pois de conserve et colza ainsi que les déchaumages et faux semis supplémentaires dans l'IFT50 expliquent cette différence.

La production d'énergie brute est inférieure dans l'IFT50 comparativement à l'IFT100 pour les trois années due à des rendements plus faibles dans l'IFT 50. Les émissions de gaz à effet de serre sont quasiment égales entre les deux itinéraires sur les trois années. Les passages chimiques dans l'IFT100 sont compensés par les passages mécaniques dans l'IFT50.

Tableau V : Indicateurs environnementaux à Tilloy-lès-Mofflaines (moyenne de 2013, 2014 et 2015).
Environmental indicators in Tilloy-lès-Mofflaines (average of 2013, 2014 and 2015).

	IFT 100	% de différence de l'IFT 50 par rapport à l'IFT 100
Consommation énergie primaire Carburants (MJ/ha)	4648	+ 29
Consommation énergie primaire Total (MJ/ha)	16832	+ 0,1
Production d'énergie brute	168021	- 12,8
Emissions de gaz à effet de serre totales (kgéqCO2/ha)	2137	- 2,2

INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX A LORGIES

La consommation d'énergie primaire pour les carburants dans l'IFT50 est plus élevée par rapport à l'IFT100 (tableau VI). Ceci s'explique par un nombre de passages plus élevé dans l'IFT50, en particulier en 2014 et 2015. La consommation d'énergie primaire totale est plus faible dans l'IFT50 comparativement à l'IFT100 pour les 3 années (tableau VI). La diminution de la dose d'azote sur les blés IFT50 explique cette différence. Cependant, les désherbages mécaniques sur oignon, choux fleurs, pommes de terre et les déchaumages et faux semis supplémentaires dans l'IFT50 ont réduit l'écart entre les deux itinéraires en 2014 et 2015.

La production d'énergie brute est plus faible dans l'IFT50 comparativement à l'IFT100. Ceci s'explique par des rendements plus faibles dans l'IFT50 que pour l'IFT100. Les émissions de gaz à effet de serre sont plus faibles dans l'IFT50 comparativement à l'IFT100. La forte pression mildiou sur pommes de terre et oignon a nécessité une augmentation du nombre de passages fongicides. De plus, le désherbage mécanique augmente les émissions de CO2. L'addition de ces deux facteurs explique cette différence.

Tableau VI : Indicateurs environnementaux à Lorgies (moyenne de 2013, 2014 et 2015).
Environmental indicators in Lorgies (average of 2013, 2014 and 2015).

	IFT 100	% de différence de IFT 50 par rapport à l'IFT100
Consommation énergie primaire Carburants (MJ/ha)	9087	+ 5,2
Consommation énergie primaire Total (MJ/ha)	31199	- 0,5
Production d'énergie brute	3491	- 3
Emissions de gaz à effet de serre totales (kgéqCO ₂ /ha)	97036	- 3,4

CONCLUSION

Cette expérimentation a permis d'acquérir les premières informations sur l'apport de certains leviers agronomiques et techniques, respectueux de l'environnement, dans le cas d'une réduction de 50 % de produits phytopharmaceutiques conventionnels sur deux systèmes de culture pratiqués dans le Nord de la France. L'ensemble des leviers décrits dans les règles de décisions ont pu être mis en œuvre. Certains leviers sont toutefois difficiles à mettre en place comme le désherbage mécanique du blé. Il est à noter que le contexte météorologique de ces trois printemps secs était favorable au désherbage mécanique ; il faudra donc valider sa faisabilité en conditions plus humides.

Les différentes techniques mises en place ont eu des résultats encourageants avec des progrès tous les ans comme l'arrivée par exemple de la herse étrille à dents mobiles (modèle Treffler) et de nouveaux produits de biocontrôle. Il reste néanmoins des impasses techniques non résolues, comme le désherbage de l'oignon ou la maîtrise des bio-agresseurs du pois de conserve. La disparition du TOTRIL (ioxynil) en oignons demande une réécriture des règles de décision du désherbage et des expérimentations complémentaires au dispositif du projet. En pois de conserve, la disponibilité limitée des méthodes alternatives pour lutter contre les bio-agresseurs représente un réel frein pour aller plus loin dans la réduction des produits phytopharmaceutiques. En effet, pour le pois, avec la disparition du traitement de semences, il faut gérer le problème d'attaques de sitones en début de culture. Par ailleurs, il n'existe pas non plus de méthode alternative pour lutter contre le mildiou sur cette culture. Pour le moment, la pression de cette maladie a été faible, mais elle pourrait devenir problématique certaines années.

Les performances de la conduite IFT50 sont en moyenne inférieures à celle de l'IFT100, mais restent toutefois encourageantes et peuvent être améliorées jusqu'à la fin du projet. Par ailleurs, le projet a permis de mettre en évidence l'intérêt de certaines techniques qui peuvent être transférées aux agriculteurs comme (i) l'utilisation de la herse étrille à dents mobiles (modèle Treffler) et les bineuses à moulinets qui apportent un réel avantage au désherbage mécanique, (ii) l'OAD Mileos® qui permet d'optimiser la protection contre le mildiou de la pomme de terre en réduisant en moyenne le nombre des IFT, (iii) les principes de la protection intégrée du blé (décalage de la date de semis, choix variétaux, ...), (iv) le mélange avec une variété plus précoce en colza, (v) l'utilisation des produits de biocontrôle comme le DIPEL (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) et le SLUXX (phosphate ferrique) et (vi) la prise en compte de la présence des auxiliaires en pomme de terre permettant de réduire l'usage d'insecticides contre les pucerons. Certains leviers sont techniquement positifs mais ont un coût très élevé comme les variétés résistantes pour l'oignon et le prix de certains produits de

biocontrôle comme le BELOUKHA (acide nonanoïque) et le BALLAD (*Bacillus pumilus* QST 2808). Si le coût de ces intrants ne baisse pas, leur utilisation en agriculture conventionnelle sera difficile.

Ces premiers résultats encourageants sont à communiquer aux agriculteurs en vérifiant avec eux si la faisabilité au niveau d'une exploitation est possible, et dans le cas contraire, quels sont les freins à leur mise en œuvre.

FINANCEMENT

Ces travaux sont réalisés dans le cadre du projet DEPHY EXPE Ecophyto, action pilotée par le Ministère chargé de l'agriculture, avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA), par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto 2018, avec un co-financement du Conseil Régional Nord-Pas de Calais.