



HAL
open science

Effet d'une réduction du travail du sol sur la gestion des adventices : une analyse de l'enquête SSP (2011)

Nicolas Cavan, Jerome Labreuche, Isabelle I. Cousin, Adélaïde Wissocq,
Frédérique Angevin

► To cite this version:

Nicolas Cavan, Jerome Labreuche, Isabelle I. Cousin, Adélaïde Wissocq, Frédérique Angevin. Effet d'une réduction du travail du sol sur la gestion des adventices : une analyse de l'enquête SSP (2011). Rencontres sur la Gestion Durable des Adventices. " Comment maîtriser les adventices dans de nouveaux contextes de production? ", Dec 2015, Paris, France. hal-02741690

HAL Id: hal-02741690

<https://hal.inrae.fr/hal-02741690v1>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Effet d'une réduction du travail du sol sur la gestion des adventices : une analyse de l'enquête SSP (2011)

Cavan N.^{1,2,3*}, Labreuche J.², Cousin I.³, Wissocq A.², Angevin F.^{4,1}

¹ GIS GC HP2E, INRA Transfert, 28 rue du Docteur Finlay, 75015 PARIS

² ARVALIS – Institut du Végétal, Station expérimentale 91720 BOIGNEVILLE – France

³ INRA, UR 0272 SOLS, 2163 av. de la Pomme de Pin, CS 40001 Ardon, 45075 ORLÉANS Cedex 2

⁴ INRA, UR 1240 ECO-INNOV, avenue Lucien Brétignières, 78850 THIVERVAL-GRIGNON

*Contact : Nicolas Cavan

Tél : 02.38.41.80.46 - Mail : nicolas.cavan@orleans.inra.fr

Mots-clés en français (max 5) : Enquête, pratiques culturales, non-labour, herbicides, interculture

Le travail du sol est un des leviers de la gestion des adventices : il empêche leur germination (par un enfouissement profond des graines) ou les détruit à des stades précoces de développement. La réduction du travail du sol (notamment l'absence de labour qui limite l'enfouissement) prive les agriculteurs d'un levier pour cette gestion des adventices, nécessitant l'adaptation de leurs pratiques. Selon les dernières enquêtes ministérielles sur les grandes cultures (Agreste – Pratiques culturales 2001, 2006, 2011), la proportion de surfaces non labourées stagne de 2006 à 2011 (+ 0,3 point par an, en supposant une augmentation linéaire pendant les cinq années entre deux enquêtes), après une augmentation rapide de 2001 et 2006 (+ 2,6 point par an). Plusieurs hypothèses sur l'effet de ces changements de pratiques sur la gestion des adventices : i) la transition vers un itinéraire sans labour aurait pour conséquence une augmentation de l'utilisation des herbicides (totaux ou non) ; ii) le ralentissement de la conversion de surfaces en non labour serait dû à des difficultés pour la gestion durable des adventices.

Le test de ces hypothèses sur la réduction du travail du sol est rendu difficile par un manque de données disponibles pour comparer des systèmes dans un même contexte agro-pédoclimatique (AP). La dernière enquête ministérielle sur les grandes cultures, portant sur 20 827 parcelles (Agreste – Enquête pratiques culturales 2011) constitue une source de données possible pour y parvenir. L'itinéraire technique de la campagne 2010-2011 est décrit précisément. De plus, pour les mêmes parcelles, quelques informations pour chaque campagne de 2006 à 2010 sont disponibles, relatives à l'espèce cultivée, au rendement, à la fertilisation minérale, au travail du sol avec labour ou en technique culturale sans labour (TCSL).

Chaque parcelle enquêtée a été classée dans un contexte AP, composé par les facteurs suivants : i) l'espèce cultivée, ii) le précédent cultural type, iii) la rotation-type, iv) le sol-type et v) le bassin de production. Pour disposer de résultats statistiquement fiables, chaque contexte doit être représenté par 30 parcelles au minimum (Agreste, 2014), ce qui a conduit à la simplification suivante : 6 sols-type (basés principalement sur la texture de l'horizon travaillé, ainsi que sur la teneur en calcaire et l'hydromorphie), 7 rotations-type (basées sur l'équilibre entre céréales et dicotylédones et culture d'automne et de printemps, ainsi que sur la présence de prairies), 10 précédents-types (décrits selon la quantité et la vitesse de dégradation des résidus ainsi que sur la date de récolte du précédent) et 8 bassins de production (décrits selon l'orientation technico-économique majoritaire des exploitations et les principales cultures semées).

52 groupes correspondant à un contexte AP précis ont ainsi été identifiés, chaque groupe présentant un effectif minimum de 26 parcelles, divisé en deux sous-groupes contenant 6 parcelles ou plus : les parcelles labourées et les parcelles en TCSL. A partir des enquêtes, des indicateurs ont été établis, prenant en compte différents aspects du système de culture : le travail du sol, les performances des cultures, la gestion des résidus du précédent, la gestion de l'interculture, l'itinéraire technique pour la conduite de la culture (semis, fertilisation, utilisation de produits phytosanitaires essentiellement). Pour les produits phytosanitaires, il s'agit des quantités de substance active (SA en g.ha⁻¹) et des indices de fréquence de traitement (IFT, sans unité) pour tous produits confondus ainsi que pour les herbicides, fongicides, molluscicides et insecticides.

Dans chaque groupe, une moyenne de ces indicateurs est calculée pour les deux sous-groupes : les parcelles labourées (m_{labour}) et les parcelles non labourées (m_{TCSL}).

Les indicateurs sont dans un premier temps étudiés indépendamment. Pour chaque groupe, la différence entre les moyennes des deux sous-groupes est calculée : $d = m_{\text{labour}} - m_{\text{TCSL}}$. Si la moyenne de ces différences est significativement non nulle, la valeur de cet indicateur diffère selon le type de travail du sol, indépendamment du contexte AP. Nous montrons ainsi que l'usage d'herbicides est plus courant sur les parcelles en TCSL (+ 0,41 en IFT, dont + 0,17 pour le glyphosate), cet usage supplémentaire correspondant surtout à la gestion des adventices (+ 0,37 IFT). En revanche, l'usage de produits phytosanitaires non herbicides (+ 0,22 en IFT, dont + 0,16 pour les fongicides) est plus élevé sur les parcelles labourées.

Des analyses en composantes principales (ACP) ont été réalisées pour étudier les corrélations entre les indicateurs (variables quantitatives) et comparer l'effet de la réduction du travail du sol à celui des facteurs (variables qualitatives) définissant le contexte AP. Pour chaque facteur, un test de Fisher est réalisé sur les coordonnées des individus sur chaque composante. L'espèce cultivée explique 95 % (resp. 90 %) de la variabilité des coordonnées sur la première (resp. deuxième) composante : ces résultats sont surtout dus à la culture de pomme de terre, pour laquelle l'utilisation de produits phytosanitaires est largement supérieure à la moyenne en grande culture (IFT de 16,1, contre 3,8 pour toutes les cultures). Même en retirant les sous-groupes de cette culture, l'espèce reste le principal facteur explicatif (90% et 79%). 5 % de la variabilité de la deuxième composante est néanmoins expliquée par le travail du sol : les coordonnées des individus en TCSL sont significativement positives ; la composante est corrélée positivement aux quantités de SA totale et en herbicides ($R^2=0,89$ et $R^2=0,84$).

Pour simplifier notre démarche d'analyse, nous avons rassemblé la plupart des indicateurs par thématique agronomique (passages de travail du sol, traitement des résidus du précédent, semis, fertilisation N ainsi que PK, gestion des adventices, usage de produits phytosanitaires non-herbicides), puis réalisé une ACP pour chacune d'entre-elle : si l'information de la (des deux premières composantes) est supérieure à celle des indicateurs seuls, les composantes remplacent les indicateurs.

Une classification ascendante hiérarchique permet d'isoler 3 classes : les cultures d'automne ; les cultures de tournesol, d'orge de printemps et de pois de printemps et enfin les cultures de betterave et de maïs grain. Une dernière ACP est réalisée sur ces deux derniers groupes, permettant d'inclure les indicateurs décrivant l'implantation et la gestion d'une culture intermédiaire. Si la variabilité de la première composante est essentiellement expliquée par l'espèce et la rotation-type (resp. 77 % et 62 %) ; celle de la deuxième composante l'est par le travail du sol (60 %). Elle est corrélée positivement à la destruction chimique des couverts en interculture ($R^2=0,68$), ainsi qu'à l'utilisation d'herbicides ($R^2=0,55$) et à la présence de culture intermédiaire (CI) ($R^2=0,41$). En revanche, elle est corrélée négativement à la fertilisation PK ($R^2=-0,51$) et à l'utilisation de produits phytosanitaires non-herbicides ($R^2=-0,30$).

Au final, on démontre que les différences de pratiques liées à la gestion des adventices entre parcelles en labour et en TCSL concernent surtout l'usage d'herbicides (plus élevé en TCSL), validant ainsi notre hypothèse. Cependant, la quantité d'herbicides utilisée dépend plus de l'espèce cultivée (pomme de terre notamment) que du travail du sol. De plus, cet usage accru d'herbicides est en partie compensé par un usage moindre d'autres produits phytosanitaires. Enfin, la présence plus fréquente et plus longue d'une CI est la seule autre différence entre ces systèmes pouvant être un levier pour la gestion des adventices.

Effect of reduced tillage on weed management: a SSP survey analysis (2011)

Cavan N.^{1,2,3*}, Labreuche J.², Cousin I.³, Wissocq A.², Angevin F.^{4,1}

¹ GIS GC HP2E, INRA Transfert, 28 rue du Docteur Finlay, 75015 PARIS

² ARVALIS – Institut du Végétal, Station expérimentale 91720 BOIGNEVILLE – France

³ INRA, UR 0272 SOLS, 2163 av. de la Pomme de Pin, CS 40001 Ardon, 45075 ORLÉANS Cedex 2

⁴ INRA, UR 1240 ECO-INNOV, avenue Lucien Brétignières, 78850 THIVERVAL-GRIGNON

*Contact : Nicolas Cavan

Phone : +33.2.38.41.80.46 - Mail : nicolas.cavan@orleans.inra.fr

Keywords (max 5): Survey, agricultural practices, no-ploughing, herbicides, cover cropping

Tillage is one of the most used options for weed management: it prevents seeds from germinating (thanks to a deep ploughing in allowed by the turnover of the soil top layer) or destroys weeds in an early growth stage. Reduced tillage (especially no-ploughing systems) limits the use of this mechanical option of weed management by farmers, who then need to adapt their practices. According to the last surveys from the French Ministry of Agriculture, (Agreste – Pratiques culturales 2001, 2006, 2011), the ratio of tillage land with no-ploughing management almost stagnated from 2006 to 2011 in France (+ 0.3 point per year, supposing a linear increase during the five year gap between two surveys), after a rapid increase from 2001 to 2006 (+ 2.6 points per year). Some hypotheses have been proposed to analyze the consequences of these new practices on weed management : i) changing from ploughing to no-ploughing tillage systems would imply an increase in using selective and/or non-selective herbicides; ii) the slowing down of fields conversion from ploughing to no-ploughing tillage would be due to difficulties in managing weeds.

Testing hypotheses is difficult because of a lack of data suitable to compare different tillage systems in the same agricultural and pedo-climatic (AP) context. The last survey on tillage crops led by the Ministry of Agriculture (Agreste – Enquête pratiques culturales 2011), based on 20 827 fields, may be precise enough to test the hypotheses. For each field, it contains the full crop management techniques of the crop harvested in 2011. Moreover, data on the five previous years (2006-2010) is available, including: sowed crop, yield, mineral fertilization, tillage practices (ploughing or no-ploughing tillage: NPT).

To analyze the survey results, every field has been classified in an AP context, by using a typology based on the i) harvested crop, ii) the type of previous crop, iii) the type of crop rotation, iv) the type of soil and v) the area of production. For statistical reasons, every AP context should be described by at least 30 surveyed fields (Agreste, 2014). We therefore simplified the typology used by defining 6 types of soil (based mostly on the texture of the soil surface but also on calcareous and hydromorphic properties of the soil), 7 types of crop rotations (based on the two ratios cereal / dicotyledons and autumn / spring crops; and the presence of grassland), 10 types of previous crops (described according to the quantity of residues produced, their decomposition rate and the harvest date) and 8 production areas (described by the farms main productions and the main tillage crops sowed).

52 groups of fields have been identified, each of them describing a precise AP context. Each group contains at least 26 surveyed fields, and is composed of two subgroups with at least 6 surveyed fields in one of the two following categories: the ploughed fields and the fields with NPT. With the survey data, indicators were defined to describe the main aspects of agricultural systems: tillage practices, crop performances, residues management, cover cropping management, and the crop management techniques (mainly sowing, fertilization and use of plant protection products). The indicators for use of plant protection products are active substance (AS, g.ha⁻¹) and treatment frequency index (TFI, no unit) for all those products, and for herbicides, fungicides, molluscicides and insecticides. In each group, a mean of these indicators was

calculated for each subgroup: fields ploughed (m_{plough}) and fields with \mathcal{NPT} ($m_{\mathcal{NPT}}$).

First, all indicators were studied independently from each other. For each group, we calculated the difference between the means in the two subgroups: $d = m_{\text{plough}} - m_{\mathcal{NPT}}$. If the mean of these differences was significantly different from zero, then the value of the concerned indicator was related to the tillage method, independently from the AP context. We then demonstrated that herbicides were more frequently used in \mathcal{NPT} fields than in ploughed fields (+ 0.41 TFI, with + 0.17 only for glyphosate), mainly for weed management purposes (+ 0.37 TFI). However, the use of other plant protection products than herbicides (+ 0.22 TFI, with + 0.16 only for fungicides) is greater on ploughed fields.

Principal Components Analyses (PCA) have been realized to analyze the correlations between indicators (quantitative variables), and to compare the effect of reduced tillage on agricultural practices compared to the other factors (qualitative variables) defining the AP context. For each qualitative variable, a Fisher test was done on the coordinates of the individuals on the principal components.

We demonstrated that the crop species explains 95 % and 90 % of the variability of individuals coordinates on first and second components: the potato crop explains most of this result, as the use of plant protection product on it is quite higher than for other tillage crops (TFI 16.1 compared to 3.8 for all surveyed crops). Even if we removed the subgroups describing potato, the crop specie remains the qualitative factor explaining the largest part of variability of the individuals coordinates (90 % and 79 % on the two first components). For the second component, 5 % of this variability was explained by tillage practices: coordinates of \mathcal{NPT} individuals and plough individuals were significantly positive and negative, respectively, and this component was mostly correlated to total and herbicides active substance applied to the fields ($\mathcal{R}^2=0.89$ and $\mathcal{R}^2=0.84$).

To simplify our analysis, we grouped most of the indicators in agronomic themes (tillage operations, crop residues management, sowing, \mathcal{N} and \mathcal{PK} fertilization, weed management, and use of non-herbicides products) and did a PCA for each theme. If the principal or the two principal components were more informative on the variability of individuals, they were used to replace the indicators.

A hierarchical clustering performed on the PCA isolated three clusters: first, autumn crops; then sunflower, spring barley and spring pea; and finally beetroot and maize. A PCA realized only on the two last clusters allowed us to include all indicators on cover crops. Although the variability of individuals coordinates on the first component is still better explained by the crop species and the type of crop rotation (77 % and 62 %, respectively), the variability for the second component is best explained by the tillage method (60 %). This component was mainly positively correlated to the chemical destruction rate of cover crop ($\mathcal{R}^2=0.68$), the use of herbicides ($\mathcal{R}^2=0.55$) and the sowing of a cover crop between to crops ($\mathcal{R}^2=0.41$). On the contrary, it was mainly negatively correlated to phosphorus and potassium fertilization ($\mathcal{R}^2=-0.51$) and to the use of protection plant products other than herbicides ($\mathcal{R}^2=-0.30$).

As a conclusion, we demonstrated that the differences in practices on weed management between ploughing and \mathcal{NPT} systems are mainly on herbicides use (higher in \mathcal{NPT} systems): this confirmed our hypothesis. However, the used quantity of herbicides is more depending on crop species (such as potato) than on tillage method. Besides, this greater use of herbicides is partly compensated by a smaller use of the other types of plant protection products. Finally, the more frequent and longer implantation of a cover crop is the only other difference between ploughing and \mathcal{NPT} method that could be used for weed management.