

GESTION DE L'INTERCULTURE, DES CULTURES INTERMÉDIAIRES ET FERTILISATION AZOTÉE DE LA CULTURE SUIVANTE

Eric JUSTES
INRA, UMR AGIR, Toulouse-Auzeville

L'interculture est une période de temps entre deux cultures principales de vente (ou de rente). La gestion de l'interculture correspond à des interventions techniques qui peuvent avoir plusieurs fonctions simultanément, comme par exemple, i) lutte contre les adventices, les maladies et ravageurs, ii) favoriser la vie biologique du sol, iii) mais aussi modifier de l'état physique du sol, iv) ou encore gestion de l'azote. Concernant la gestion de l'azote, un premier levier est la gestion des résidus de récolte du précédent qui peut induire plus ou moins d'organisation nette d'azote minéral du sol en fonction des types de résidus et de leur mode de gestion (Recous et al., 1995). La gestion des repousses du précédent cultural est un autre moyen aussi bien en terme de lutte contre les bioagresseurs que pour la gestion de l'azote. Les cultures intermédiaires, semées spécifiquement, constituent une solution de gestion de l'interculture pour limiter l'érosion hydrique des sols restés non couverts en automne et hiver (sols nus) : il s'agit d'une fonction de « couverture du sol ». La vocation des cultures intermédiaires a très souvent été de limiter la lixiviation des ions nitrate pendant l'interculture et en hiver, ce qui leur a valu la qualification en France de CIPAN pour leur fonction de « piège à nitrate ». Une autre fonction qui était très répandue avant la généralisation de l'usage des engrais minéraux ou utilisée fréquemment en agriculture biologique (Olesen et al., 2007), concerne des cultures intermédiaires à base de légumineuses (en mélange ou en culture « pure ») pour une fonction « engrais vert » ; celles-ci permettent via la fixation symbiotique des légumineuses, et de davantage restituer d'azote sous forme minérale à la culture principale suivante.

Aujourd'hui, les CIPAN sont souvent considérées comme une contrainte réglementaire s'imposant aux agriculteurs en « zones vulnérables nitrate » (55% du territoire français, soit à environ 75% du territoire des grandes cultures). Toutefois, ces cultures intermédiaires peuvent constituer un moyen d'intensification écologique de l'agriculture rendant divers services écosystémiques. Au-delà du changement de paradigme, le challenge est sans doute d'accompagner les agriculteurs à mettre en œuvre des itinéraires techniques des cultures intermédiaires favorisant le plus largement possible les effets positifs qui soient valorisables économiquement à court et moyen terme. Pour obtenir différents services écosystémiques simultanément, les couverts de cultures intermédiaires doivent très probablement être constituées d'espèces en mélange. Même si des références pratiques existent, il est évident qu'il reste à développer des recherches spécifiques pour mettre au point des règles d'assemblage des espèces en fonction des fonctions visées. Ces travaux de recherche et de R&D devront avoir pour objectif d'optimiser les itinéraires techniques des cultures intermédiaires en fonction des fonctions recherchées, du système de culture (succession de cultures principales) et des conditions pédoclimatiques. En effet, il convient de proposer des solutions de gestion qui n'induisent pas d'effets négatifs pour la production agricole de la culture suivante et qui ont un coût acceptable. Ainsi, la gestion des cultures intermédiaires doit avoir pour double objectif, d'une part, de ne pas pénaliser l'implantation de la culture principale suivante ni sa nutrition hydrique, et d'autre part, de favoriser la restitution d'azote (et d'autres éléments minéraux) pour éviter des effets négatifs dû au phénomène de « pre-emptive competition » (Thorup-Kristensen, 1993). Ce phénomène de préemption d'azote minéral par la culture intermédiaire durant l'interculture permet de réduire les fuites d'azote nitrique durant l'hiver au moyen de la fonction « CIPAN » qui est généralement efficace, si le couvert a correctement levé. Cependant, si la pluviométrie hivernale est faible et que peu d'azote minéral est perdu par lixiviation, l'effet de cette préemption d'azote minéral du sol par la CIPAN peut conduire *in fine* à une disponibilité en azote plus faible pour la culture suivante par rapport à un sol sans couvert de plantes. Ceci se produit car la majeure partie de l'azote absorbé par la culture intermédiaire n'est pas restitué à la culture suivante et reste sous forme organique dans le pool de matière organique humifiée du sol (Justes et al., 2009). Un des moyens pour éviter cet éventuel effet négatif pour la culture suivante est de faire une analyse agroclimatique des risques de « pre-emptive competition » en fonction du pédoclimat, du système de culture et les dates de destruction des CIPAN. Les modèles de simulation, comme STICS par exemple (Brisson et al., 2008), peuvent être utilisés pour évaluer ce risque (Dorsainvil, 2002). Ensuite, il faut rechercher l'obtention de couverts ayant un faible ratio C/N (ou une teneur élevée en azote) à la destruction, car le taux de minéralisation en azote et donc la restitution d'azote à la culture suivante, sont en grande partie déterminée par ce ratio C/N (Nicoladot, 2001, Thorup-Kristensen et al., 2003). Ainsi, plus le ratio C/N est faible, plus la restitution sera élevée. Toutefois cette minéralisation nette pour la culture suivante ne sera au maximum que d'environ 50% de l'azote absorbé par la culture intermédiaire, le reste de l'azote étant incorporée à la matière

organique du sol (Justes et al., 2009). Même si l'incorporation de la culture intermédiaire est réalisée en hiver, la décomposition des résidus « verts » et en particulier la minéralisation en azote est rapide par découplage des phénomènes liés à la dynamique du carbone et de l'azote à faible température (Magid et al., 2004). Il convient donc d'adapter le type de couvert et son itinéraire technique pour optimiser la restitution d'azote à la culture suivante. Enfin, il faut tenir compte de ces effets pour ajuster la fertilisation azotée de la culture suivante. Un point important concerne l'utilisation systématique des cultures intermédiaires en interculture en temps que facteur d'intensification écologique. Cette usage « intensive » peut induire des modifications significatives, bien que variables, de la minéralisation en azote des sols (Constantin et al., 2010). Il conviendra nécessairement d'en tenir compte pour la gestion de l'azote.

Enfin, il convient d'être attentif aux techniques et conditions d'implantation de la culture intermédiaire car c'est un facteur clé de réussite des cultures intermédiaires (Dorsainvil et al., 2005).

Références bibliographiques

- Brisson N, Launay M, Mary B and Beaudoin N (2008). Conceptual basis, formalisations and parameterization of the STICS crop model. Editions QUAE, Versailles.
- Constantin J, Mary B, Laurent F, Aubrion G, Fontaine A, Kerveillant P, and Beaudoin N (2010) Effects of catch crops, no till and reduced nitrogen fertilization on nitrogen leaching and balance in three long-term experiments. *Agriculture Ecosystems & Environment* 135(4): 268-278.
- Dorsainvil F (2002). Evaluation, par modélisation, de l'impact environnemental des modes de conduites des cultures intermédiaires sur les bilans d'eau et d'azote dans les systèmes de culture. Ph.D. thesis, Paris, INA-PG, 124 p.
- Dorsainvil F., Dürr C., Justes E., Carrera A. (2005). Characterisation and modelling of white mustard (*Sinapis alba* L.) emergence under several sowing conditions. *European Journal of Agronomy*, 23(2), 146-158.
- Justes E., Mary B., Nicolardot B. (2009). Quantifying and modelling C and N mineralization kinetics of catch crop residues in soil: parameterization of the residue decomposition module of STICS model for mature and non mature residues. *Plant and Soil*, 325:171–185.
- Magid J, Luxhoi J and Lyshede OB (2004). Decomposition of plant residues at low temperatures separates turnover of nitrogen and energy rich tissue components in time. *Plant Soil*, 258, 351-365.
- Nicolardot B, Recous S and Mary B (2001). Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: A simple dynamic model based on the C:N ratio of the residues. *Plant Soil*, 228, 83-103.
- Olesen JE, Hansen EM, Askegaard M and Rasmussen IA (2007). The value of catch crops and organic manures for spring barley in organic arable farming. *Field Crops Res.*, 100, 168-178.
- Recous S, Robin D, Darwis D and Mary B (1995). Soil inorganic N availability: effect on maize residue decomposition. *Soil Biol. Biochem.* 27, 1529-1538.
- Thorup-Kristensen K (1993). The effect of nitrogen catch crops on the nitrogen nutrition of a succeeding crop. I. Effects through mineralization and pre-emptive competition. *Acta Agric. Scand. Sect. B*, 43, 74-81.
- Thorup-Kristensen K, Magid J and Jensen LS (2003). Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy*, 79, 227-302.

Curriculum Vitae : Eric JUSTES (Eric.Justes@toulouse.inra.fr)



- Situation personnelle : 46 ans (né en 1965), marié, 3 enfants
- Situation professionnelle : Ingénieur de recherche INRA (IR1) affecté au Centre INRA de Toulouse à l'UMR AGIR (<http://www.wagir.toulouse.inra.fr/agir/>)
- Docteur INA Paris-Grignon (1993). Sujet de thèse: « Diagnostic de nutrition azotée du blé, à partir de la teneur en nitrate du jus de base de tige. Application à la gestion de la fertilisation azotée. »
- Titulaire de l'Habilitation à Diriger des Recherches, INP Toulouse (2005). Sujet de l'HDR : « Contribution à l'étude, la modélisation et la gestion de l'azote dans les agro-systèmes pour une agriculture durable »
- Situation professionnelle actuelle :
 - Animateur de l'équipe VASCO (Variétés, Systèmes de culture et Eau) de l'UMR AGIR
 - Pilote scientifique (2010-2011) pour l'INRA DEPE de l'étude-expertise commanditée par les Ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie : « Gestion de l'interculture »
 - Coordinateur du projet (2010-2013) ANR MicMac-Design (<http://www4.inra.fr/micmac-design>)
- -Travaux de recherche développés sur les thématiques suivantes :
 - Etude de la minéralisation en azote du sol et des cultures intermédiaires (CIPAN)
 - Contribution à la modélisation des cycles de l'azote et de l'eau via le modèle de culture STICS (Brisson et al., 2002 ; 2003) et le modèle de calcul LIXIM (Mary et al., 1999)
 - Analyse de l'effet des légumineuses en systèmes de culture économes en intrants azotés
 - Etude du fonctionnement de cultures associées de blé dur et de légumineuses à graines pour concevoir des itinéraires techniques pour divers objectifs de production, et de cultures intermédiaires en mélange d'espèces pour produire divers services éco-systémiques
 - Conception et évaluation quantitative de prototypes de systèmes de cultures économes en intrants chimiques (azote et pesticides) basés sur les concepts de l'intensification écologique