

Caractériser les systèmes de culture

Repérer et développer les pratiques durables

Les modifications de pratiques liées à l'évolution de la réglementation sont parfois mises en place sans qu'on ait toujours envisagé les conséquences qu'elles peuvent avoir sur l'exploitation dans sa globalité. ARVALIS-Institut du végétal et l'Ecole d'ingénieurs de Purpan ont mené une étude pour caractériser les pratiques agricoles de quatre exploitations céréalières de Midi-Pyrénées.

Chloé Malaval
c.malaval@arvalisinstitutduvegetal.fr

Lionel Jouy
l.jouy@arvalisinstitutduvegetal.fr

Philippe Desvignes
p.desvignes@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Françoise Carpy-Goulard
francoise.goulard@purpan.fr

Aline Dumont
aline.dumont@purpan.fr

Ecole d'ingénieurs de Purpan



▲ Le système de culture définit la cohérence avec laquelle l'agriculteur utilise ses moyens de production pour atteindre des objectifs de production et gérer la fertilité du milieu.

La politique agricole des 50 dernières années a permis d'augmenter la production. Cette intensification a pu occasionner des effets non recherchés (érosion, transferts d'éléments minéraux et produits de protection des cultures dans les eaux...), effets que des pratiques adaptées peuvent limiter. L'énergie fait également partie des nouveaux enjeux à considérer.

Cette étude réalisée par ARVALIS-Institut du végétal et l'Ecole d'ingénieurs de Purpan propose une méthode qui caractérise la durabilité des systèmes de culture au travers d'une analyse de leurs

performances, illustrée par quatre systèmes mis en œuvre par quatre agriculteurs du Sud-Ouest de la France. Des indicateurs ont été choisis pour quantifier les pratiques sur les plans technique, économique et environnemental.

Des objectifs et des contextes différents

L'échelle du système de culture est l'échelle de l'organisation des moyens humains (assolement, matériel...), à laquelle se raisonnent les pratiques. Un système de culture tient compte des contraintes et des atouts du milieu, et de l'orientation choisie par l'agriculteur pour gérer ces

spécificités en fonction de ses aspirations personnelles. Les quatre systèmes étudiés ont un objectif commun : dégager une marge nette élevée.

Le système 1 a pour objectif de dégager du temps pour des activités extérieures à l'exploitation. Il se caractérise par des parcelles en coteaux. L'agriculteur pratique deux types de rotation : pois/blé dur et tournesol/blé dur. Les cultures sont implantées sans labour avec travail du sol superficiel. Le blé dur est stocké sur l'exploitation avant commercialisation.

Le système 2 a pour objectif de préserver les sols de l'érosion et limiter l'usage des



© R. Legere, ARVALIS-Institut du végétal

La mise en place d'un couvert fait partie des choix liés au contexte local, comme la limitation de l'érosion.

intrants. Les parcelles sont sur des coteaux au relief très accentué et les sols ont de faibles teneurs en matière organique (1,2 %). L'agriculteur pratique une rotation longue : colza/blé dur/sorgho + luzerne/orge + luzerne/avoine + luzerne/tournesol + luzerne/blé tendre, avec présence systématique d'un couvert. Les cultures sont implantées en semis direct. Ce système est particulièrement dépendant du glyphosate (775 g/ha/an en moyenne sur l'ensemble des parcelles). La capacité de stockage est équivalente à la production annuelle.

▶ À chaque exploitation ses objectifs, en fonction du contexte local.

Le système 3 a pour objectif de valoriser, avec la monoculture de maïs, une ressource en eau non limitante. Les parcelles de boulbènes ont une faible réserve utile. 50 % de la superficie est implantée après un labour, le restant après un travail du sol superficiel. Ni herbicide total ni anti-limace ne sont utilisés pendant l'interculture. La production est directement livrée à la récolte.

Le système 4 a pour objec-

tif de valoriser un débouché en agriculture biologique. Les parcelles, en vallée, sont irrigables et à bon potentiel de rendement. L'agriculteur pratique une rotation longue : féverole/maïs/trèfle violet/blé tendre/soja/soja/blé tendre. La majorité du matériel est acheté en CUMA. Chaque année, 60 % des parcelles sont labourées. Les déchaumages répétés pendant l'interculture et les interventions mécaniques constituent la base du système. Il n'y a pas de culture intermédiaire. L'exploitation possède une installation de triage, nettoyage et de stockage temporaire avant commercialisation.

Les résultats sont regroupés dans le *tableau 1*. La méthode consiste à caractériser les systèmes avec les mêmes indicateurs. Les comparaisons des systèmes ne porteront que sur l'ensemble de ceux-ci.

La simplification du travail du sol

Dans les systèmes 1 et 2, les techniques culturales sans labour (TCSL) limitent le temps de travail et permettent une économie de carburant. En revanche, les nombreuses opérations de travail du sol en interculture dans le systè-

▶ L'énergie fait partie des nouveaux enjeux à prendre en compte.

me 4 et la pratique du labour dans le système 3 induisent une forte mobilisation de temps et une augmentation de la consommation d'énergie fossile. Concernant le système 4 en AB, les économies d'intrants chimiques (tels que les engrais minéraux) sont masquées par les dépenses en carburant qui impactent le résultat en terme de consommation fossile.

La gestion de l'interculture

Dans le système 2, l'exploitant parvient à avoir une couverture du sol permanente. Outre la lutte contre l'érosion, ce couvert permanent joue un rôle de piège à nitrate et, avec le recours aux légumineuses, limite la « pression azotée », qui devrait être réduite à long terme. Par contre, cette stratégie impacte directement l'efficacité économique des intrants (recours accru aux produits phytosanitaires pour détruire les couverts et lutter contre les limaces et les mauvaises herbes). Cela se traduit par un IFT de 3. Bien que dans

l'immédiat l'efficacité des intrants soit faible, la stratégie vise à améliorer progressivement la fertilité des sols.

Pour le système 4, l'interculture est consacrée à plusieurs opérations de travail du sol, notamment la lutte mécanique contre les mauvaises herbes, ce qui explique un indice de couverture du sol faible, mais un IFT de 0.

L'irrigation a des incidences multiples

L'irrigation influence fortement de nombreux indicateurs. L'investissement valeur à l'achat révèle la forte immobilisation de capital matériel à l'hectare surtout pour le système 3 qui, contrairement au système 4, n'a pas recours à l'utilisation de matériel en commun. L'irrigation pèse également sur la charge de travail, mais permet d'obtenir un bon niveau de rendement par rapport à la moyenne du département. Pour le système 4, en agriculture biologique, elle permet de valoriser le potentiel des sols et d'obtenir un rendement proche d'un système conventionnel. Par ailleurs, les bons niveaux de rendements ont une incidence positive sur le produit brut de l'exploitation et sur l'énergie brute produite.

Pour le système 3, l'irrigation augmente les charges de mécanisation, mais diminue le coût de production de la tonne de maïs. C'est moins le cas pour le blé tendre du système 4, dont le facteur limitant est plutôt l'azote. Enfin, elle contribue à la consommation d'énergie primaire, et dans une moindre mesure à l'émission de gaz à effet de serre (pompage électrique).

La productivité de l'eau, peu élevée car calculée pour 2007, aurait été plus importante une année très sèche. Même si cela se voit peu en 2007, la pratique de l'irrigation dans ces systèmes est un moyen de sécuriser le rendement.

Evaluation des quatre systèmes pour 2007 (tab. 1)

	Système 1 Sec Argilo-calcaire TCSL	Système 2 Sec argilo-calcaire. Semis direct couvert permanent	Système 3 Irrigué Boulbènes Monoculture maïs	Système 4 Irrigué, vallée AB Grandes cultures sans élevage
Indicateurs techniques				
Investissement valeur à l'achat (€/ha)	1709	1656	1940	909
Ha/UTH	140	160	74	91
Temps de travail (h/ha)	4,5	3,5	14,2	9,7
Pression N (kg/ha)	104	113	192	41
Niveau rendements (% Haute-Garonne)	96	112	117	94
Indicateurs économiques				
Produit brut exploitation (€/ha) (h. aides PAC) 2007	840	1021	1844	1248
Coût de production (€/t) 2007	Blé dur 246	Blé dur 232	Maïs 130	Blé tendre 216
Marge nette exploitation (avec aides PAC) (€/ha)	Prix vente 2006 458	Prix vente 2006 619	Prix vente 2006 1165	Prix vente 2006 744
Effizienz économique des intrants 2007	3,0	2,1	2,7	2,8
Indicateurs de pratiques culturales				
Indice de couverture du sol (%)	55	100	77	46
Balance globale azotée (kg N/ha)	42	24	56	-51
IFT exploitation 2007	3,5	3,0	2,1	0
Impact énergétique (MJ/ha)	10489	10687	28448	10469
Energie brute produite (MJ/ha)	61614	80794	169680	61494
Impact climatique (t eq CO ₂ /ha)	1,2	1,7	2,5	0,9
Productivité de l'eau (kg MS supplémentaire/m ³)	-	-	3,0	2,4

Il n'est pas envisageable de chercher à transposer un critère d'un système à l'autre sans que cela modifie les autres critères.

La conduite de la fertilisation azotée

Dans le système 1, le pois et le tournesol contribuent à réduire la pression azotée, même si le blé dur maintient une balance globale azotée relativement élevée. La présence de pois, en réduisant les apports d'azote sur la rotation, contribue à améliorer l'efficacité économique des intrants du

système 1. Le système 2 a une balance azotée faible, notamment grâce aux légumineuses en interculture et sous culture. Le système 3 a une pression azotée relativement élevée compte tenu du rendement réalisé (105 q/ha pour un objectif de 110). Cela accroît les émissions de gaz à effet de serre et augmente la consommation d'énergie fossile. Cependant, cette pression azotée est à re-

lier aux niveaux de rendement et de production d'énergie brute élevés pour un système en milieu défavorisé. La balance globale relativement élevée et l'efficacité des intrants modérée montrent une combinaison eau/azote à améliorer.

L'achat de matières organiques exogènes dans le système 4 pèse fortement sur le coût de production et pénalise l'efficacité économique



Vouloir agir sur un indicateur fait évoluer tout le système.

des intrants, d'autant plus que l'azote est le facteur limitant de ce système et explique en grande partie le plus faible niveau de rendement. Point positif, la faible quantité d'azote apportée réduit fortement la contribution à l'effet de serre. Toutefois, malgré la présence de légumineuses, on peut se poser la question du maintien à long terme du niveau de fertilité de ces sols, avec une balance globale azotée négative de -51 kg N/ha/an.

La protection phytosanitaire

Les IFT sont, pour les systèmes 1, 2 et 3, inférieurs à 4,5 (référence de la Haute-Garonne). La monoculture de maïs du système 3 et la maîtri-

◀ La balance globale azotée permet de caractériser l'enrichissement ou l'appauvrissement du milieu (sol, eau, air) en azote.



© N. Comec

© N. Comec



▲ **La productivité de l'eau d'irrigation caractérise le niveau de valorisation de la ressource en eau par le système de culture.**

Il n'y a pas de système idéal

Il n'y a pas de système bon sur tous les plans. Tout changement de pratiques affecte plusieurs volets de la durabilité : il est difficile de demander la réduction de 50 % des produits phytosanitaires à des exploitants qui travaillent à préserver la fertilité de leurs sols. Il peut y avoir compétition entre plusieurs enjeux qu'ils soient techniques, économiques et/ou environnementaux : la meilleure pratique sera issue d'un compromis entre ces enjeux.

Cet état des lieux multicritère permet d'entamer la réflexion pour faire évoluer les systèmes de production avec de nouveaux objectifs de production qui prennent en considération les aspects techniques, économiques et environnementaux au regard du contexte actuel (Eco labels, HVE...). ■

se technique du système 2 expliquent des IFT inférieurs ou égaux à 3. Celui du système 2 peut être qualifié de très bon, compte tenu des contraintes d'érosion. Toutefois, ce bon chiffre cache une dépendance forte à deux matières actives (glyphosate et métaldéhyde), dont la possibilité d'utilisation conditionne la durabilité du système.

L'IFT et l'efficacité des intrants du système 1 sont pénalisés par le recours aux produits de protection des cultures induit par le non labour, mais surtout par la présence de pois, qui a besoin d'être protégé contre la pression parasitaire.

L'IFT de 0 du système 4 est compensé par beaucoup d'interventions mécaniques qui consomment de l'énergie fossile, accroissent le temps de travail et mobilisent l'interculture rendant impossible l'implantation de couverts. Toutefois, le prix de vente plus élevé en agriculture biologique améliore significativement la marge nette de l'exploitation.

Les indicateurs retenus

L'investissement valeur à l'achat (€/ha) permet d'évaluer la valeur à l'achat du matériel. Il illustre la stratégie d'équipement en matériel.

Le temps de travail à l'hectare (h/ha) comprend le temps de traction et le temps d'irrigation.

La pression azotée (kg N/ha) est la quantité moyenne d'azote apportée à l'hectare (jachère comprise).

Le niveau de rendement est exprimé par rapport au rendement moyen départemental de chaque culture.

Le produit brut exploitation (€/ha) (hors aides PAC) représente les rendements obtenus multipliés par les prix de vente.

Le coût de production (€/t) inclut intrants (engrais, amendements, produits phytosanitaires, semences), charges de mécanisation (amortissement, entretien, réparations, fuel, travaux par tiers), charges de main-d'œuvre (salaires, charges sociales, MSA exploitant, rémunération de la main-d'œuvre familiale), autres charges fixes (assurances, frais divers, rémunération des capitaux propres) et charges de foncier (fermage pour toute la surface), divisés par le rendement.

La marge nette exploitation, aides PAC comprises (€/ha), est la marge brute + les aides PAC - les charges de structure. Elle dépend du prix de vente des cultures : la variation des prix entre 2006 et 2007 multiplie par 3 à 7 la marge nette.

L'efficacité économique des intrants indique l'augmentation de marge brute par euro d'intrant utilisé. Elle correspond à « (Produits - Intrants)/Intrants » et se calcule directement au niveau de l'exploitation.

L'indice de couverture du sol traduit la durée pendant laquelle le sol est couvert entre le 1^{er} septembre et le 30 avril et la part des surfaces dont le sol est couvert pendant cette période (par une culture, CIPAN, repousses ou résidus de culture de maïs). Il caractérise la capacité

à limiter l'érosion et le lessivage du nitrate à l'interculture.

La balance globale azotée (kg N/ha) est le solde « entrées - sorties d'azote », calculé pour chaque culture, et ramené à la SAU de l'exploitation (y compris les protéagineux et les jachères). Un solde positif correspond à l'organisation de l'azote dans le sol, aux pertes par lessivage et par volatilisation. Un solde négatif correspond, à terme, à un appauvrissement du sol en azote.

L'indice de Fréquence de Traitement (IFT) combine le nombre de passages et la dose utilisée. Il caractérise la dépendance aux produits phytosanitaires. Un passage à dose pleine compte pour 1, un passage à demi-dose pour 0,5. Un traitement partiel de la surface (X %) à la dose homologuée compte pour X %. Un traitement localisé, un traitement dans la ligne de semis compte pour 0,5. Les traitements de semences ne sont pas pris en compte.

L'impact énergétique (MJ/ha) est le cumul des énergies primaires non renouvelables (pétrole, charbon, uranium...) nécessaires pour produire les intrants (fertilisants, phytosanitaires, carburants, électricité...) et équipements utilisés sur l'exploitation.

L'énergie brute produite (MJ/ha) estime l'énergie potentielle contenue dans les grains au moment de la récolte (pailles non prises en compte).

L'impact climatique (t eqCO₂/ha) est le cumul des émissions de CO₂ lors de la combustion des carburants fossiles, des émissions de N₂O depuis les parcelles cultivées et des émissions de gaz à effet de serre lors de la fabrication et mise à disposition des intrants et des carburants (traduit en tonnes d'équivalent CO₂).

La productivité de l'eau d'irrigation (kg MS/m³) est la quantité de matière sèche supplémentaire obtenue sur les parcelles irriguées par mètre-cube d'eau d'irrigation consommée.