

## Quelles sont les pratiques agricoles les plus « durables » ?

### Essai de caractérisation des systèmes de cultures

**Définir et préciser quelles sont les pratiques agricoles, les caractériser, permet de comprendre leur fonctionnement et de les évaluer à l'aide d'indicateurs spécifiques. Si cette caractérisation est utile dans le cadre d'un meilleur respect environnemental, autorise-t-elle à déterminer quelles sont les pratiques exemplaires à retenir et appliquer ?**

**L**es modèles agricoles des cinquante dernières années ont tous privilégié la croissance des rendements. Cette intensification agricole s'est accompagnée d'une consommation croissante d'intrants agrochimiques, vétérinaires et fourragers, entraînant d'inévitables pollutions de l'eau, et des atteintes plus ou moins importantes aux milieux naturels.

Le contexte politique (Grenelle Environnement, expertises de l'Institut national de la recherche agronomique sur l'usage des produits phytosanitaires aussi bien que sur celui de l'eau pour l'irrigation...) conduit à rendre évidente la nécessité de modifier les habitudes prises en agriculture au cours des cinquante dernières années et à se poser la question de la durabilité des types d'agriculture existant. Ainsi se développent des techniques de travail du sol superficiel, se mettent en place des mesures agro-environnementales dans l'objectif de réduire l'usage des produits phytosanitaires, et se profilent aussi des mesures incitant à économiser l'énergie.

Ces modifications de pratiques sont le plus souvent développées pour la simple raison qu'elles semblent

« aller dans le bon sens », sans qu'on ait toujours envisagé les conséquences qu'elles peuvent avoir sur l'exploitation dans sa globalité. De même, une traduction en chiffres de ces modifications n'est pas toujours effectuée.

Cette étude, réalisée en 2008, a donc pour objet de proposer une caractérisation des pratiques agricoles et de leurs impacts sur la durabilité des systèmes mis en œuvre dans quatre exploitations céréalières d'une même région.

Deux principes clés ont guidé la démarche de caractérisation :

- l'exploitation est vue comme un système de production, combinant productions et facteurs de production ;
- l'exploitant a des raisons de faire ce qu'il fait.

Le fonctionnement de l'exploitation agricole peut être considéré comme un enchaînement de prise de décisions de l'agriculteur, dans un ensemble d'atouts et de contraintes en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs. Le système de culture, terme que nous utiliserons par la suite, définit, au sein de l'exploitation, la cohérence avec laquelle l'agriculteur utilise ses moyens

de production sur chaque parcelle pour atteindre des objectifs de production et gérer la fertilité du milieu. Le système de culture, sous-ensemble du système de production, se décompose en succession de cultures et itinéraires techniques.

Quatre systèmes de culture (encadré ①), mis en œuvre par des producteurs dans les départements du Tarn-et-Garonne, de Haute-Garonne et du Gers sont présentés dans l'annexe 2 (cf. En savoir plus sur [www.set-revue.fr](http://www.set-revue.fr)). Trois d'entre eux font partie du Réseau d'exploitations agricoles de références (REAR), mis en place et suivi par l'École d'ingénieurs de Purpan. Ces exploitations ont été choisies d'une part pour la diversité des objectifs de production fixés par chaque producteur, et d'autre part pour la diversité des atouts et contraintes de production spécifiques à chacune d'elles. La présentation des systèmes de culture, en colonne dans l'annexe 2, a volontairement été retenue pour illustrer cette diversité. Il conviendra de ne pas chercher à comparer critère par critère les systèmes entre eux. Un objectif est commun aux quatre systèmes de culture : dégager un résultat net d'exploitation élevé. De plus, le nombre d'actifs présents sur l'exploitation varie peu d'un système à l'autre (de 1 à 1,2 unités de travail humain ou UTH).

### Le choix des échelles et des indicateurs est primordial

La caractérisation des pratiques culturales peut s'envisager à différentes échelles spatiales. L'échelle de la parcelle ou de la sole (ensemble des parcelles portant la même culture) est celle qui a été le plus souvent étudiée par le passé. Cependant, cette échelle de travail ne permet pas de prendre en compte toutes les contraintes d'une exploitation agricole. Par exemple, une culture peut ne pas être rentable sans que cela remette en cause l'existence même de l'exploitation. Aussi a-t-il été choisi, de façon à bien intégrer l'ensemble des interactions entre productions et facteurs de production, d'exprimer les indicateurs à l'échelle de l'exploitation, même si le calcul de certains indicateurs oblige à passer par l'échelle parcellaire. Dans notre étude, l'approche « exploitation » est aussi celle de l'analyse du système de culture puisque les quatre exploitations retenues sont sans élevage et ne produisent que des grandes cultures. Nous faisons l'hypothèse que chacun des agriculteurs réalise au sein de son exploitation des interventions techniques homogènes. Cette échelle de l'exploitation agricole est en effet celle du raisonnement des pratiques, de l'utilisation du matériel et des installations et de l'organisation du travail. Choisir cette échelle présente également l'avantage de pouvoir s'affranchir des allocations d'impacts par culture.

À noter que pour évaluer les indicateurs, le pas de temps choisi est celui d'une année, sur la période qui s'écoule entre la récolte du précédent et celle de la culture en place, ce qui permet d'intégrer la période d'interculture.

## ① LES QUATRE SYSTÈMES RÉFÉRENTS DE L'ÉTUDE

**Le système n° 1** se caractérise par un objectif de recherche de temps disponible pour l'affecter à d'autres activités (ex. : engagement communal). Le parcellaire, morcelé, est en partie en coteaux. Le potentiel de rendement des parcelles correspond à la norme départementale. Le choix des espèces est dicté par la mise en œuvre d'itinéraires techniques basés sur la simplicité des observations et sur la facilité de réalisation. La stratégie d'équipement en matériel est plutôt individuelle.

La gestion de l'interculture se caractérise par un nombre d'interventions de travail du sol réduit, compensé par l'usage raisonné de produits phytosanitaires (glyphosate, métaldéhyde).

Les cultures (pois, tournesol et blé dur) sont implantées sans labour et conduites selon la bonne pratique régionale en matière de fertilisation et de protection des cultures. Les cultures ne sont pas irriguées.

À la récolte, seul le blé dur est stocké à la ferme.

**Le système n° 2** se caractérise par un ensemble de pratiques mises en œuvre pour éviter de perdre le potentiel de rendement des parcelles à cause des phénomènes d'érosion. Les pratiques mises en œuvre sur ce système traduisent également la recherche du meilleur compromis entre le rendement et l'usage des intrants pour dégager la meilleure marge nette. Le parcellaire est morcelé, éloigné, en coteaux (pente très importante) et la teneur en matière organique est très faible (1,2 %). Le potentiel de rendement des parcelles est dans la norme du département. Le matériel présent sur l'exploitation est réduit au minimum bien que la stratégie d'équipement soit individuelle. La consommation de fioul se limite à 44 l/ha. Le producteur est prêt à dégager le temps nécessaire pour mettre en œuvre des solutions innovantes sur son exploitation. Contrairement au système précédent, les pratiques mises en œuvre ne sont pas stabilisées puisque innovantes.

Sept espèces cultivées sont présentes dans la rotation. La gestion de l'interculture se caractérise par un nombre d'interventions de travail du sol très réduit, la présence systématique de couverts (implantés à l'interculture ou dans la culture précédente) et si possible non détruits dans la culture suivante (ex. : luzerne). Cette pratique génère un usage important de glyphosate (remplace le travail du sol) et de métaldéhyde (problème de limaces).

Les cultures sont implantées en semis direct à l'aide d'un semoir SEMEATO® et conduites à partir d'observations, en ciblant les conditions d'intervention optimum pour limiter l'usage des intrants (protection des cultures). Les cultures ne sont pas irriguées.

Le producteur dispose d'une capacité de stockage équivalente au volume de production annuel.

**Le système n° 3** se caractérise par la valorisation d'une eau disponible par la culture de maïs, le parcellaire est groupé. Les sols sont des brousses à faible réserve utile.

Le matériel présent sur l'exploitation est assez important (irrigation). Il est basé sur une stratégie d'équipement individuelle à l'exception de la récolte (réalisée par l'entreprise).

La culture de maïs est conduite selon la bonne pratique régionale en matière de fertilisation, de protection des cultures et de gestion de l'interculture : broyage des résidus puis labour (50 % des cas) ou travail du sol superficiel. Le producteur ne dispose pas d'une installation de stockage. Il livre toute sa production à la récolte.

**Le système n° 4** se caractérise par la valorisation d'une production respectant le cahier des charges de « l'agriculture biologique » (AB). Les cultures qui en expriment le besoin sont irriguées.

Les sols ont un bon potentiel de rendement (sol à potentiel supérieur à la moyenne du département) et le producteur est disponible pour libérer le temps nécessaire aux observations et à la réalisation des travaux.

La stratégie d'équipement du matériel est basée sur un équipement en CUMA (coopérative d'utilisation de matériel agricole).

Six espèces sont présentes dans la rotation afin de gérer au mieux la fourniture d'azote aux cultures et la gestion des parasites, l'usage d'engrais minéraux et de produits phytosanitaires étant interdit en culture biologique. Le producteur dispose d'une capacité de stockage de 75 tonnes pour trier et nettoyer la récolte avant de la commercialiser.

## 1 Évaluation des systèmes

	Système n° 1 Sec Argilo-calcaire Travail du sol sans labour	Système n° 2 Sec Argilo-calcaire Semis direct couvert permanent	Système n° 3 Irrigué Boulbènes Monoculture Maïs	Système n° 4 Irrigué, Vallée AB Grandes cultures sans élevage
<b>INDICATEURS TECHNIQUES</b>				
IVAN <sup>(a)</sup> (€/ha)	1 709	1 656	1 940	909
Ha/UTH	140	160	74	91
Temps de travail <sup>(b)</sup> (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
<b>INDICATEURS ÉCONOMIQUES</b>				
Produit brut exploitation €/ha (hors aides PAC <sup>(c)</sup> 2007)	840	1 021	1 844	1 248
Coût de production (€/t) 2007	Blé dur 246	Blé dur 232	Maïs 130	Blé tendre 216
Marge brute expl. (€/ha) (hors aides PAC)	Prix vente 2006 312 Prix vente 2007 631	327 805	325 1 340	455 922
Marge nette expl. (€/ha) (avec aides PAC)	Prix vente 2006 139 Prix vente 2007 458	141 619	150 1 165	277 744
Efficience économique (productivité des intrants 2007)	3,0	2,1	2,7	2,8
<b>INDICATEURS DE PRATIQUES CULTURALES</b>				
Indice de couverture du sol (%)	55	100	77	46
Balance globale azotée kg N/ha	42	24	56	-51
IFT <sup>(d)</sup> exploitation 2007	3,5	3,0	2,1	0
Impact énergétique (MJ/ha) <sup>(e)</sup>	10 489	10 687	28 448	10 469
Énergie brute produite (MJ/ha) <sup>(f)</sup>	61 614	80 794	169 680	61 494
Impact climatique (t eq CO <sub>2</sub> /ha) <sup>(g)</sup>	1,2	1,7	2,5	0,9
Carbone fixé par les cultures (t eq CO <sub>2</sub> /ha)	5,0	6,3	13,4	4,9
Productivité de l'eau (kg MS supplémentaire/m <sup>3</sup> ) <sup>(h)</sup>	-	-	3,0	2,4

(a) Investissement valeur à l'achat. Cet indicateur caractérise la capacité d'un système à immobiliser un capital matériel à l'hectare.

(b) Temps de traction + temps irrigation.

(c) Politique agricole commune.

(d) Indicateur de fréquence de traitement.

(e) Mégajoule par hectare.

(f) Hors paille.

(g) Tonne équivalent CO<sub>2</sub> par hectare.

(h) Kilogramme de matière sèche supplémentaire par mètre cube.

► Les pratiques liées à un système de culture peuvent être décrites à l'aide de variables simples (dose en azote, dates d'apport...). Toutefois, chiffrer la pression exercée par ces pratiques sur l'environnement implique de recourir à des indicateurs, variables synthétiques qui fournissent des renseignements sur d'autres variables plus difficiles d'accès.

Afin de toujours garder le lien entre les pratiques et les indicateurs, ces derniers n'ont pas été agrégés. Ce choix traduit la volonté de ne pas caractériser un système par une ou deux valeurs sans lien direct avec les pratiques de l'agriculteur.

Le choix des indicateurs pour caractériser les pratiques est rendu compliqué par le très grand nombre d'indicateurs proposés par différents groupes de travail (groupes Indicateurs, Azote, et Phytoprati du Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement – CORPEN, Observatoire territorialisé des pratiques agricoles, méthodes de diagnostic environnemental...). Pour cette étude, les indicateurs doivent servir à illustrer la situation des systèmes de production agricole vis-à-vis de leur durabilité, traduite par la satisfaction des besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs. Ils doivent donc couvrir les trois axes de la durabilité d'une exploitation : économiquement viable, écologiquement saine et socialement équitable.

On a retenu un nombre réduit d'indicateurs présentant un bon compromis entre simplicité, faisabilité et lisibilité. Même si on peut remarquer un certain déséquilibre dans la répartition selon les axes de la durabilité, l'axe social étant sous-représenté, il faut noter que cet axe n'est pas complètement négligé puisque les indicateurs tels que la surface agricole utile (SAU) par unité de travail humain (UTH), ou le temps de travail par hectare le prennent en compte.

Chaque indicateur est défini, et son mode d'expression précisé, en annexe 1.

(cf. En savoir plus sur [www.set-revue.fr](http://www.set-revue.fr)).

S'il est nécessaire de les situer par rapport au schéma « Pression-État-Réponse », tous les indicateurs retenus sont des indicateurs de pression.

### Des résultats contrastés difficiles à interpréter

La tentation est grande, à partir des données du tableau ① de comparer les résultats des systèmes entre eux et de les classer. Ce genre d'exercice est à réaliser avec beaucoup de précautions car chaque système est complètement dépendant de son contexte pédologique, climatique, historique... Il ne sera pas envisageable de chercher à transposer un critère d'un système à l'autre sans que cela modifie les autres critères.

La présentation des quatre systèmes de culture dans un seul tableau et les commentaires ci-dessous ont été retenus pour caractériser et illustrer la diversité des résultats.

### IVAN

Le capital immobilisé (exprimé en €/ha) varie d'un système à l'autre et illustre bien la stratégie d'équipement

en matériel retenue par les différents producteurs. Le système n° 4 a un capital immobilisé faible, malgré la présence de matériel d'irrigation. Ceci s'explique par une stratégie d'équipement en CUMA. L'équipement individuel et le type de matériel d'irrigation expliquent, à l'inverse, le niveau plus important du capital immobilisé du système n° 3 (1940,00 €/ha).

### Hectare/UTH et temps de travail (h/ha)

Le nombre d'hectares/UTH varie d'un système à l'autre de 74 à 160 ha/UTH. Il s'explique principalement par le poste « irrigation » présent dans les systèmes n° 3 et n° 4 et fort consommateur de main d'œuvre.

Le temps de travail à l'hectare est inférieur à 5 h/ha dans les systèmes n° 1 et n° 2. Ce faible temps de travail à l'hectare s'explique par le choix de la simplification du travail du sol à l'interculture et d'une implantation des cultures sans labour. Cette simplification du travail du sol est compensée par l'usage du glyphosate pour gérer les adventices et repousses de cultures et par l'usage du métaldéhyde pour gérer les limaces (annexe 2). L'usage de ces produits a un impact sur l'indicateur IFT qui sera commenté ensuite.

Le temps de travail élevé dans le système n° 3 (14,2 h/ha) s'explique par la mise en œuvre d'irrigation sur toute la surface de l'exploitation. Dans le système n° 4, le temps de travail (9,7 h/ha) s'explique par la mise en œuvre d'irrigation sur certaines cultures (maïs, soja) et par des interventions de travail du sol plus nombreuses (déchaumage, labour, hersage, binage) pour compenser la non-utilisation des produits phytosanitaires.

### Pression azotée (kg/ha)

La quantité moyenne d'azote apportée varie de 41 à 192 kg/ha d'un système à l'autre. Cette variabilité s'explique par la nature des espèces cultivées plus ou moins consommatrices d'azote. La présence de pois (25 %) et de tournesol (25 %) dans l'assolement du système n° 1 induit une dose moyenne assez faible (103 kg/ha). Dans le système n° 4, le prix de l'intrant azote organique impose un usage au strict minimum (41 kg/ha). Dans le système n° 3 la monoculture de maïs nécessite une quantité plus importante (192 kg/ha) pour assurer un volume de production satisfaisant.

### Niveau de rendement

Le niveau de rendement des cultures présentes dans les quatre systèmes est proche du rendement moyen du département de la Haute-Garonne.

Le rendement particulièrement bon du système n° 4 s'explique par un potentiel de rendement des parcelles supérieur au potentiel moyen des sols de la Haute-Garonne, par une parfaite maîtrise technique de la part du producteur et par le recours à l'irrigation.

### Marge nette

Le prix de vente des cultures conditionne la marge nette des quatre systèmes de culture.

En effet, la variation des prix de vente des cultures de 2006 et de 2007 peut multiplier par trois à sept la marge ►

► nette selon le niveau de production à l'hectare. C'est le système n° 4 qui valorise le moins un prix de vente élevé et le système n° 3 qui le valorise le mieux. Il est également intéressant d'observer que la marge nette obtenue avec les prix de vente des cultures en 2006 est proche dans les systèmes n° 1, 2 et 3 (139 à 150 €/ha). Cette marge nette est inférieure aux aides PAC. Avec les prix de vente 2006, la marge nette la plus élevée est observée dans le système n° 4.

### Efficiences économique

L'usage des intrants permet d'augmenter la marge brute dans tous les systèmes étudiés (de 2,1 à 3). L'efficacité économique la plus faible (2,1) observée dans le système n° 2, s'explique par l'usage « peu productif » d'intrants (ex. : destruction des couverts à l'interculture) toutefois indispensables pour atteindre l'objectif de réduction de l'érosion.

### Indice de couverture du sol

L'indice de couverture du sol varie de 46 à 100 % d'un système à l'autre. Cet indicateur illustre bien le fait que les objectifs recherchés par les producteurs sont différents. Dans le système n° 2, l'indice de couverture est de 100 % car le producteur cherche à réduire l'érosion. Dans le système n° 4, l'indice de couverture est de 46 % car le producteur cherche à limiter le développement des adventices et autres parasites (ex. : limaces) avec des solutions alternatives à l'usage des produits phytosanitaires interdits en production biologique.

### Balance globale azotée

La balance globale azotée est bonne dans les systèmes n° 1, 2 et 4 ; les résultats sont inférieurs à 50 kg N/ha. Il conviendra de vérifier la durabilité des rendements réalisés avec une balance globale azotée négative (- 51 kg N/ha) dans le système n° 4. Dans le système n° 3, la balance globale azotée est légèrement supérieure à 50 kg N/ha. Dans le cadre d'une démarche de progrès, il conviendra d'ajuster plus finement la dose d'azote apportée à un objectif de rendement réaliste.

### Indice de fréquence de traitement (IFT)

L'IFT caractérise la dépendance d'un système de culture par rapport à l'usage des produits phytosanitaires. La norme établie par l'administration dans le département de la Haute-Garonne est l'ordre de 4,5. Les systèmes n° 1, 2 et 3, qui utilisent des produits phytosanitaires pour protéger les cultures, ont un IFT inférieur à la norme du département. La monoculture de maïs dans le système n° 3 et la maîtrise technique dans le système n° 2 expliquent des IFT inférieurs ou égaux à 3. Dans le système n° 2, l'IFT de 3 peut être qualifié de très bon, compte tenu des fortes contraintes d'érosion qui conduisent le producteur à limiter le travail du sol et à planter des couverts à l'interculture. Dans ce système, l'IFT de 3 est la somme d'un IFT de 1,2 (glyphosate et métaldéhyde) à l'interculture et d'un IFT de 1,8 pour la conduite des cultures (herbicide, fongicide, régulateur et insecticide).

## 2 L'IMPACT ÉNERGÉTIQUE

### L'impact énergétique : un indice de durabilité calculé par la méthode de l'analyse du cycle de vie

L'objectif n'est pas de comparer un système par rapport à un autre en matière d'impact énergétique. En effet, la part de chaque intervention n'a qu'une valeur relative par rapport à celles des autres interventions (tableau 2). Dans un système sans engrais, par exemple, les autres postes contributeurs à l'impact énergétique prennent plus d'importance même si en valeur absolue, ils ne sont pas supérieurs.

### Répartition de l'impact énergétique par type d'intervention (en %)

Type d'intervention	Système n° 1	Système n° 2	Système n° 3	Système n° 4
Broyage résidus <sup>(a)</sup>	2,1	0	0	2,1
Travail du sol	7,2	7,0	9,8	<b>24,5</b>
Semis	<b>12,2</b>	<b>14,2</b>	<b>2,7</b>	3,2
Engrais	<b>59,4</b>	<b>55,8</b>	<b>42,9</b>	16,9
Herbicide	5,1	8,6	3,2	0
Fongicide	2,9	1,7	0	0
Insecticide	0,5	1,1	0,6	0
Irrigation	0	0	<b>37,3</b>	<b>41,4</b>
Récolte <sup>(b)</sup>	10,6	11,7	3,6	12,0

(a) Broyage et épareuse éventuelle.

(b) Récolte + stockage éventuel (voir tableau descriptif des systèmes en annexe 2).  
(cf. En savoir plus sur [www.set-revue.fr](http://www.set-revue.fr)).

### Énergie brute produite

L'énergie brute produite varie de 61 494 à 169 680 MJ/ha entre les systèmes étudiés. Le système n° 3, le plus productif, est aussi le plus consommateur d'énergie primaire non renouvelable.

### Impact climatique

La quantité de gaz à effet de serre émise par les quatre systèmes de culture varie de 0,9 à 2,5 t eqCO<sub>2</sub>/ha. À énergie primaire non renouvelable consommée proche, entre les systèmes n° 1, 2 et 4, c'est le système n° 4 qui émet le moins de gaz à effet de serre.

### Carbone fixé par les cultures

La quantité de carbone fixée dans la partie récoltée des plantes varie de 4,9 à 13,4 t eqCO<sub>2</sub>/ha. Elle suit exactement la variation des quantités de matière sèche produites. C'est le système n° 4 qui fixe le moins et le système n° 3 qui fixe le plus.

### Productivité de l'eau

La quantité de matière sèche supplémentaire obtenue sur les parcelles irriguées par m<sup>3</sup> d'eau d'irrigation consommée dans les systèmes n° 3 et 4 varie de 2,4 à 3. Elle est sensiblement plus faible dans le système

n° 4 car le rendement dans ce système est limité par le niveau de disponibilité de l'azote (raisons citées ci-dessus).

Les résultats de ces quatre systèmes de culture étudiés montrent que chaque système a ses atouts et ses faiblesses. Pour analyser les pratiques d'un producteur, il est important de bien connaître ses contraintes et les objectifs qu'il s'est fixé.

Il serait illusoire de penser que le système de culture parfait (impact social positif, impact nul sur l'environnement et marge nette élevée) existe. Seule l'adaptation au cas par cas est possible en hiérarchisant les priorités.

Il ressort, pour les trois premiers systèmes, que le poste engrais est celui dont l'impact énergétique (encadré ②) est le plus important (fabrication industrielle). Même dans le système n° 4, dans lequel l'usage d'engrais est très réduit, la part relative de ce poste engrais reste importante.

Dans les systèmes qui mettent en œuvre l'irrigation (n° 3 et 4), il apparaît aussi nettement que ce poste est plus impactant que les autres.

Dans le système n° 4, les interventions mécaniques multipliées ont un effet net sur l'impact énergétique.

On peut également observer que les herbicides ont un impact énergétique à l'hectare supérieur à celui des fongicides ou des insecticides.

Il vaut mieux ne pas conclure de la ligne récolte que les systèmes qui ne stockent pas (ex. : système n° 3) ont un impact énergétique plus faible. En effet, les systèmes n° 1, 2 et 3 stockent sur l'exploitation, au moins temporairement, tout ou partie de leur production tandis que le système n° 3 reporte sur une autre étape (collecteur) l'impact énergétique du séchage et du stockage.

Le tableau ③ indique la répartition des impacts énergétiques par culture. Encore une fois, il n'est pas question de comparer les cultures des différents systèmes les unes par rapport aux autres. Cette comparaison ne peut se faire qu'à l'intérieur d'un même système.

Cependant, on peut tout de même remarquer que les cultures qui reçoivent le moins d'engrais azotés (pois, féverole, tournesol) sont aussi celles qui, en valeur absolue, ont l'impact énergétique le plus faible. Il faut remarquer aussi que l'irrigation (soja, maïs) augmente l'impact énergétique d'une culture.

### En conclusion, il n'y a pas de système idéal !

Tous ces indicateurs sont indispensables pour décrire un système de culture et, de même que les facteurs de production, ils sont liés entre eux, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible d'en modifier un, en modifiant une pratique culturale, sans modifier également les autres. Par exemple, l'objectif de réduction de l'IFT supposerait de réduire l'usage des produits phytosanitaires, et, donc d'accepter :

- soit un enherbement plus important des cultures pouvant aller jusqu'à une réduction des rendements, donc des valeurs des indicateurs économiques modifiées ou peut-être une fertilisation azotée augmentée pour compenser, donc une balance azotée, un impact énergétique et un impact climatique et, éventuellement, une productivité de l'eau d'irrigation, détériorés ;
- soit une multiplication des passages mécaniques pendant l'interculture ou dans la culture, donc, là encore un impact énergétique et climatique détériorés, un temps de travail à l'hectare augmenté, une productivité des intrants diminuée, un taux de couverture du sol réduit.

Chacun de ces indicateurs dépend de plusieurs pratiques, mais aussi d'éléments extérieurs à l'exploitation comme le climat, qui va jouer directement sur le niveau des rendements et de la production végétale plus généralement. Ainsi, le climat va modifier les valeurs non seulement des indicateurs économiques mais même des indicateurs de pratiques comme la balance globale azotée, la production d'énergie brute ou la quantité de carbone fixée par les cultures. Mais d'autres éléments extérieurs peuvent modifier les valeurs observées ; par exemple, les prix de marché vont avoir un très fort impact sur les indicateurs économiques (voir les différences 2006-2007), y compris l'efficacité économique des intrants. Il n'est donc pas raisonnable de décrire un système de culture à partir des données relatives à une année seulement. Il faut pouvoir prendre en compte les résultats de plusieurs campagnes.

Enfin, le mode d'expression des indicateurs retenus est particulièrement important. Tous ces indicateurs sont exprimés à l'unité de surface (ha). Ils traduisent les impacts de la fonction d'occupation de l'espace. Les mêmes indicateurs, exprimés à l'unité de production (q, t MS...), auraient abouti à des conclusions complémentaires mais différentes. Ainsi, l'impact énergétique

### ③ Répartition de l'impact énergétique par culture (en MJ/ha)

Culture	Système n° 1	Système n° 2	Système n° 3	Système n° 4
Avoine		9 736		
Blé dur	15 301	14 992		
Blé tendre		10 957		9 043
Colza		14 219		
Féverole				6 388
Maïs			28 448	19 807
Orge hiver		6 463		
Pois	4 996			
Soja				13 590
Sorgho		11 942		
Tournesol	6 356	6 501		
Trèfle violet				1 823
<b>Moyenne/ha</b>	<b>10 489</b>	<b>10 687</b>	<b>28 448</b>	<b>10 469</b>

▶ d'un mégajoule d'énergie brute produit par le système n° 3 (monoculture de maïs) est du même niveau que celui d'un mégajoule d'énergie brute produit par le système n° 4 (système AB) !

Cette étude n'a pas pour finalité de mettre en avant un système au détriment des autres : il n'y a pas de système idéal sur l'ensemble des points abordés par les indicateurs... Pour l'agriculteur et son conseiller, ce type d'évaluation permet par contre d'entamer la réflexion, pour faire évoluer les systèmes de production. Pour chaque cas particulier, on peut en effet, à partir de ces indicateurs, imaginer des améliorations au sein de chaque exploitation, mais elles ne sont pas universelles.

Pour l'agriculteur, cet outil doit être considéré comme une véritable démarche de progrès, afin d'adopter des pratiques agricoles plus performantes, en utilisant notamment de façon plus durable les ressources de son environnement. On peut également imaginer que les éco-indicateurs deviendront un jour opposables au tiers, en cas de certification environnementale (écolabels, HVE ou haute valeur environnementale...) ou pour justifier de soutiens publics, dans le cadre de la conditionnalité des aides ou de mesures agro-environnementales.

L'évolution du prix du pétrole obligera à relativiser les performances d'une agriculture fortement consommatrice d'intrants. Le dérèglement climatique conduira à apprécier les rendements au travers des bilans de dioxyde de carbone. Les révisions qui s'annoncent amèneront aussi à considérer la nécessité de la conservation des sols, la préservation de la ressource en eau et le problème de l'érosion de la biodiversité... Nous devons dorénavant raisonner de façon plus globale et plus systémique, même si, culturellement, nous n'y avons que trop peu été préparés. Gageons que ce type de travaux, basés sur une évaluation multicritère au travers d'indicateurs, facilite cet apprentissage, afin que l'agriculture réponde à ces nouveaux défis. ■

### Les auteurs

#### Chloé Malaval

Arvalis-Institut du végétal,  
Station expérimentale,  
91720 Boigneville  
c.malaval@puy-de-dome.chambagri.fr

#### Lionel Jouy

Arvalis-Institut du végétal,  
Station expérimentale,  
91720 Boigneville  
l.jouy@arvalisinstitutduvegetal.fr

#### Philippe Desvignes

Arvalis-Institut du végétal,  
Station expérimentale,  
91720 Boigneville

#### Françoise Carpy-Goulard

École d'ingénieurs de Purpan,  
BP 57611,  
31076 Toulouse Cedex 3  
francoise.goulard@eau-adour-garonne.fr

#### Aline Dumont

École d'ingénieurs de Purpan,  
BP 57611,  
31076 Toulouse Cedex 3  
aline.dumont@purpan.fr

## QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- 📖 **BONNEVIAL, J.-R.** et al., 1989, *Approche globale de l'exploitation agricole. Comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole : une méthode pour la formation et le développement*, document INRAP, Dijon, 329 p.
- 📖 **CORPEN**, 2006, Des indicateurs Azote pour gérer des opérations de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire.
- 📖 **GIRARDIN, P.** et al., 2005, *Indicateurs et tableaux de bord : guide pratique pour l'évaluation environnementale*, Éditions Tec et Doc Lavoisier, 39 p.
- 📖 **GUILLAUMIN, A.**, 2005, *Formalisation de connaissances et de méthodes pour favoriser la multifonctionnalité de l'agriculture, rapport final du projet ACTA*, Institut de l'élevage, collection Résultats.
- 📖 **INSTITUT DE L'ÉLEVAGE**, 2006, Dixel, diagnostic environnemental de l'exploitation d'élevage, Méthode et Référentiel.

▶ Consulter l'ensemble des références sur le site de la revue [www.set-revue.fr](http://www.set-revue.fr)