



Systèmes de culture innovants Sdci

Préserver la qualité de l'eau en réduisant l'usage des pesticides

Exemple de système de culture innovant

Références Pays de la Loire 2009–2014 Essai de St Fort (53)

Les Chambres d'agriculture des Pays de la Loire, en collaboration avec Arvalis et le Cetiom, ont mené une expérimentation de 2009 à 2014 visant à construire et à évaluer un prototype de système de culture économe en produits phytosanitaires adapté aux conditions pédo-climatiques locales et représentatif des systèmes de polyculture-élevage des Pays de la Loire. Ce prototype, appelé Système de culture innovant ou Sdci, doit permettre, comparativement à un système de culture dit "raisonné", de :

- 1 réduire de moitié l'usage des produits phytosanitaires ;
- 2 dégager les mêmes résultats économiques ;
- 3 maintenir le temps de travail.

L'ambition du projet était d'évaluer sur 5 ans d'expérimentation au champ, un ensemble de pratiques agronomiques mises en œuvre sur une rotation.

Pour évaluer les performances du Sdci, un second système de culture "raisonné" a été testé sur le site ; il permet de disposer de références et de les comparer au besoin à celui du Sdci. Appelé **Iter**, ce système correspond à une conduite raisonnée des cultures à l'échelle de la rotation.

Les systèmes testés

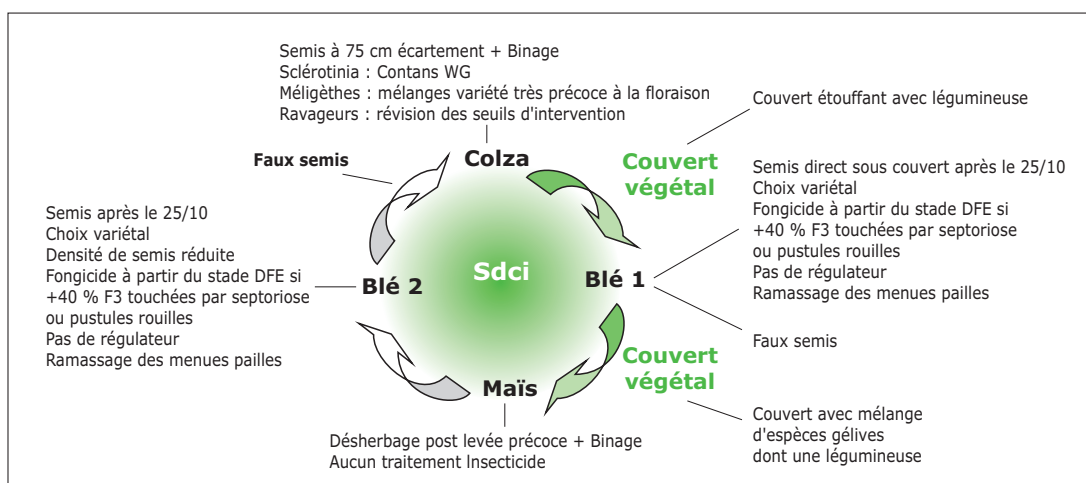
Prototype Sdci :

Pour les 2 systèmes de culture, les cultures présentes sont les mêmes : blé, colza et maïs ensilage. La rotation est de 4 ans. Les 2 blés sécurisent le revenu à l'échelle de la rotation et les pailles sont exportées. Le maïs fourrage est la seule culture de printemps et la seule fourragère de la rotation. Enfin, le colza permet de diversifier les familles cultivées et offre une possibilité de valoriser des matières organiques avant les périodes d'interdiction d'épandage.

Des cultures intermédiaires sont présentes en interculture longue, entre le premier blé (blé 1) et le maïs (représentatif des

pratiques en zone vulnérable), mais aussi en interculture courte (uniquement sur le Sdci), entre le colza et le blé 1 pour une couverture permanente du sol.

Caractéristiques du prototype Sdci



Caractéristiques agro-pédologiques et dispositif expérimental

Analyses chimiques 0-30 cm (20/10/2009)	Teneurs	Commentaires
MO	19.1‰	taux de matières organiques faible
CEC	6.5 meq/100g	
pH eau	5.93	pH un peu faible
CaO	1.36 g/kg	
Ca/CEC	75 %	taux de saturation en Ca satisfaisant
P ₂ O ₅ (Dyer)	0.16 ‰	sol correctement pourvu
K ₂ O	0.14 ‰	sol correctement pourvu
MgO	0.08 ‰	taux faible

L'essai a été implanté en août 2009 en Pays de la Loire, dans le sud du département de la Mayenne, sur la commune de St Fort.

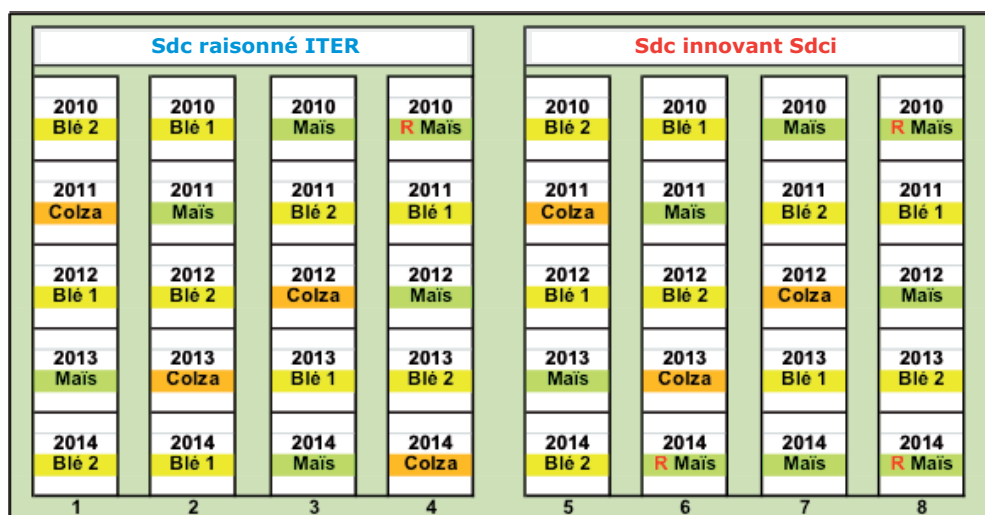
Le sol est un limon sableux sur schiste variant de 40 à 60 cm de profondeur. La réserve utile est de 60 à 90 mm. La parcelle est saine et partiellement drainée. Le potentiel de rendement est plus important pour les cultures d'hiver (75 q/ha en blé et 35 q/ha en colza). Pour les cultures de printemps, le potentiel est limité en raison de la réserve utile (10 t MS/ha en maïs ensilage). Le site n'est pas irrigué.

Les deux systèmes de culture ayant la même succession culturale, Sdci et Iter ont été implantés sur la même parcelle de façon contiguë. Le dispositif expérimental est de type bandes avec répé-

titions de mesures : 8 bandes au total mesurant chacune 0,12 ha (4 bandes Sdci et 4 bandes Iter). Toutes les bandes sont entourées par des bandes enherbées (mélange de fétuques) qui sont broyées plusieurs fois par an. Ce dispositif permet d'avoir toutes les cultures présentes chaque année sur la parcelle pour les deux systèmes de cultures. La rotation s'effectue ensuite sur chacune des bandes pour les 2 systèmes de cultures.

Afin de disposer de SdC complets et conformes à la rotation de départ, permettant la prise en compte d'effets cumulatifs, le choix a été fait de ne pas tenir compte de la première année d'essais : en 2010 les cultures récoltées étaient toutes précédées d'un blé. Au final, on s'intéresse à 4 années : 2011, 2012, 2013 et 2014.

De plus, les bandes sur lesquelles il y a eu mise en place d'une culture de remplacement (R=culture de remplacement) n'ont pas été prises en compte. Au final, on compare 4 bandes deux à deux : la bande 1 est comparée à la bande 5 et la bande 3 est comparée à la bande 7.



R=culture de remplacement

Principes de gestion du prototype Sdci

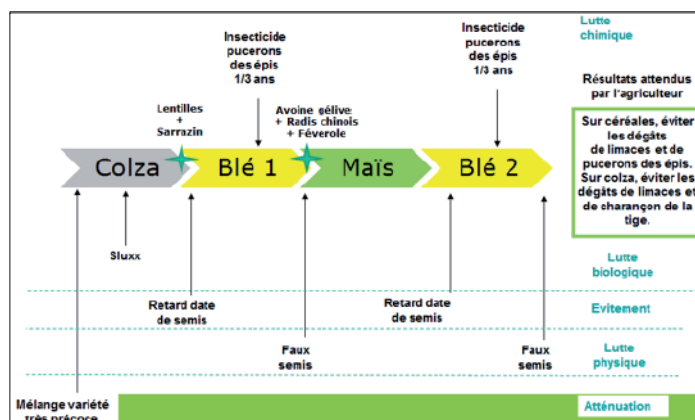
De façon globale, à l'échelle de la rotation, l'objectif est de privilégier les moyens de lutte préventifs afin de recourir le moins possible aux produits phytosanitaires.

Les techniques mises en place dans le système Sdci font appel à différents leviers agronomiques :

- Lutte physique : faux semis, binage, labour.
- Lutte biologique : produits de biocontrôle.
- Atténuation : réduction densités, export de paille et de menues paille, mélange de variétés.
- Evitement : décalage des dates de semis, SD sous couvert.

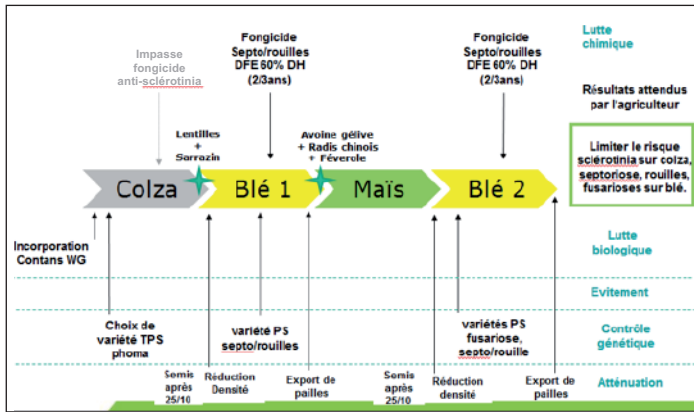
Trois axes principaux ont été étudiés à l'échelle de la rotation : la gestion des ravageurs, des maladies et des adventices.

Techniques agronomiques mises en œuvre dans le Sdci pour la gestion des ravageurs

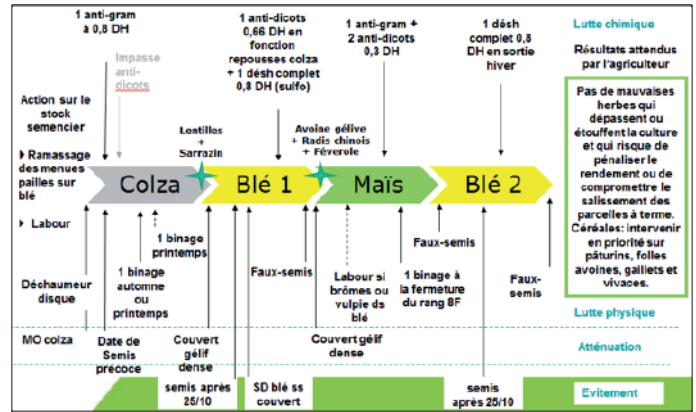




Techniques agronomiques mises en œuvre dans le Sdci pour la gestion des maladies



Techniques agronomiques mises en œuvre dans le Sdci pour la gestion des adventices



Evaluation des systèmes de culture

Pour faciliter la comparaison avec des systèmes existants, le rendement en maïs fourrage (obtenu par pesées géométriques) est converti en rendement grain (estimation par comptage) pour aboutir à une marge brute basée sur le prix du maïs grain. Pour les autres cultures (blé et colza), le rendement est mesuré par des récoltes "petites machines" avec 4 placettes récoltées par bandes, de façon à moyenner le résultat.

Pour évaluer le prototype Sdci, 3 catégories d'indicateurs ont été retenus. Ces indicateurs sont calculés pour chaque culture annuellement par le logiciel "Systerre" d'Arvalis.

> Indicateurs environnementaux

- IFT : indice de fréquence de traitement (dose employée/dose homologuée)
- QMA en g/ha
- consommation de carburant en l/ha.

> Indicateurs économiques

- marges brutes en €/ha (rendement réalisé – charges en intrants)⁽¹⁾
- marges semi-nette en €/ha (marges brutes – charges de mécanisation, sans la main d'œuvre).

> Indicateurs sociaux

- temps de travail en heure/ha⁽²⁾.

(1) Semences + produits phytosanitaires + engrais

(2) Temps de travail dans les champs hors temps d'observation

Résultats environnementaux du Sdci (Comparaison sur 4 ans, de 2011 à 2014)

> IFT Sdci

- baisse de 50 %/ITER (sachant que ITER est à moins 38 % de l'IFT référence grandes cultures régional*)
- baisse de 65 %/IFT personnalisé (moyenne des IFT de références par cultures)
- baisse de 69 % par rapport à l'IFT référence grandes cultures régional = 4,7*

*Source : agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/presentation_IFT.pdf

IFT H et HH obtenus sur les 2 systèmes de cultures (Comparaison sur 4 ans)

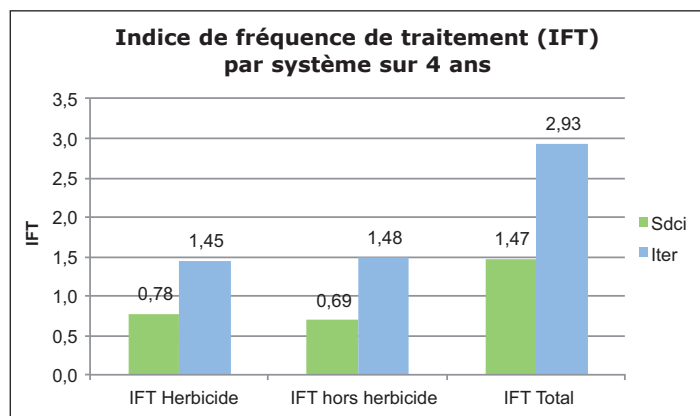
Indice de fréquence de traitement IFT (Herbicide, Hors Herbicides et total)															
Système	Colza			Blé 1			Maïs			Blé 2			Moyennes		
	H	HH	Total	H	HH	Total	H	HH	Total	H	HH	Total	H	HH	Total
Sdci	0,80	1,40	2,20	0,80	0,60	1,40	0,75	0	0,75	0,75	0,75	1,50	0,78	0,69	1,47
Iter	1,80	2,30	4,10	1,55	2,00	3,55	1,05	0	1,05	1,40	1,60	3,00	1,45	1,48	2,93





Dans les 2 systèmes, aucun régulateur et aucun glyphosate n'ont été utilisés durant la durée de l'essai.

Concernant l'IFT Herbicide, la réduction atteint - 46 % sur le Sdci comparé à Iter. La baisse est donc légèrement moins importante que pour l'IFT hors herbicides malgré le fait que la gestion du désherbage mobilise un grand nombre de techniques. Le salissement a néanmoins été plus difficile à gérer sur le Sdci, engendrant des pertes de productivité sur le blé et le colza 3 ans sur 4.



➤ QMA Sdci

- baisse de 72 % / ITER, soit 990 g/ha en moins à l'échelle du système

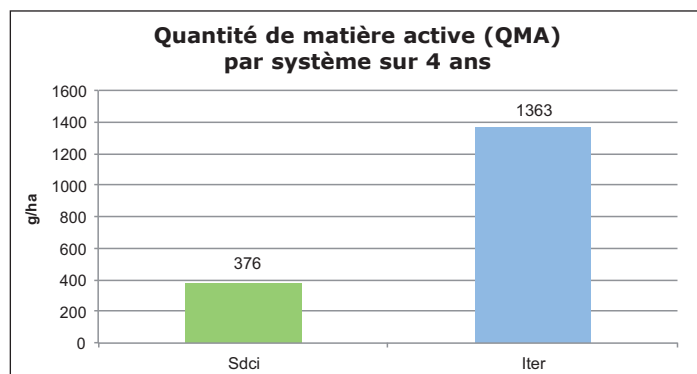
Quantité de matières actives (QMA) en g/ha					
Système	Colza	Blé 1	Maïs	Blé 2	Système
Sdci	425	236	127	719	376
Iter	1633	1916	148	1756	1363

Colza Sdci / colza Iter : baisse de 74 % due à l'absence de désherbage anti-dicots sur le colza Sdci.

Blé 1 Sdci / blé 1 Iter : baisse de 87 %. Blé 2 Sdci / blé 2 Iter : baisse de 59 %. Cette variation entre les 2 blés Sdci est due aux différences importantes dans la gestion

du désherbage (désherbage automne/ désherbage ciblé sortie hiver).

Maïs Sdci / maïs Iter : baisse de 74 % liée à la substitution du 2^e herbicide par un binage sur le Sdci.



➤ Consommation de carburant Sdci

- Augmentation de 10 % / ITER soit 8,1 l/ha en plus à l'échelle du système

De façon globale, à l'échelle du système, les techniques mobilisées dans le prototype Sdci impliquent plus de passage d'outils sur la parcelle. La consommation en carburant augmente de 10 % sur le Sdci par rapport au système Iter.

Consommation de carburant en l/ha					
Système	Colza	Blé 1	Maïs	Blé 2	Moyenne SdC
Sdci	89,9	52,2	151,6	52,4	86,5
Iter	73,9	51,1	133,4	55,3	78,4

C'est sur le colza et le maïs que l'augmentation est la plus marquée (+15 % en moyenne sur ces 2 cultures). Sur colza, c'est la pratique du binage qui est en cause. Pour le maïs Sdci, la consommation importante de carburant est liée aux 2 labours qui ont eu lieu en 2012 et 2013, ainsi qu'au binage. Ces labours ont été mis en place pour gérer l'enherbement de la parcelle.

Résultats technico-économiques et sociaux du Sdci

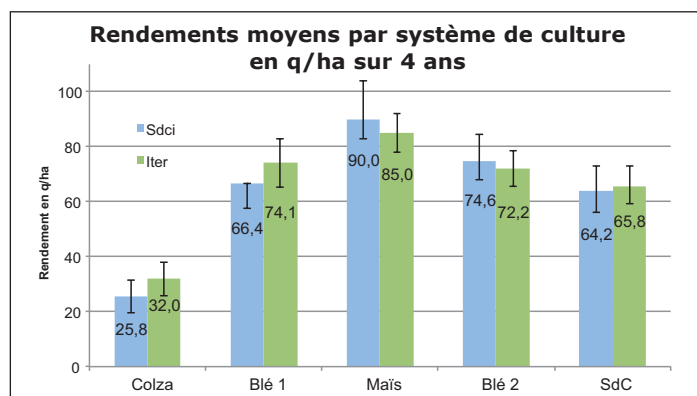
Comparaison sur 4 ans, de 2011 à 2014

➤ Rendements bruts Sdci

- Baisse de 2 % / ITER

À l'échelle du système de culture, au regard des rendements moyens obtenus, on constate une baisse de 2 % des rendements sur le Sdci par rapport à Iter.

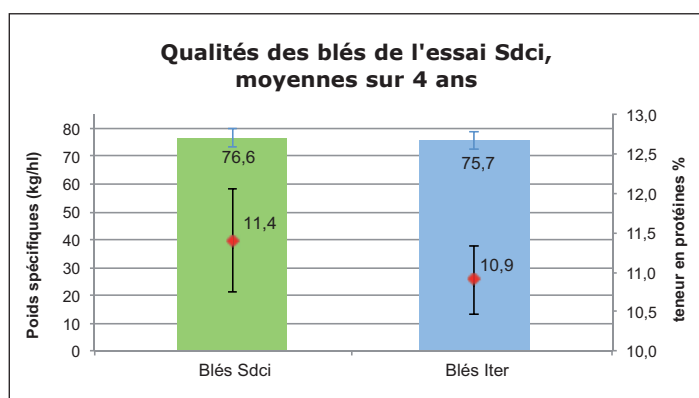
Néanmoins, au vu des écart-types, on ne peut pas dire que les rendements soient différents entre les 2 systèmes de cultures.





> Qualité des blés

En moyenne, sur les 4 années d'essais, la qualité des blés récoltés dans le prototype Sdci est satisfaisante. Les PS sont légèrement supérieurs à 76 kg/hl et le taux de protéines est aussi légèrement supérieur à 11 %. Pour le système Iter, les valeurs sont légèrement inférieures aux seuils de qualités (teneur en protéines = 11 % et PS = 76 kg/hl).



Les variations entre les 2 systèmes sont dues aux différences de variétés utilisées et aux écarts de rendements réalisés entre les blés Sdci et les blés Iter (effet dilution sur la protéine).



> Charges de mécanisation

- Hausse de 2 %/ITER soit 7 €/ha

Charges de mécanisation en €/ha					
Système	Colza	Blé 1	Maïs	Blé 2	Moyenne SdC
Sdci	327	247	599	233	351
Iter	314	264	553	245	344

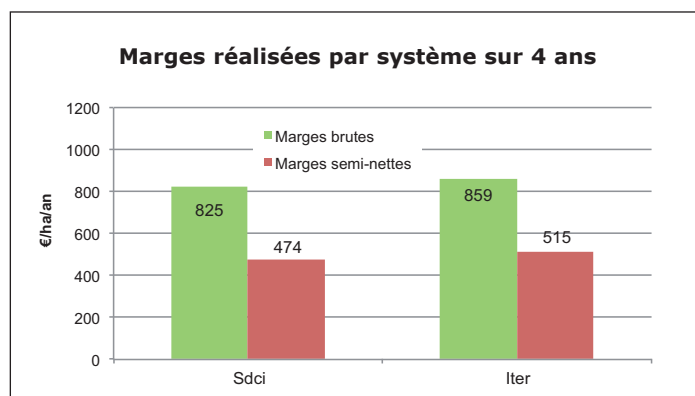
Pour les 2 systèmes, c'est le maïs qui engendre les charges de mécanisation les plus importantes. La différence entre les 2 maïs est liée au labour réalisé 2 années sur 3 sur le Sdci ainsi que la pratique du binage activée durant les 3 campagnes 2011, 2012 et 2013.

Pour le blé 1 Sdci, implanté en semis direct sous couvert, le coût d'implantation du couvert avant le semis est intégré dans les charges, ce qui explique une légère augmentation des charges de mécanisation par rapport aux blés semés classiquement.

> Marge brute et semi-nette

- Marges brutes : baisse de 4 %/ITER, soit moins 34 €/ha
- Marges nettes : baisse de 8 %/ITER, soit moins 41 €/ha

Afin de lisser les variations annuelles de prix de vente des céréales et du colza, des prix moyens ont été déterminés : 140 €/t pour le maïs grain sec, 170 €/t pour le blé et 350 €/t pour le colza (Source Mes Marchés).



> Temps de travail

- Hausse de 16 %/ITER, soit 0,9 h/ha en plus

Ce temps de travail ne tient pas compte du temps d'observations (très important sur le Sdci), ni du temps de "préparation" des interventions (remplissage du pulvérisateur, réglage des semoirs et de la bineuse, temps de chargements des épandeurs, etc.).

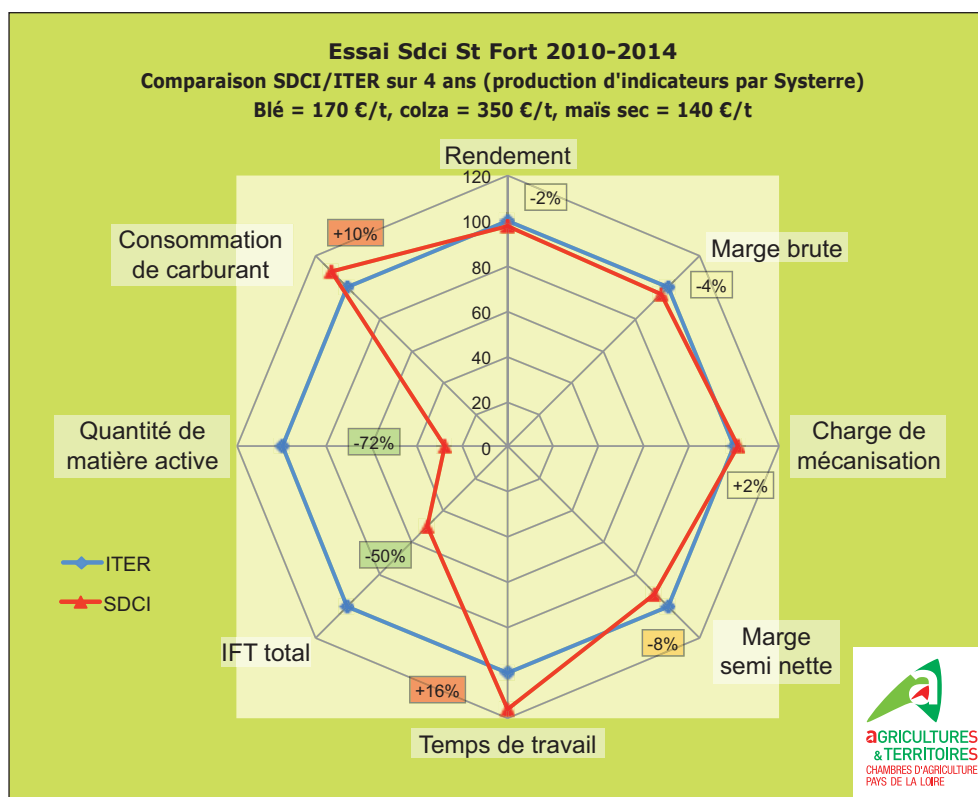
Temps de travail en heures/ha					
Système	Colza	Blé 1	Maïs	Blé 2	Moyenne SdC
Sdci	7,1	4,0	11,4	3,1	6,4
Iter	5,6	3,4	9,6	3,4	5,5

Le labour du maïs, le binage du colza et du maïs ainsi que l'implantation d'un couvert après colza, sont les éléments d'explications du surcroît de temps de travail.

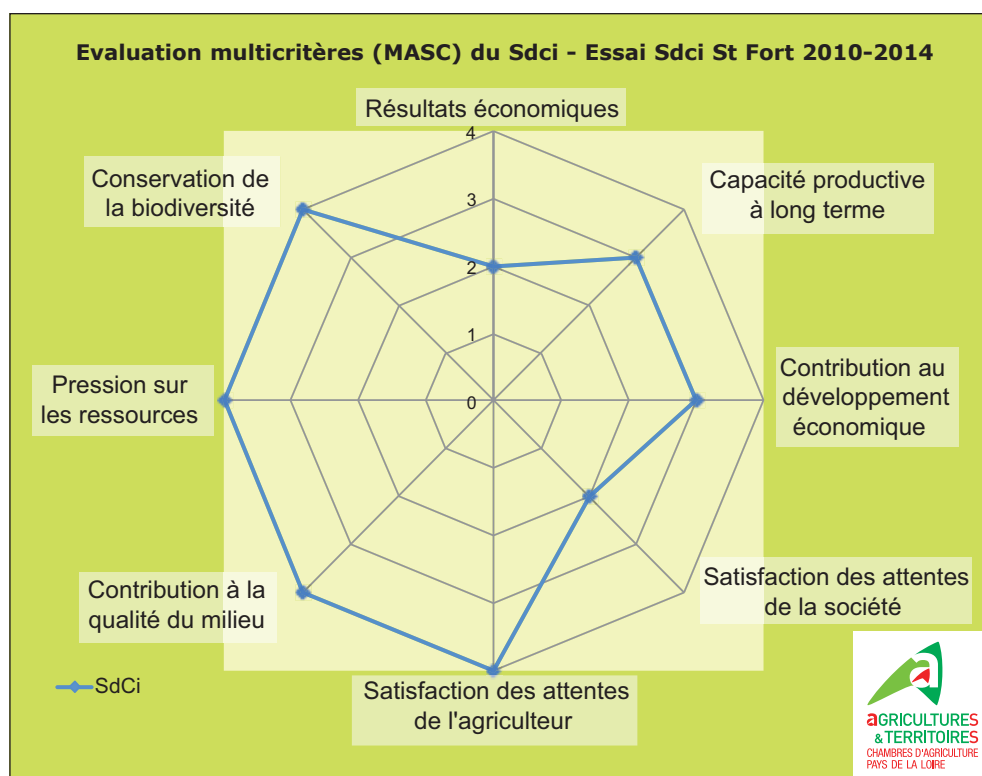


Bilan de l'essai Sdci

Les résultats du prototype Sdci pour les différents indicateurs sont présentés (en rouge) en comparaison aux indicateurs obtenus dans Iter (en bleu).



Résultats de l'évaluation multicritères MASC du Sdci et conclusions de l'essai



En complément des chiffres analysés précédemment, une évaluation multicritères a été réalisée sur le Sdci en utilisant l'outil MASC développé par l'INRA.

Les outils d'évaluation multicritères permettent de décomposer un concept global, comme la durabilité, en questions simples auxquelles il est possible de répondre. En agrégeant les résultats entre eux, un niveau global de la durabilité du Sdci est donné sous la forme de notes. Plus la note tend vers 4, meilleur est le résultat vis-à-vis du critère.

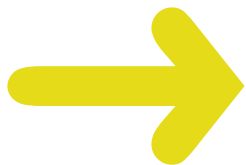


Atouts du prototype Sdci

Le prototype testé possède des atouts en particulier au niveau de la durabilité environnementale (5/5), avec :

- *Une moindre dépendance aux produits phytosanitaires,*
- *Un impact sur la préservation de la qualité de l'air et de l'eau.*

La durabilité sociale (4/5) du prototype est également très bonne, notamment au niveau de la diminution des risques pour la santé, de l'absence de pic de travail et de la simplicité des itinéraires déployés. Le prototype est utilisable en l'état et très facilement par les agriculteurs. Son appropriation est aisée.



Axes d'amélioration

Le prototype Sdci doit être amélioré au niveau de la durabilité économique (3/5), même si sa capacité productive à long terme et sa contribution au développement économique sont encourageantes. La dépendance au carburant du prototype est un point à retravailler, notamment en lien avec le changement climatique et les fluctuations des prix du pétrole. En l'absence d'un changement profond de la rotation, le prototype imaginé s'est montré peu robuste vis-à-vis des adventices.

Le raisonnement à l'échelle du système d'exploitation, l'allongement et la diversification de la rotation ainsi que l'adoption d'un raisonnement en rupture totale avec l'existant sont des pistes d'amélioration à envisager pour améliorer le prototype testé et lui permettre de contribuer au développement de cultures multi-performantes.

La formation des acteurs de la recherche et du développement sera en outre indispensable pour accompagner ce changement de paradigme dans lequel l'agriculture évolue.

Enfin, n'oublions pas qu'en 2008, lors de sa genèse, ce projet était une réelle rupture dans un paysage agricole marqué par la chimie.





Glossaire

- **DH** : dose homologuée
- **IFT H et HH** : Indice de Fréquence de Traitement Herbicides et Hors Herbicides.
- **MASC** : L'outil MASC (Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems) est un modèle permettant d'évaluer la contribution au développement durable d'un système de culture.
- **MO** : matières organiques
- **QMA** : quantité de matières actives en g/ha
- **SD** : semis direct
- **SdC** : système de culture. Un système de culture se définit d'une part par la nature des cultures et leur ordre de succession et, d'autre part, par les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures.
- **Système raisonné** : logique de conduite de système qui vise à raisonner au maximum l'utilisation des intrants selon des règles de décision, ou à l'appui d'outils d'aide à la décision, sans pour autant changer la conduite du système.

Nos partenaires

ARVALIS
Institut du végétal

CETIOM
Centre technique interprofessionnel
des Oléagineux Métropolitains

Réseau Mixte Technologique
Systèmes de
Culture Innovants



Région
PAYS
de la
LOIRE

ONEMA
Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

FranceAgriMer

ÉCOPHYTO
DEPHY
Réseau de Démonstration,
Expérimentation et Production
de références sur les systèmes
économes en pesticides

Acteurs : Anne-Monique BODILIS, Hervé FRANCOIS, Marc GENDRY, Fabien GUERIN, Emmanuel MEROT, Delphine MOLENAT, Innocent PAMBOU, Benjamin POINTEREAU, Jean RAIMBAULT, Thierry RATTIER, Florence SCHLAGETER.

AGRICULTURES
& **TERRITOIRES**
CHAMBRES D'AGRICULTURE
PAYS DE LA LOIRE