

# PROJET REGIONAL

## SYSTEMES DE CULTURE INNOVANTS (SDCI)



Janvier 2016

### SYNTHESE LIMONS

↳ SDCI CHENEVELLES

↳ SDCI ARCHIGNY



## DEUX NIVEAUX D'ANALYSES

➤ Niveau I : Les SdCi limitent-ils l'usage et les transferts d'azote minéral et de produits phytosanitaires vers l'eau ?

⇒ Indicateurs "Economie d'intrants"

- Produits phytosanitaires : IFT, QSA
- Azote : Quantité d'N utilisée, EQUIF
- 

⇒ Indicateurs "Qualité de l'eau"

- Risque de transfert
- Quantité d'N lixivié, concentration en  $\text{NO}_3^-$  dans l'eau percolée

➤ Niveau II : Les SdCi, tout en vérifiant le niveau I d'analyse, répondent-ils à tous les enjeux de la durabilité ?

⇒ Indicateurs "Productivité"

- Rendement
- Qualité des produits récoltés

⇒ Indicateurs "Agronomie"

- Maîtrise des bio-agresseurs
- Analyse de sol

⇒ Indicateurs "Economie"

- Produit brut
- Charges opérationnelles
- Marge brute
- Coûts de mécanisation
- Marge semi-nette

⇒ Indicateurs "Social"

- Temps de travail
- Nombre de passages
- Toxicité des produits phytosanitaires

⇒ Indicateurs "Energie/Environnement"

- Consommation de carburant
- Efficacité énergétique
- Emissions GES

## DONNEES ECONOMIQUES UTILISEES POUR L'EVALUATION

L'évaluation des SdCi a été réalisée en 2015.

Les données économiques utilisées dans les calculs sont les suivantes :

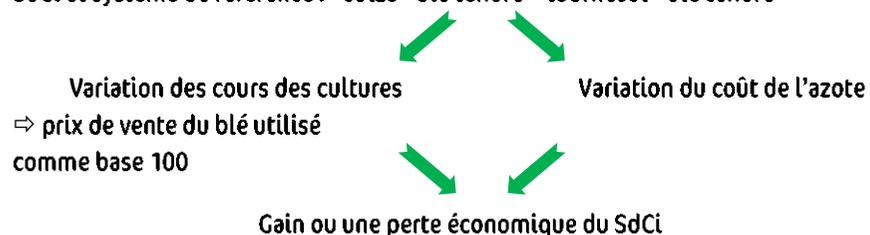
Coûts Engrais Minéral (€/q)	Ammonitrate 33,5 %	29
	Ammonitrate 27 %	27
	Chlorure de Potassium	37
	Nitror S	28
	Solution azotée 39%	23
	Superphosphate 18%	17
Prix de ventes cultures (€/t)	Superphosphate 45%	29
	Urée 46%	30
	Blé dur	240
	Blé tendre	170
	Colza	370
	Lin	480
	Maïs	170
	Orge hiver	160
	Pois	210
	Tournesol	360

Ces données représentent une moyenne des prix observés sur l'ensemble de la durée du projet : 2008 ⇒ 2015.



## POUR ALLER PLUS LOIN ... LES SdCi SONT-ILS ROBUSTES FACE A DES FLUCTUATIONS DES COURS DES CULTURES ET DU COUT DE L'AZOTE ?

Evaluation du comportement économique par différence de marge semi-nette entre SdCi et système de référence : "colza - blé tendre - tournesol - blé tendre"



Produit Brut (moyen à l'échelle du SdC)		Charges opérationnelles (moyenne à l'échelle du SdC)	Charges de mécanisation (moyenne à l'échelle du SdC)
Culture 1 (Rendement x Indice)	Culture 2 (Rendement x Indice)		
...	...	(Quantité N minéral x Coût/u N + Ch. Engrais* + Ch. Semences + Ch. Phytos) * Charges Engrais : N organique, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O	- Coûts de mécanisation
Culture n (Rendement x Indice)			

x Prix de vente (Blé)

Variation du coût de l'unité d'azote (€/u N) : 0,5 - 1,5 (intervalles 0,1)

	Moyenne px de vente (2008-2014)	Moyenne indice Base 100 : blé (2008-2014)
Colza hiver	370	2,15
Blé tendre hiver	170	1
Maïs grain	170	1
Blé dur hiver	240	1,35
Orge hiver	160	0,9
Tournesol	360	2,1
Pois printemps	210	1,2

Variation du prix de vente du Blé Tendre d'hiver (€/t) : 100 - 240 (intervalles 10)

Rendements retenus pour la rotation de référence		
Système C-B-T-B	Rendement Contexte Niort/Loire sur Nie (t/ha)	Rendement Contexte Olron (t/ha)
Colza	3,5	2,8
Blé tendre derrière colza	8,1	6,5
Tournesol	2,4	1,9
Blé Tendre derrière Tournesol	7,1	5,5

Equation globale de calcul de la robustesse :

$$\frac{1}{n}(\text{Produit Brut} - \text{Charges opérationnelles} - \text{Charges de mécanisations})$$

Nombre de cultures dans la rotations du Sdci

$$\frac{1}{n}(\text{Produit Brut} - \text{Charges opérationnelles} - \text{Charges de mécanisations})$$

Nombre de cultures dans la rotations dans le système de référence

## L'OBSERVATOIRE REGIONAL POUR COMPARER LES RESULTATS

En parallèle aux tests des SdCi, un Observatoire des Systèmes de Culture a été créé pour obtenir des références régionales sur des SdC "locaux dominants" en Poitou-Charentes.

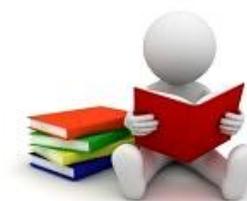
Ces références, enregistrées via l'outil Systemre, sont issues d'une collaboration de conseillers agricoles de différentes structures (chambres d'agriculture, coopératives, négoce).

L'évaluation de ces systèmes permet d'élaborer des références locales qui serviront ensuite de juger les performances des systèmes innovants testés.

La sélection des systèmes "locaux dominants" sur limons a permis de retenir deux systèmes de références :

- ⇒ Colza - Blé - Tournesol - Blé (19 références disponibles : n=19)
- ⇒ Colza - Blé (4 références disponibles : n=4)

Bibliographie: Papin F. 2013. Développement et pérennisation d'un observatoire régional de systèmes de culture en région Poitou-Charentes. Mémoire de fin d'étude, ESA Angers, 81p.



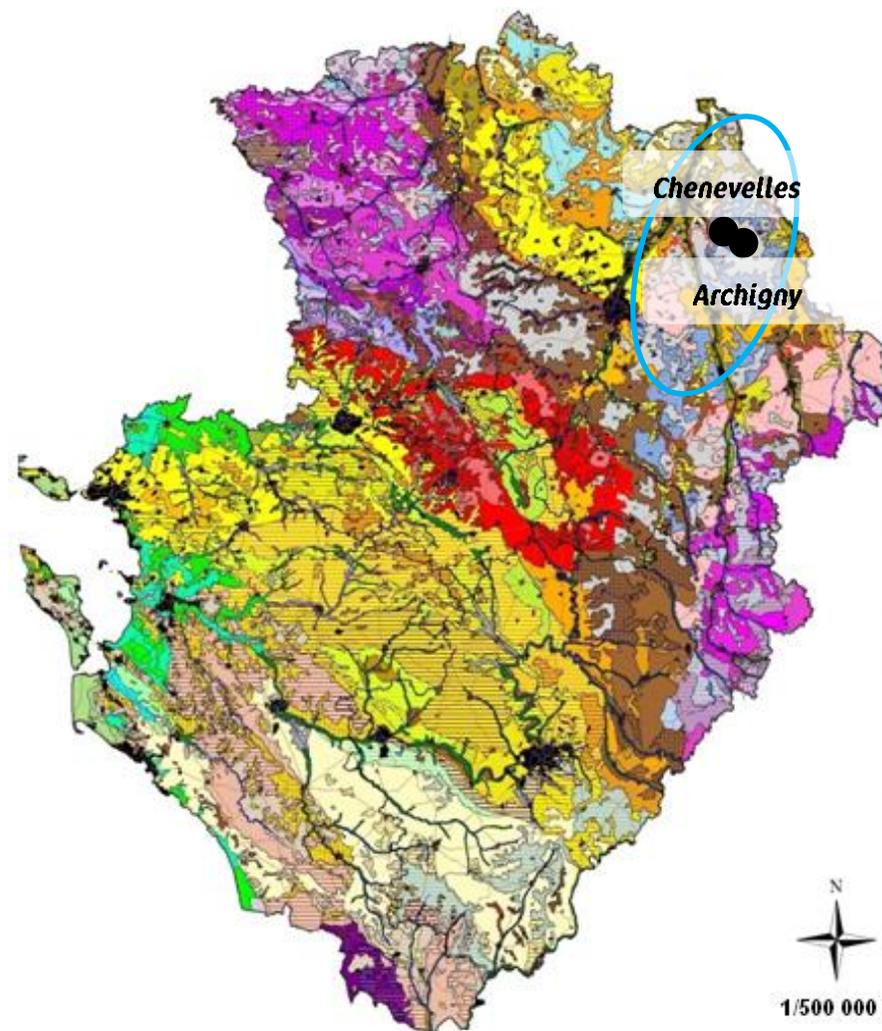
## L'ESSAI DE CHENEVELLES ET D'ARCHIGNY

### ➤ Caractéristiques pédologiques des essais :

Localisation	Roche mère	Couleur	Texture de surface	Profondeur
Plateaux	Silex et argile	Brun clair	Limoneuse	100 cm

### Analyse physico-chimique (0-30 cm)

Caractères	Valeurs
Argile	18 %
Limons	65 %
Sables	17 %
MO	1,7 - 2 %
pH	7,5
RU	125 mm
Calcaire total	10 g/kg



IGCS.CRA Poitou-Charentes. 2013

### ➤ Caractéristiques climatiques

Campagnes	Précipitations (Septembre-Août)	Moyenne 6 ans	Médiane 25 ans
2008-2009	590 mm	740 mm	700 mm
2009-2010	690 mm		
2010-2011	630 mm		
2011-2012	650 mm		
2012-2013	940 mm		
2013-2014	925 mm		

Le SdCi de Archigny a été conduit sur 1 parcelle. Il n'y a donc pas de répétition et la possibilité de s'affranchir réellement des conditions climatiques dues à une année particulière.

## Rotations testées

Le schéma global représentant la rotation permet d'avoir une vision sur les cultures mises en place ainsi que les grandes stratégies adoptées pour la gestion des cultures et l'interculture.



Les rotations initiales étant les suivantes :



## Schémas décisionnels



Pourquoi je fais ?

Comment je décide ?

Voilà les deux questions auxquelles va répondre le schéma décisionnel.

Les interventions sont justifiées par des règles de décisions regroupées dans des schémas décisionnels caractérisant une stratégie spécifique :

- maîtrise des adventices
- maîtrise des maladies/ravageurs
- alimentation en azote, phosphore, potassium et soufre.

Chaque intervention est soit systématique (trait plein) soit non systématique (trait pointillé). Des règles de décisions précisent les conditions d'interventions.

Ces schémas permettent d'avoir une vision des combinaisons sur le court et le long terme. Ils sont construits autour des objectifs et des attentes de l'agriculteur et chaque règle de décisions est classée en fonction de son mode d'action.

## Système de culture pratiqué

Comment j'ai fait ?

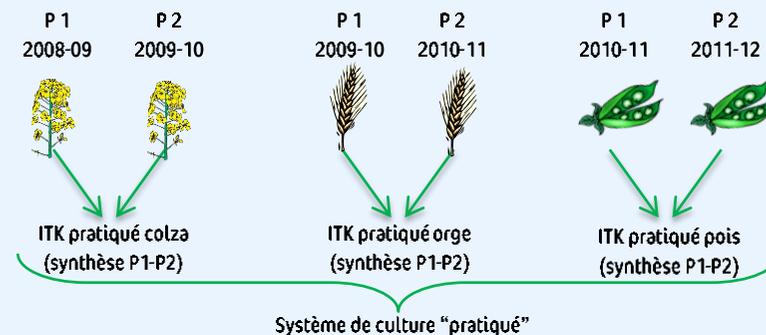
Le SdC dit "pratiqué" permet de synthétiser les pratiques réalisées sur les parcelles de l'expérimentation. La notion de fréquence est appliquée pour les interventions non systématiques.

Il constitue la traduction technique du schéma décisionnel. C'est-à-dire que derrière chaque intervention, le système de culture pratiqué indique un produit phytosanitaire utilisé, un outil, etc.

C'est à partir de ce système que l'évaluation a été réalisée.

### Exemple

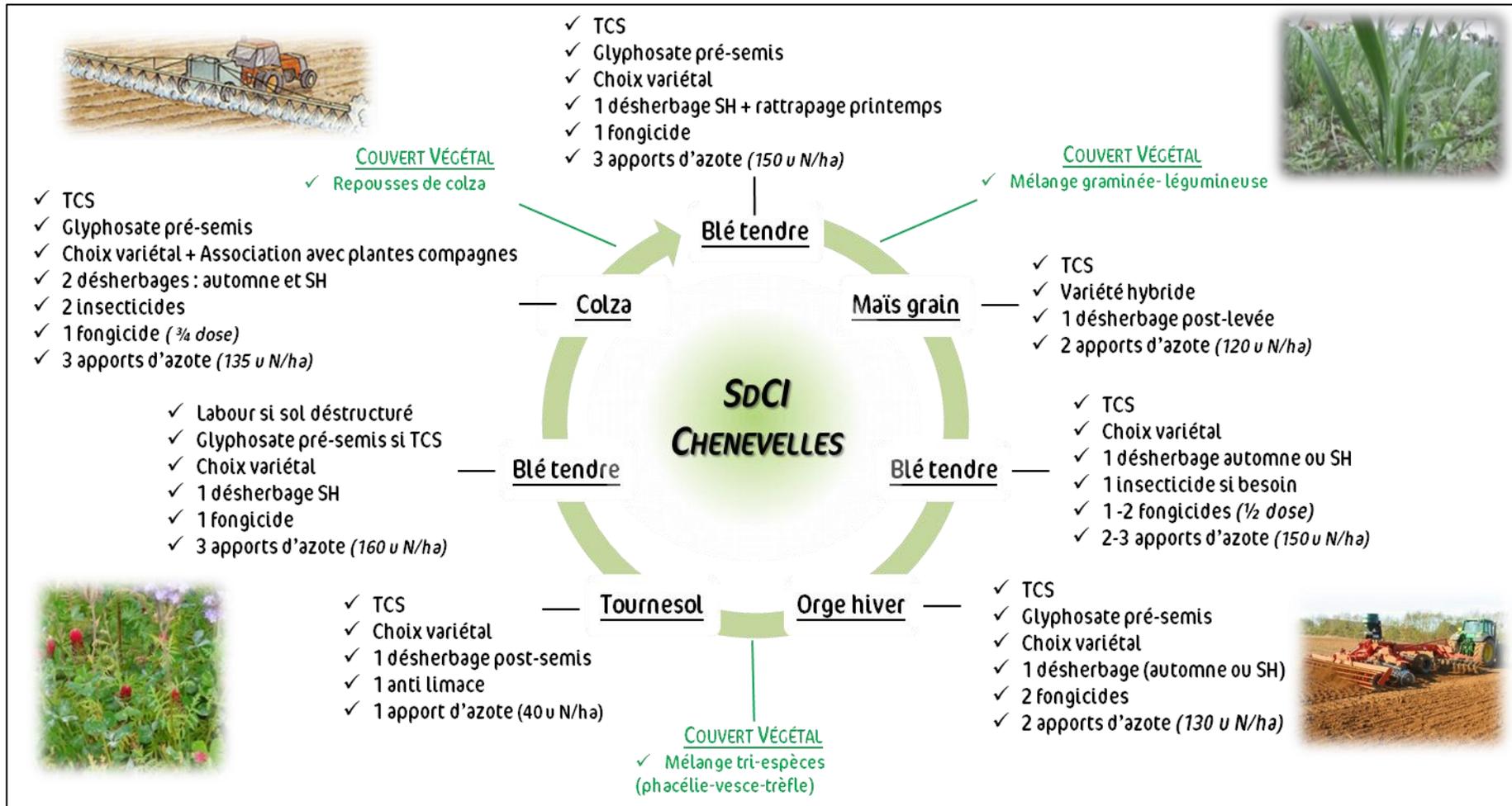
ITK réalisés



Exemple de représentation d'un système de culture pratiqué

Itinéraire technique	Culture	
	Orge	Pois de printemps
Interculture précédente		1x/10 : pas de CI si avoine à chapelet et chardons -Déchaumage à disques 15/07 - Glypho (2.8L/ha) 15/09 (destruction des chardons stade bouton) -Déchaumage à disques (12/10) -Glypho (3L/ha) 10/12 (destruction de l'avoine à chapelet) 9x/10 : Implantation d'un couvert -Déchaumage à disques 15/07 -Semis 25/08 (Semoir-déchaumeur TCS Cokerling) Moutarde 10kg/ha Broyage 05/12 (rdt : 2 t MS/ha)
Travail du sol	-Déchaumage à dents 01/08 -Déchaumage à disques 01/09 -Déchaumage à dents 01/10 -Roulage pour niveller(1/2) 26/10	1x/10 : cf interculture 9x/10 : -Labour 20 cm 15/12 -Reprise de labour/vibroflex 01/02 -Roulage 10/02
Semis et variété	-Semis 28/10 (HR+Semoir à sabots) Variété Laverda 80,5 kg/ha / Traitement de semence : Gauch -Roulage pour appuyer le sol sur la grain(1/2) 29/10	-Semis 15/02 semoir TCS Cokerling 110g/m <sup>2</sup> soit 245kg/ha Variété : Rocket 260 kg/ha (115 gr/m <sup>2</sup> )

# Essai de Chenevelles : rotation testée



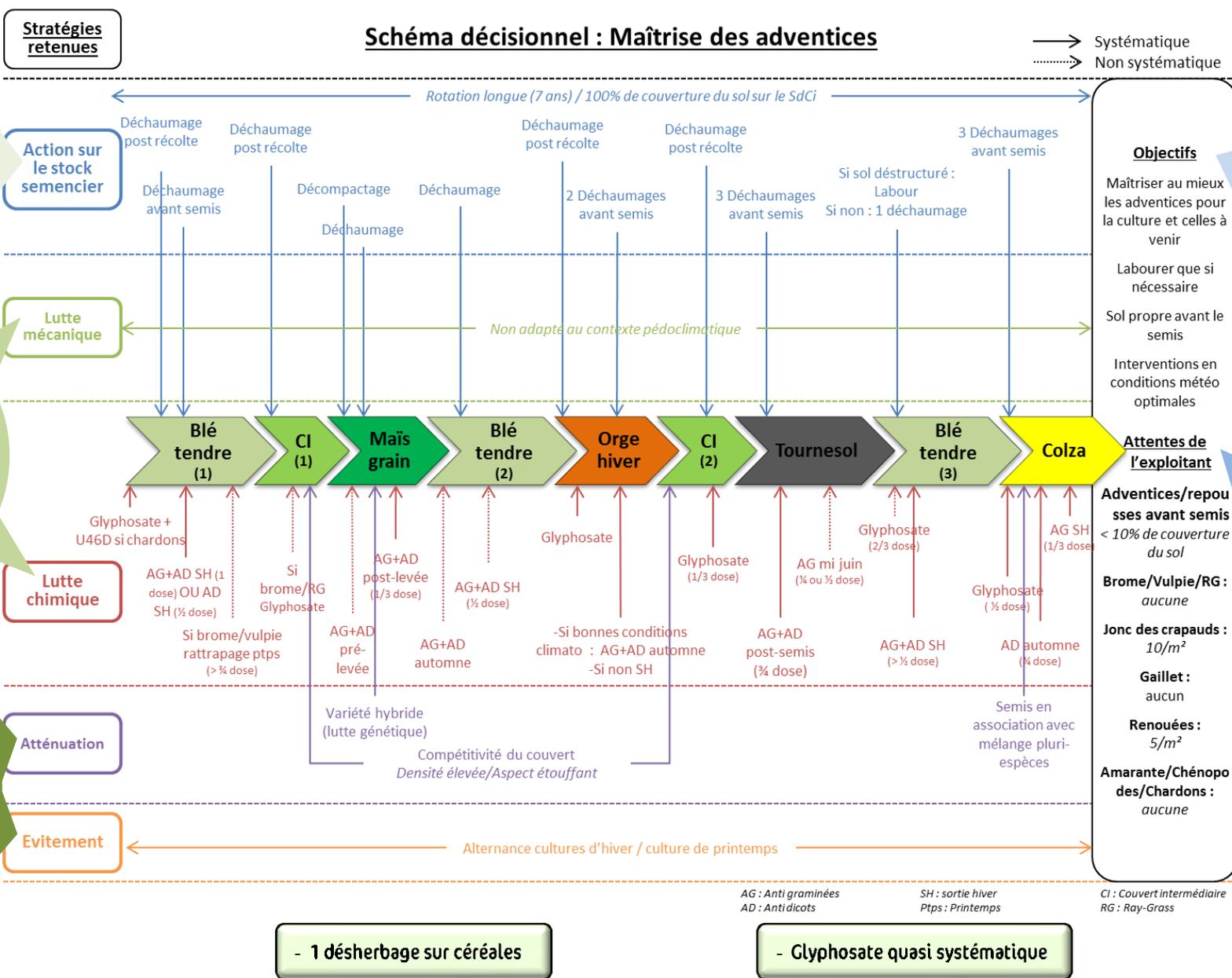
- 1 labour sur 7 ans

- Glyphosate pré-semis quasi systématique

- Couvert en mélange avec légumineuse(s)

- Colza associé avec des plantes compagnes (féverole/vesce/trèfle)

# Essai de Chenevelles : schémas décisionnels



Concerne principalement les actions mécaniques de travail du sol qui auront un effet sur le stock de graines dans le sol

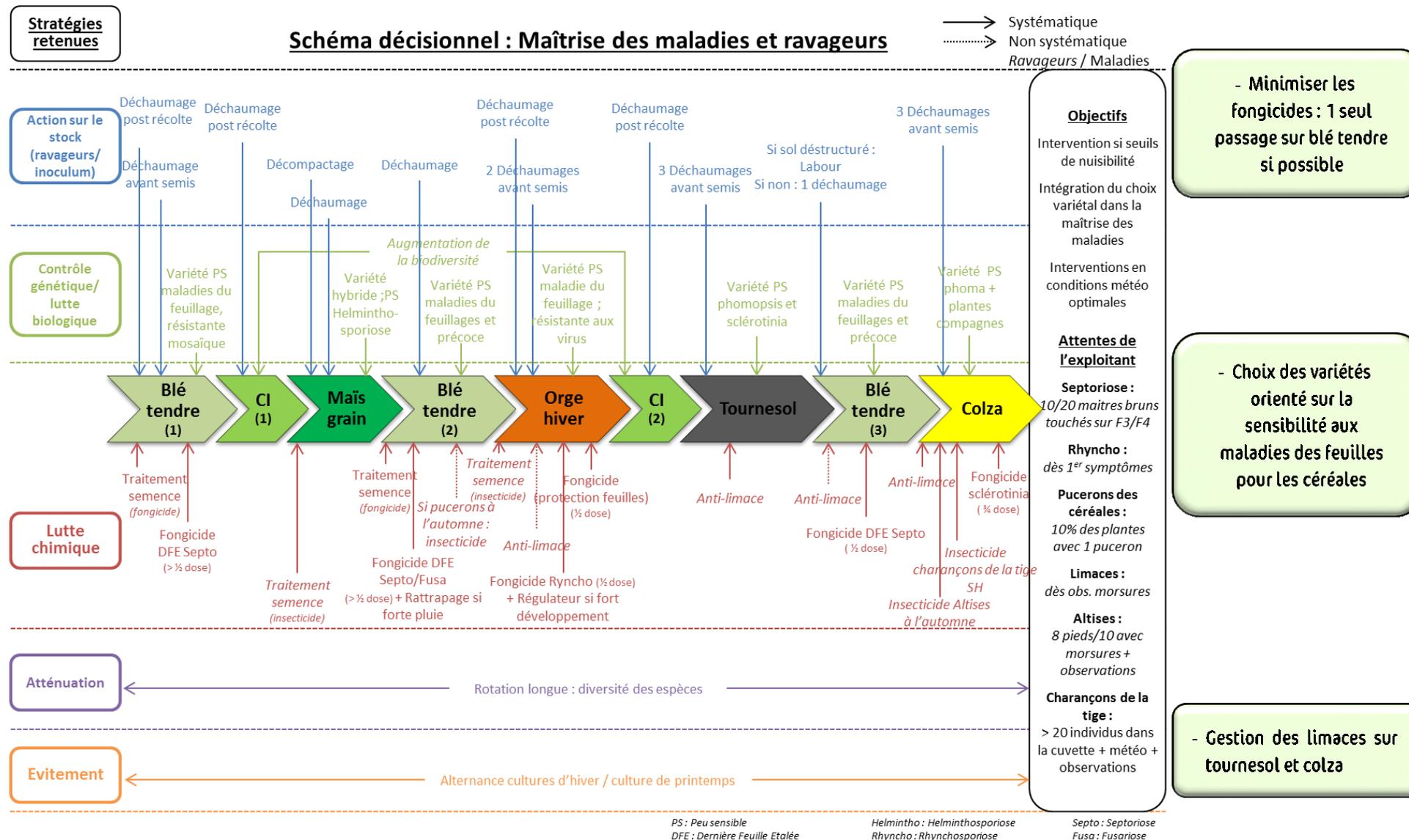
Stratégies mécaniques et chimiques de désherbage : cible visée et dose appliquée

Quelles sont les stratégies/opérations culturales qui peuvent avoir un effet sur une meilleure maîtrise des adventices voire d'éviter leur développement

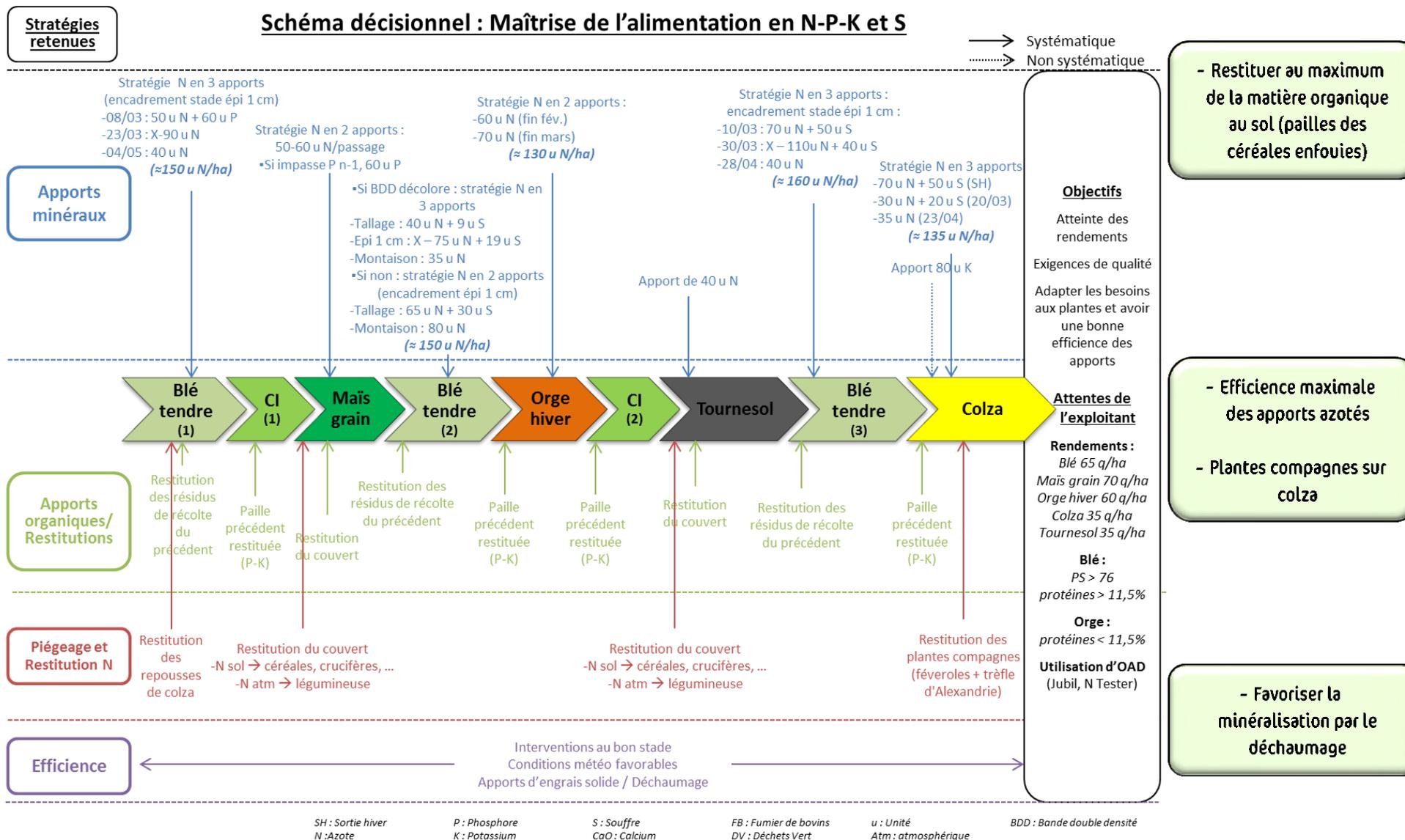
Les objectifs en terme de maîtrise des adventices sont cités ici. Ce sont bien les objectifs de l'exploitant et non pas ceux du projet.

Les attentes en fonction des objectifs ci-dessus sont quantifiées. Il est important de pousser la réflexion de l'agriculteur pour obtenir les seuils afin de comprendre la mise en place des règles de décisions

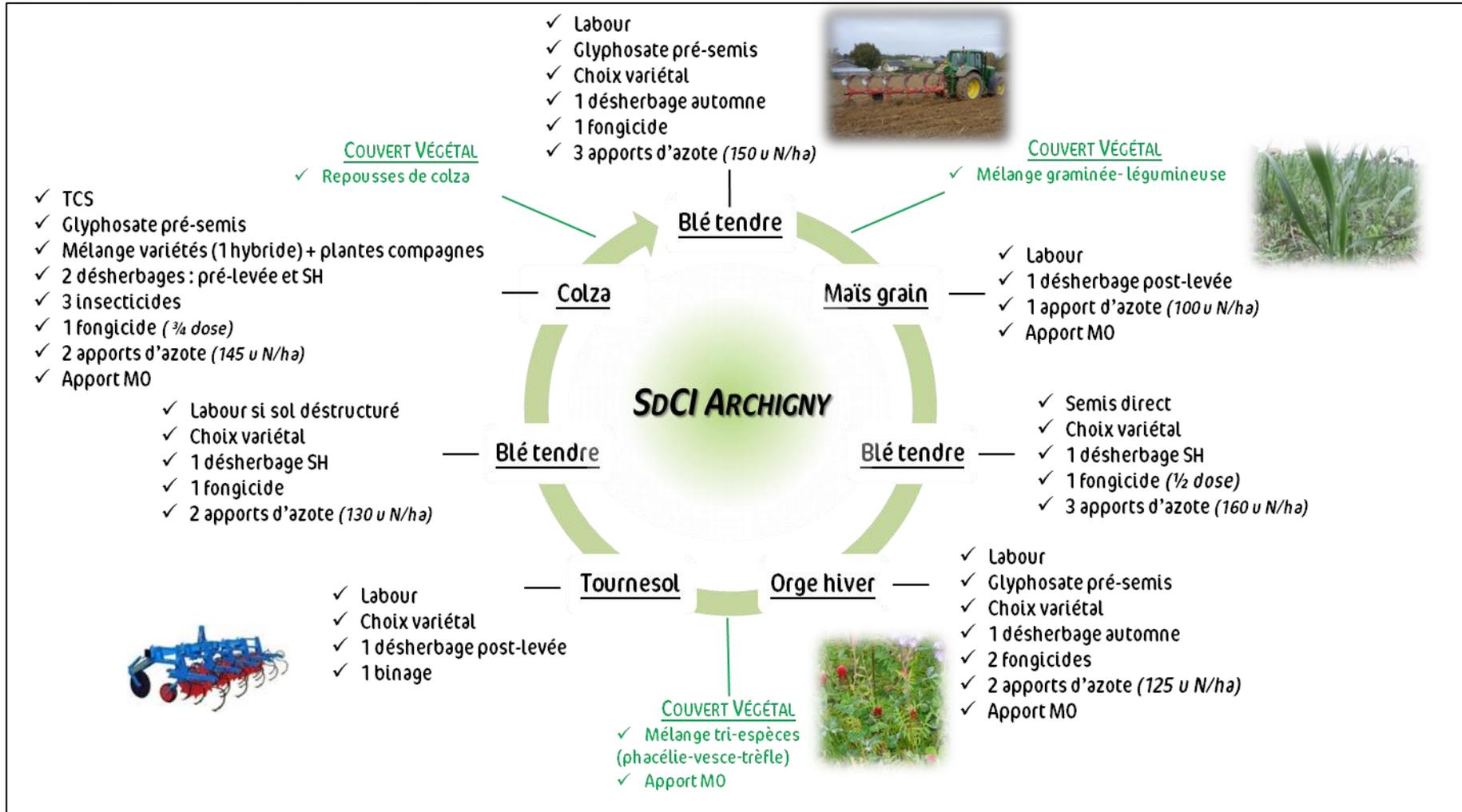
# Essai de Chenevelles : schémas décisionnels



# Essai de Chenevelles : schémas décisionnels



# Essai d'Archigny : rotation testée

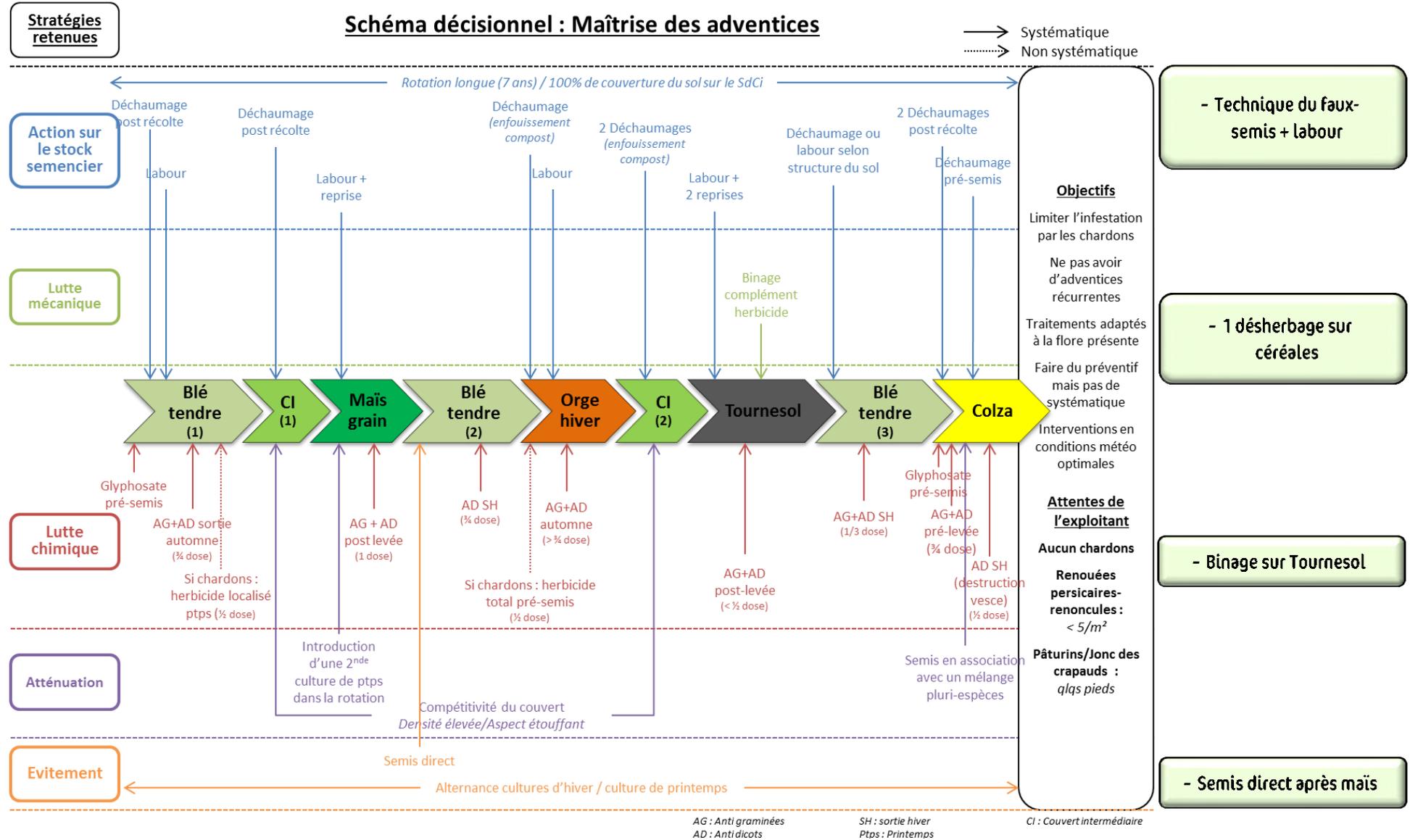


- 5 labours sur 7 ans

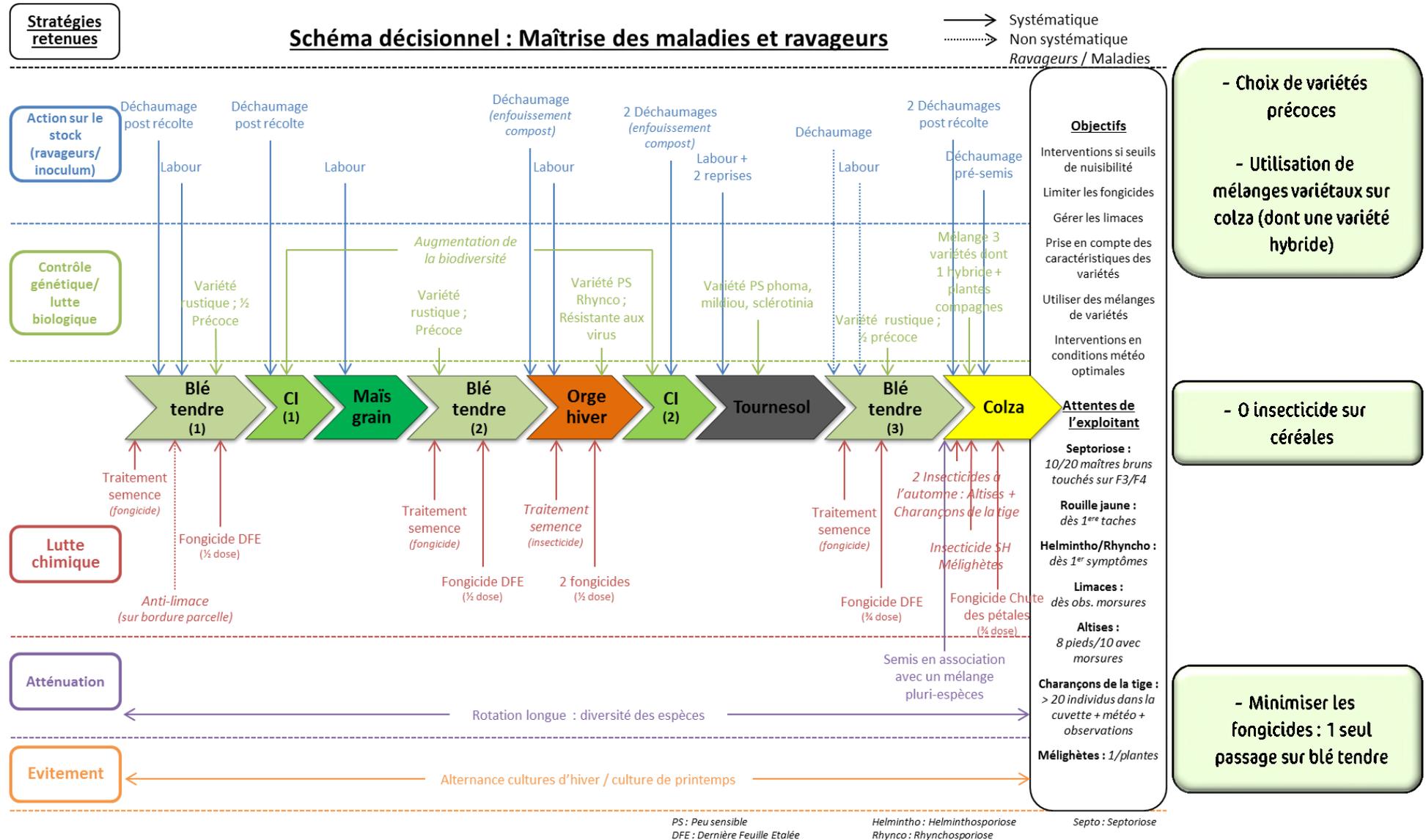
- Colza associé avec un mélange pluri-espèces

- Binage sur tournesol

- Couvert avec des légumineuses



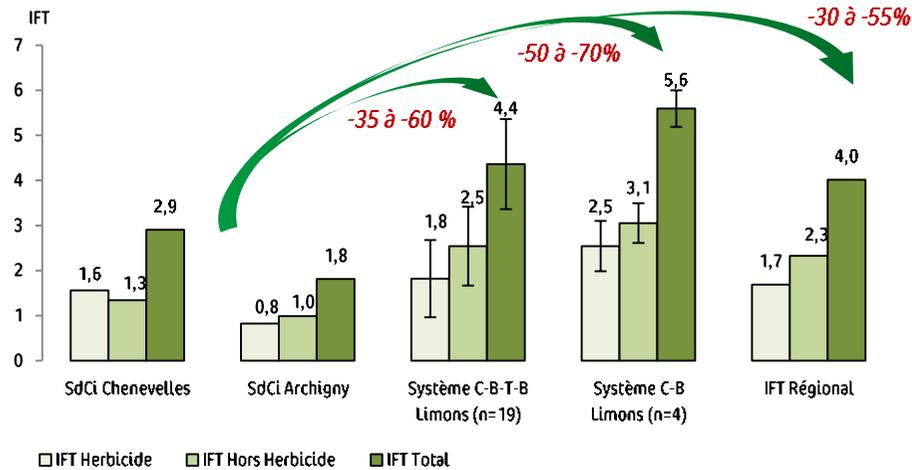
# Essai d'Archigny : schémas décisionnels





## L'ENJEU DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

### L'Indice de Fréquence de Traitement (IFT)



Systèmes référents classés selon une logique *a priori* cohérente :

- IFT système C-B (5,6) > IFT système C-B-T-B (4,4)

	Système C-B-T-B (Limons, n=19)		Système C-B (Limons, n=4)		IFT Régional grandes cultures	
	SdCi Chenevelles	SdCi Archigny	SdCi Chenevelles	SdCi Archigny	SdCi Chenevelles	SdCi Archigny
IFT Total	-33%	-58%	-48%	-68%	-28%	-55%
IFT H	-14%	-55%	-39%	-68%	-8%	-51%
IFT HH	-47%	-61%	-56%	-68%	-42%	-58%

- ⇒ SdCi Chenevelles
  - ↳ Réduction de l'IFT Total comprise entre -30 et -50% par rapport aux références
  - ↳ Difficulté à diminuer l'IFT herbicide (TCS)
- ⇒ SdCi Archigny
  - ↳ Objectif de réduction de 50% atteint comparé à toutes les références
  - ↳ Diminution identique des IFT H et HH

Plus de facilité à diminuer les IFT en système labouré (moins de dépendance au glyphosate)

### Les Quantités de Substances Actives (QSA)

	Substance Active (gramme/ha/an)					Total
	Herbicide	Fongicide	Insecticide	Molluscicide	Régulateur	
SdCi Chenevelles	1 195	180	5	55	0	1 435
SdCi Archigny	825	140	40	0	0	1 005
Système C-B-T-B Limons (n=19)	1 260	365	25	45	125	1 820
Système C-B Limons (n=4)	2 150	390	40	60	65	2 705

- ⇒ QSA SdCi : 1435 et 1005 g/ha/an ⇒ QSA Références : 1820 et 2705 g/ha/an
  - ↳ > - 20%
- ⇒ 80% de la quantité totale utilisée = herbicides
  - ↳ QSA herbicide SdCi en TCS (Chenevelles) ≈ QSA herbicide système C-B-T-B
- ⇒ SdCi : quantité de fongicide fortement diminuée (levier : réduction des doses) Impasse régulateur
- ⇒ Systèmes de références : stratégie fongique plus sécuritaire

### Systerre

C'est un outil de calcul d'un ensemble d'indicateurs destiné à évaluer les performances techniques, économiques et environnementales des productions végétales sur une exploitation de grande culture ou de polyculture-élevage. L'évaluation est réalisée à plusieurs niveaux d'échelle : parcelle, sole, système de culture, exploitation.



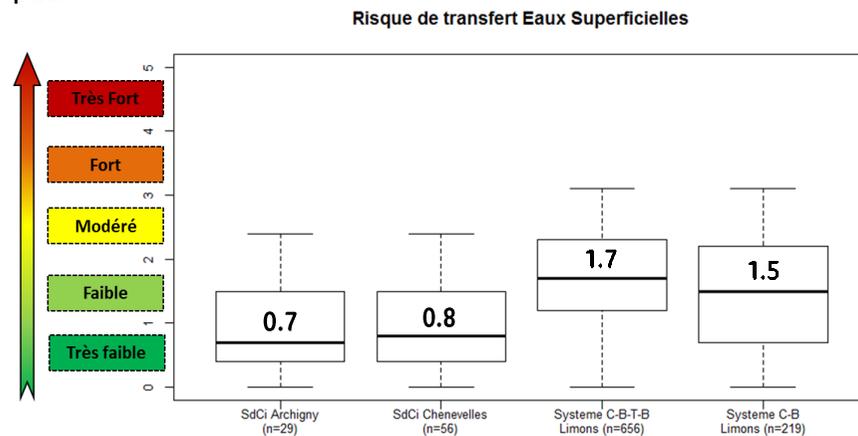
<http://www.plage-evaluation.fr/>

# Résultats du premier niveau d'analyse

## ➤ Risques de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux superficielles et profondes

Les risques de transfert des produits phytosanitaires sont évalués par la méthode ARTHUR. Cette méthode fournit des notes caractéristiques du risque potentiel de transfert allant de 0, risque très faible, à 5, risque très fort.

La dispersion des notes est caractérisée par des "boîtes à moustaches" (box-plot). Celles-ci permettent d'évaluer le risque potentiel des substances actives du système sous forme graphique. La moitié des notes se situe à l'intérieur des boîtes tandis que les quelques substances à fort ou faible risque se situent aux extrémités des box plot.

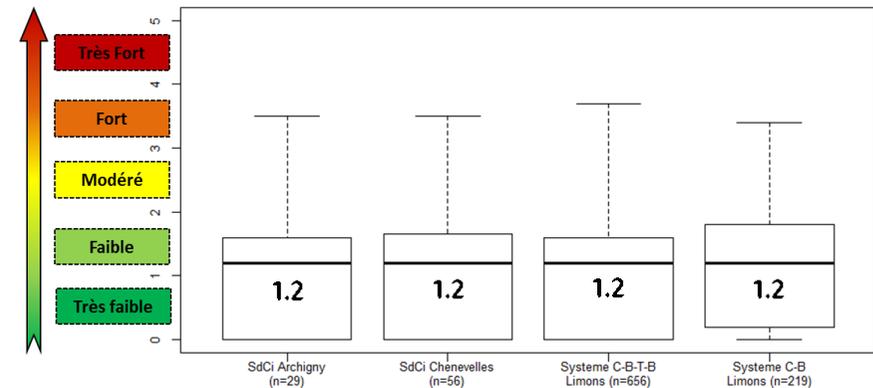


⇒ Risque potentiel de transfert de substance active vers les eaux superficielles très faible pour les SdCi : médianes < 0,8 (médianes références = 1,7 et 1,5)

⇒ SdCi potentiellement moins exposés à des risques de transfert

⇒ Substances actives à risque modéré : glyphosate, chlortoluron pour les SdCi ( + aclonifen, napropamide et pendiméthaline pour les références)

Risque de transfert Eaux Profondes



⇒ Risque potentiel de transfert de substance active vers les eaux profondes faible pour tous les systèmes : médianes = 1,2

⇒ Quelques substances actives à fort risque : chlortoluron pour les SdCi plus isoproturon, mécoprop-P et S-métolachlore pour les références

Les substances actives comportant un risque de transfert sont des herbicides. Il est important de respecter les conditions d'utilisation et de pulvérisation pour limiter ces risques et si possible utiliser une molécule moins transférable. Les résultats montrent cependant de faibles risques de transfert pour les SdCi.

Quelques substances actives ont notamment un risque fort dont le glyphosate et le chlortoluron. Les caractéristiques du sol peuvent limiter ces risques mais ils existent tout de même.

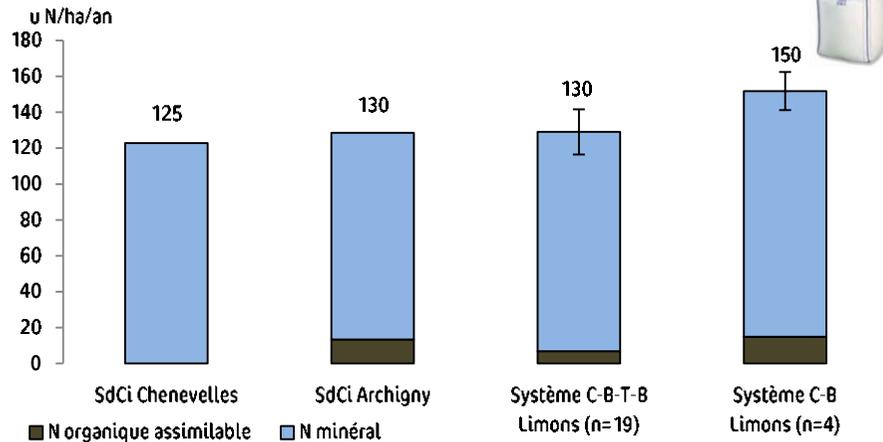
### ARTHUR : Analyse des Risques de Transfert de phytosanitaires vers les aquifères

La méthode ARTHUR fournit un indicateur d'évaluation des risques potentiels de transfert de substances actives phytosanitaires vers l'environnement (eaux souterraines, superficielles et l'air) permettant de prendre en compte les caractéristiques du milieu (sol, environnement parcelle) et les pratiques de l'agriculteur (molécules utilisées, méthode d'application, ...)

<http://www.plage-evaluation.fr/>

## L'ENJEU DE L'AZOTE

### Les quantités d'azote utilisées

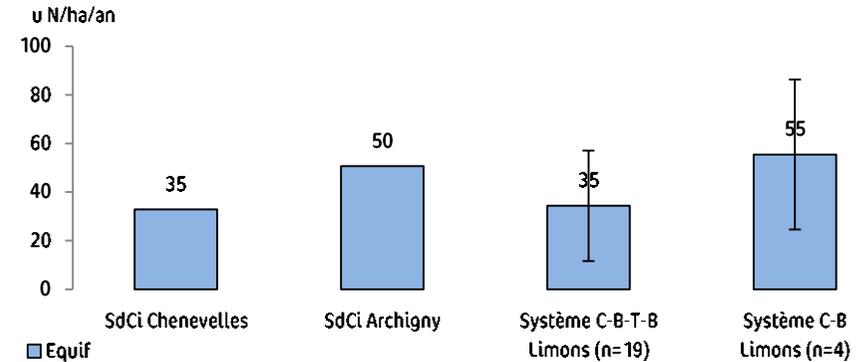


⇒ Système C-B le plus consommateur en azote (rotation courte avec des cultures consommatrices en azote)

⇒ Fertilisation des SdCi :

- ↳ -25 à 20 u N/ha/an par rapport au système C-B
- ↳ Équivalente avec la référence C-B-T-B

### Bilans Azotés EQUIF



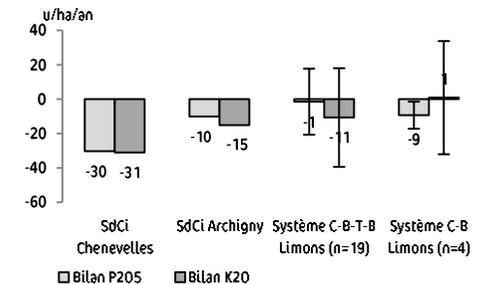
⇒ Forte variabilité des bilans EQUIF pour les références

⇒ Fertilisation :

- ↳ Ajustée pour le SdCi de Chenevelles (35 u N/ha/an)
- ↳ Élevée pour le SdCi d'Archigny (50 u N/ha/an) : objectif de rendement d'un blé non atteint

⇒ Bilans phospho-potassiques  
Bilans  $P_2O_5$  et  $K_2O$  : légèrement déficitaires pour les SdCi.

Les analyses de sol 2014 indiquent des teneurs satisfaisantes de ces éléments.



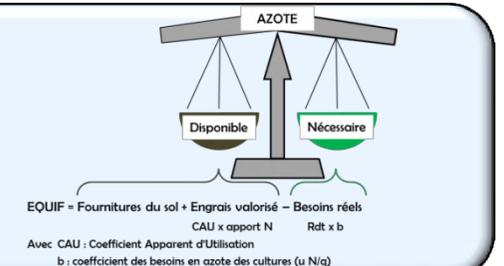
## EQUIF : équilibre de fertilisation

L'indicateur EQUIF calcule un bilan azoté a posteriori en fonction des fournitures du sol (valeurs forfaitaires pouvant intégrer l'effet indirect des apports organiques et/ou des retournements de prairies), de la fertilisation organique (effets directs des apports) et minérale et des besoins réels de la culture (coefficient b qui peut varier selon les cultures et les variétés).

Les bilans sont ensuite classés :

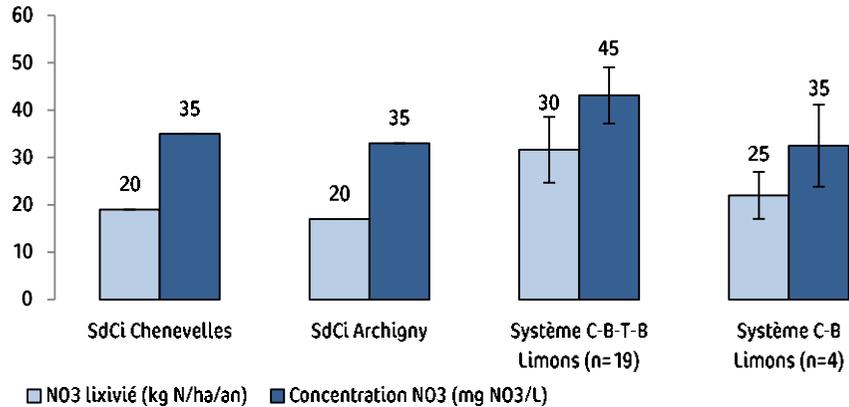


<http://www.plage-evaluation.fr/>



# Résultats du premier niveau d'analyse

## ➤ Risques de lixiviation et $[NO_3^-]$ dans l'eau percolée (estimations Syst'N)



Les systèmes de références respectent la Directive Nitrates sur le volet couverture des sols (repousses de colza et cultures intermédiaires jusqu'au 15/11 avant culture de printemps)

⇒ Azote lixivié : SdCi = 20 u N/ha/an lixivié

↳ -30 % par rapport au système C-B-T-B

↳ -20 % par rapport au système C-B (colza tous les deux ans ⇒ repousses captent l'azote disponible)

⇒ Concentration en nitrate dans l'eau percolée sous l'horizon racinaire : SdCi = 35 mg  $NO_3^-/L$  :

↳ < à la norme de potabilité de l'eau

↳ ≈ aux références

↳ Peut-on aller au-delà de ces références en sachant que sous prairie : 10-40 mg  $NO_3^-/L$  et sous forêt : 2 - 5 mg  $NO_3^-/L$

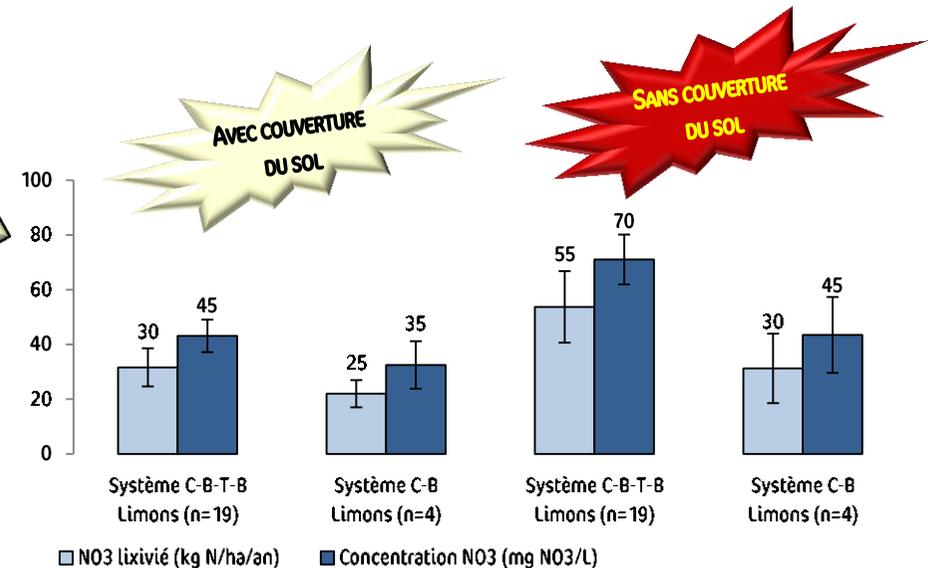
Une bonne maîtrise de la fertilisation qui engendre peu de pertes d'azote par lixiviation (simulations).

Malgré un rendement non atteint d'un blé pour le SdCi d'Archigny et un bilan azoté (Equif) élevé, les pertes d'azote par lixiviation et la concentration en nitrate n'ont pas à priori été augmentées.

### SYST'N

L'outil permet de quantifier et de diagnostiquer les pertes d'azote dans les systèmes de culture (estimations). Il est construit à partir d'un modèle dynamique à pas de temps journalier prenant en compte la base de données climatiques spécifique au secteur concerné (enregistrée au préalable par l'utilisateur dans le logiciel).

<http://www.plage-evaluation.fr/>



La mise en place de couvert (Directive Nitrates) permet de diminuer en moyenne le transfert d'azote de 5 à 25 u N/ha/an.

## NIVEAUX DE PRODUCTION ET CRITERES QUALITATIFS

### ➤ Rendements

	Cultures	Attentes de l'exploitant (t/ha)	Rendement obtenu (t/ha)	Système C-B-T-B Limons (n=19) (t/ha)	Système C-B Limons (n=4) (t/ha)	86 : Moyennes Départementales 2009-2014 (t/ha)
SdCi Chenevelles	Blé tendre	6,5	6,7	Colza : 3,6 Blé tendre : 7 Tournesol : 2,7 Blé tendre : 7,2	Colza : 3,3 Blé tendre : 6,3	Colza : 3,2 Blé tendre : 6,4 Orge hiver : 6 Tournesol : 2,3 Maïs grain sec : 7,4
	Orge hiver	6	5,6			
	Colza	3,5	3,9			
	Tournesol	3,5	2,8			
	Maïs Grain	7	7,6			
SdCi Archigny	Blé tendre	7	6,3			
	Orge hiver	7	6,9			
	Colza	3,4	3,2			
	Tournesol	2,5	2,0			
	Maïs Grain	8	8,5			

#### ⇒ SdCi Chenevelles :

↳ Tournesol : -0,7 t/ha (attentes de l'exploitant trop élevée : rendement obtenu cohérent avec les références et moyennes départementales)

↳ Bon rendement en colza : 3,9 t/ha



#### ⇒ SdCi Archigny :

↳ 1 blé à 4 t/ha qui diminue la moyenne blé sur le système

### ➤ Qualité des productions

Cultures	Blé tendre		Orge hiver	Colza		Tournesol	
	PS 76 kg/hl	Protéines > 11,5 %	PS 64 kg/hl	Humidité 9%	Impuretés < 2%	Humidité 9%	Impuretés < 2%
SdCi Chenevelles	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
SdCi Archigny	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗

⇒ Respect des critères qualitatifs sur céréales et colza

⇒ Tournesol : récolte tardive et mauvaise condition climatique

## RENTABILITE ECONOMIQUE



	SdCi Chenevelles	SdCi Archigny	Système C-B-T-B Limons (n=19)	Système C-B Limons (n=4)
Produit brut (€/ha/an)	1 150	1 095	1 205 (± 120)	1 145 (± 140)
Charges opérationnelles (€/ha/an)	330	340	385 (± 60)	380 (± 20)
Marge brute (€/ha/an) (hors aides/DPU)	820	755	820 (± 135)	765 (± 125)
Coûts de mécanisation (€/ha/an)	205	225	230 (± 35)	245 (± 75)
Marge semi-nette (€/ha/an) (hors aides/DPU)	615	530	590 (± 145)	522 (± 180)
Efficience économique	2,2	1,9	2,0	1,8

#### ⇒ Marges brutes :

↳ SdCi Chenevelles : = Réf. C-B-T-B et > 55€/ha/an / Réf. C-B

↳ SdCi Archigny : = Réf. C-B et < 65 €/ha/an/ Réf. C-B-T-B

#### ⇒ Charges opérationnelles moins élevées (= - 45 €/ha)

#### ⇒ Marges semi-nettes suivent les mêmes tendances que les marges brutes

#### ⇒ Meilleurs ratios "produits/charges" (efficience économique) pour le SdCi de Chenevelles ; équivalent pour le SdCi d'Archigny

Deux systèmes identiques mais conduits différemment ; système en TCS pour Chenevelles et système en labour pour Archigny ; qui obtiennent des résultats économiques différents (produits bruts et charges de mécanisation). Cependant ils restent compétitifs vis-à-vis des références !

SdCi Chenevelles ≥ Références

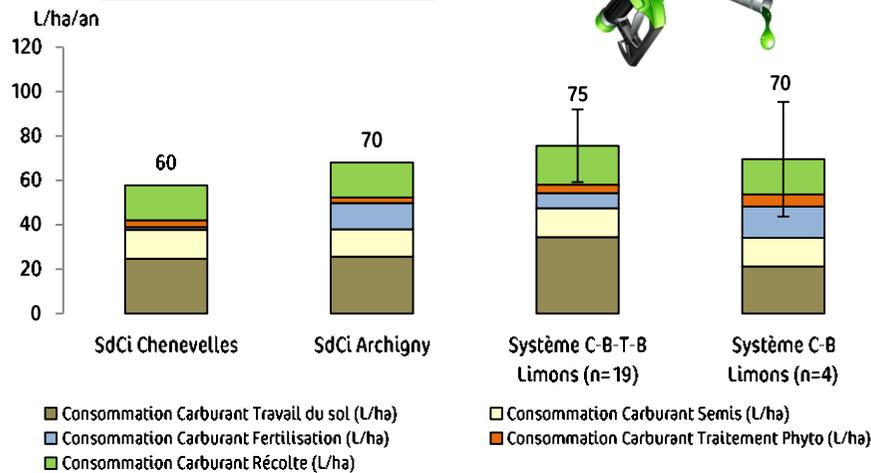
SdCi Archigny = Référence C-B

## AGRONOMIE

- ⇒ Réduction des fongicides : aucun impact sur la gestion des maladies
- ⇒ Impasse sur les régulateurs : pas d'accident cultural
- ⇒ Diminution des insecticides et molluscicides permis par le travail du sol
- ⇒ Désherbage : salissement plus important de certaines parcelles
- ⇒ Sol : aucune dégradation physique (compaction, battance); pas de problème particulier concernant les éléments chimiques.

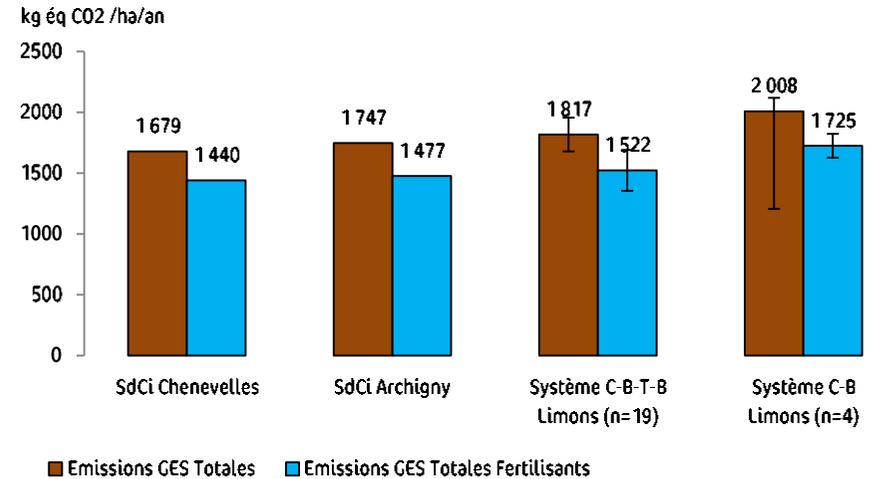
## ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

### La consommation de carburant



- ⇒ Principal poste de consommation : travail du sol
- ⇒ Part de consommation pour la fertilisation et les traitements phytosanitaires peu importante : impact des ITK à bas niveau d'intrants  
Plus élevée pour le SdCi d'Archigny : épandage d'engrais organique

### Emissions de GES



- ⇒ Moins d'émissions de GES pour les SdCi : ≈ - 10 % par rapport aux références
- ⇒ Part des émissions de GES fertilisants > 80% (1<sup>ère</sup> source d'émission de GES) des GES Totales

### Energie

	Consommation d'énergie totale (MJ/ha/an)	Production d'énergie brute (MJ/ha/an)	Efficacité énergétique
SdCi Chenevelles	12 050	99 250	8,2
SdCi Archigny	12 013	95 949	8
Système C-B-T-B Limons (n=19)	14 280	104 349	7,3
Système C-B Limons (n=4)	14 530	91 652	6,3

- ⇒ Efficacité énergétique des SdCi plus élevée par rapport aux références (+10 à 30 %)



## SDCi DE CHENEVELLES

		Coût d'une unité d'azote (€/ u N)										
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Prix de vente du blé tendre (€/t)	100	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	110	70	70	70	70	70	65	65	65	65	65	65
	120	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
	130	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
	140	65	65	65	65	65	65	65	65	60	60	60
	150	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	160	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	170	60	60	60	60	60	60	60	60	55	55	55
	180	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
	190	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
	200	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	50
	210	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	220	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	230	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	240	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Comparaison du SdCi Niort avec le système référent C-B-T-B sur limon.

En jaune : Marge semi-nette SdCi > Marge semi-nette système C-B-T-B sur limons de +15 €/ha/an

En blanc : Zone de transition ou Marge semi-nette SdCi = Marge semi-nette système C-B-T-B sur limons

En gris : Marge semi-nette SdCi < Marge semi-nette système C-B-T-B sur limons de -15€/ha/an



Tous les scénarios !

Le SdCi est, dans toutes les situations, le plus rentable face aux fluctuations des prix de vente des cultures et de l'azote par rapport au système de référence C-B-T-B.

Cette différence de rentabilité va de +45 à +70 €/ha/an !

## SDCi D'ARCHIGNY

		Coût d'une unité d'azote (€/ u N)										
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Prix de vente du blé tendre (€/t)	100	5	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15
	110	0	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10
	120	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
	130	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	0	0
	140	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-5	-5	-5	-5
	150	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-10	-10	-10	-10
	160	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-15	-15	-15	-15
	170	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-20	-20	-20	-20	-20
	180	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-25	-25	-25	-25	-25
	190	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-30	-30	-30	-30	-30
	200	-40	-40	-40	-40	-40	-35	-35	-35	-35	-35	-35
	210	-45	-45	-45	-45	-45	-40	-40	-40	-40	-40	-40
	220	-50	-50	-50	-50	-50	-45	-45	-45	-45	-45	-45
	230	-55	-55	-55	-55	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
	240	-60	-60	-60	-60	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55

Comparaison du SdCi de Loiré sur Nie avec le système référent C-B-T-B sur limons.

En jaune : Marge semi-nette SdCi > Marge semi-nette système C-B-T-B sur limons de +15 €/ha/an

En blanc : Zone de transition ou Marge semi-nette SdCi = Marge semi-nette système C-B-T-B sur limons

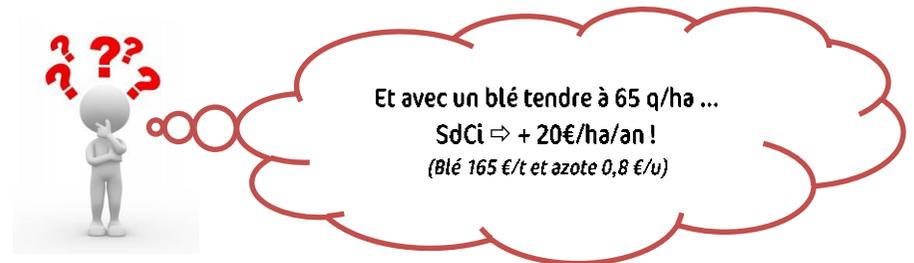
En gris : Marge semi-nette SdCi < Marge semi-nette système C-B-T-B sur limons de -15€/ha/an



Quand le prix de vente du blé tendre < 140 €/t



Quand le prix de vente du blé tendre > 140 €/t



# Bilans des deux Systèmes "grandes cultures sec" sur limons : Chenevelles et Archigny

## BILAN GLOBAL DES SdCi SELON LES INDICATEURS CALCULES

		SdCi Chenevelles	SdCi Archigny
<b>EVALUATION ENVIRONNEMENTALE</b>			
Economie en Intrants	Diminution IFT Total	😊	😊
	Diminution IFT Herbicide	😊	😊
Qualité de l'eau	Diminution de la quantité d'azote utilisée	😊	😊
	Réduction des risques de transfert des phytos	😊	😊
	Réduction des risques de lixiviation (N)	😊	😊
Energie	[NO <sub>3</sub> ]	😊	😊
	Emissions GES	😊	😊
	Consommation de carburant	😊	😊
	Efficacité énergétique	😊	😊
<b>EVALUATION ECONOMIQUE</b>			
Productivité	Rendement	😊	😊
	Qualité des Produits	😊	😊
Economie	Charges Opérationnelles	😊	😊
	Marge Semi-Nette	😊	😊
	Robustesse	😊	😊
<b>EVALUATION SOCIALE ET AGRONOMIQUE</b>			
	Temps de Travail	😊	😊
	Nombre de Passages	😊	😊
	Niveau d'exposition à la toxicité des produits phytosanitaires*	😞	😊
Gestion des bioagresseurs*	Maîtrise des maladies/ravageurs	😊	😊
	Maîtrise des adventices	😞	😞

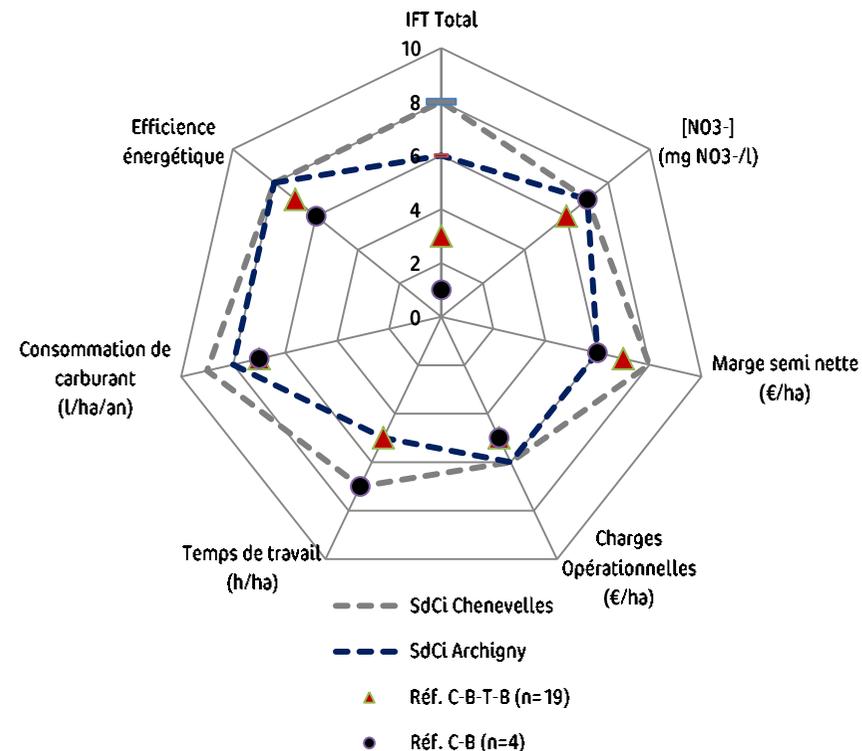
Performances des SdCi comparés aux références de l'Observatoire : C-B-T-B et C-B.

😊 Résultats améliorés

😊 Résultats similaires

😞 Résultats dégradés

## BILAN SOUS FORME D'UN RADAR AVEC QUELQUES INDICATEURS



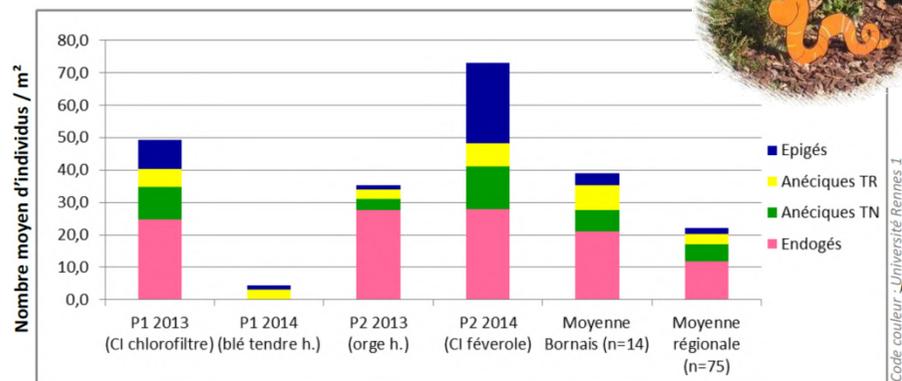
Représentation Radar :

⇒ 7 indicateurs pour analyser le système

⇒ Meilleure représentation visuelle des résultats

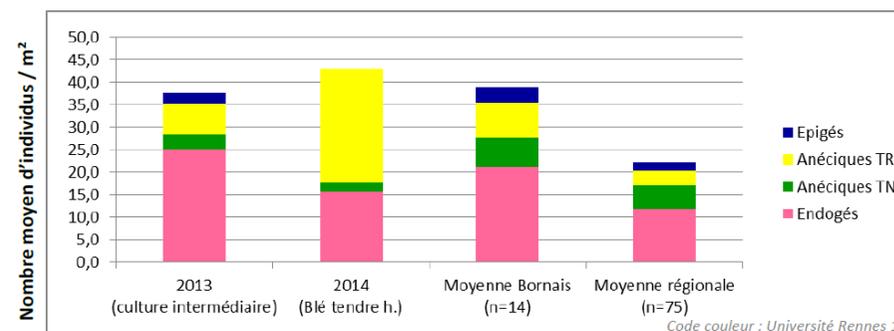
⇒ Objectif : être positionné au plus proche des extrémités du radar

## SdCi de CHENEVELLES

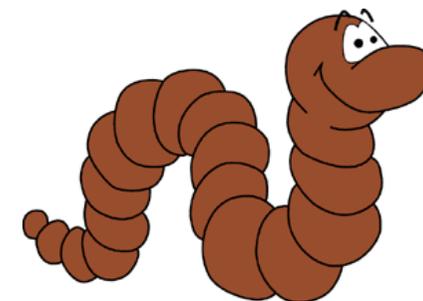


- ⇒ P1 : - Abondance en 2013 > à la moyenne sur bornais et à la parcelle P2  
- Fort diminution en 2014 : molluscicide et labour
- ⇒ P2 : - Augmentation importante des anéciques et épigés en 2014 (couvert + TCS) par rapport à 2013 : peu d'interventions chimiques et mécaniques pour l'implantation du couvert  
- Application d'un molluscicide en 2012 mais plus de vers que P1 en 2014

## SdCi d'ARCHIGNY



- ⇒ Valeurs proches de la moyenne sur bornais
- ⇒ Présence des 4 catégories écologiques avec un équilibre entre adultes et juvéniles
- ⇒ Population plus importante en 2014 mais avec une proportion entre les catégories qui a changé et une dominance de juvéniles
- ⇒ Le labour, réalisé à une période d'activité des vers de terre, peut être une piste de compréhension de la disparition des adultes.  
Pas d'impact de cette technique de travail du sol sur la population globale.
- ⇒ Les apports de MO et la culture intermédiaire sont favorables au maintien de la population de vers de terre.



# Que retenir du SdCi de Chenevelles ?

## ATOUTS/CONTRAINTE DE L'ESSAI

- ⇒ Réduction des intrants sans dégrader la rentabilité économique du système  
De plus, système indépendant des fluctuations du cours de l'azote et du prix de vente des cultures
- ⇒ Bonne adéquation entre les besoins des plantes et les apports d'azote par rapport aux rendements obtenus
- ⇒ Allongement de la rotation avec des cultures connues
  - ↳ Conforter un système de culture long avec des cultures que l'on maîtriseMAIS aucune légumineuse dans la rotation
- ⇒ Système trop fortement dépendant du glyphosate
  - ↳ IFT Herbicide difficilement diminué
- ⇒ Impossibilité d'intégrer du désherbage mécanique : fenêtre climatique jamais obtenue pour intervenir sur ce type de sol (ressuyage lent sur limon)

## RESSENTI DE L'AGRICULTEUR

- ⇒ Satisfaction globale de l'agriculteur sur la mise en place du SdC
  - ↳ Raisonement déjà à l'échelle du système de culture
- ⇒ Contrainte du système = maîtrise des adventices sur le long terme
- ⇒ Difficile de se brider au niveau des intrants quand certaines années le potentiel pour faire plus est présent

## LA PAROLE DU CONSEILLER

"L'essai a été mis en place chez un agriculteur qui raisonne déjà ses interventions phytosanitaires et agit à l'échelle de la rotation.

Les itinéraires techniques des cultures ne sont pas trop "réducteurs" et les risques sont limités. Les techniques de désherbage mécanique n'ont pu être mises en œuvre.

La rotation longue limite le risque de sélection de flore et une dégradation rapide du niveau de propreté des parcelles : sur sept ans d'essai, une seule année a connu un

problème sévère de graminées : brome et vulpie sur orge d'hiver avec des conséquences sur le rendement.

Deux années avec des pertes de rendements significatives :

- en 2011 sur blé avec une implantation très difficile à l'automne liée au travail du sol.
- en 2013 sur orge d'hiver avec une pression importante de graminées

La réduction des fongicides et des insecticides n'a pas entraîné de baisse notable des rendements.

Ces itinéraires sont accessibles à condition d'adapter les variétés ; ils demandent un peu d'observation, de respecter les seuils d'intervention et d'accepter la présence de quelques insectes nuisibles ou d'adventices tant que ces derniers n'impactent pas le devenir de la culture."

## QUELLES PISTES D'EVOLUTIONS

⇒ Intégrer des protéagineux dans la rotation :

- ↳ Féverole d'hiver
- ↳ Soja
- ↳ Lupin ?
- ↳ Pois ?



⇒ Travailler sur les couverts :

- ↳ Interculture courte : couvert à développement rapide (ex : crucifères)
- ↳ Interculture longue : mélange multi-espèces

*Objectifs : améliorer les propriétés physiques-chimiques du sol, maîtriser les adventices, capitaliser de l'azote, etc.*

⇒ Changer de mode de destruction des couverts : broyage voire labour si besoin

⇒ Utiliser des mélanges variétaux et poursuivre la technique du colza associé !

## ATOUTS/CONTRAINTE DE L'ESSAI

- ⇒ Forte réduction de l'IFT (à la fois herbicide et hors herbicide)
- ⇒ Diversification de la rotation avec des cultures connues MAIS Attention à des manques de technicité sur des cultures que l'agriculteur n'a pas mis en place depuis un certain temps
- ⇒ Faible dépendance au glyphosate du fait d'un système en labour
- ⇒ Système relativement robuste si les rendements sont à la hauteur des attentes
- ⇒ Difficulté de mettre en place certaines techniques alternatives par le manque de disponibilité de matériel spécifique
- ⇒ Rendements obtenus en dessous des références !

## RESSENTI DE L'AGRICULTEUR

- ⇒ Satisfaction globale sur la mise en place du système
- ⇒ La démarche est très intéressante mais elle devrait être appliquée dans des systèmes qui ne sont pas déjà engagés dans une réduction des intrants pour permettre de voir vraiment les différences et d'analyser les pistes d'améliorations qui pourraient être généralisées sur d'autres exploitations.
- ⇒ Problématique de désherbage qui est la principale contrainte de mise en place de ce système
- ⇒ Parcelle pas forcément la mieux adaptée pour conduire une expérimentation (ne reflète pas les résultats moyens de l'exploitation)

## LA PAROLE DU CONSEILLER

"L'essai a été mis en place chez un agriculteur qui raisonne déjà ses interventions phytosanitaires et agit à l'échelle de la rotation

Les itinéraires techniques des cultures ne sont pas trop « réducteurs » et les risques sont limités

La rotation longue limite le risque de sélection de flore et une dégradation rapide du niveau de propreté des parcelles : sur sept années d'essai, une année a eu un problème de salissement sur maïs.

Une année avec une perte significative de rendement sur maïs : problèmes de densité avec des pertes à la levée suivis d'un enherbement non maîtrisé.

La réduction des fongicides et des insecticides n'a pas entraîné de baisse notable des rendements.

Ces itinéraires sont accessibles à condition d'adapter les variétés ; ils demandent un peu d'observation, de respecter les seuils d'intervention et d'accepter la présence de quelques insectes nuisibles ou d'adventices tant que ces derniers n'impactent pas le devenir de la culture."

## QUELLES PISTES D'EVOLUTIONS

- ⇒ Se perfectionner sur la technicité de certaines cultures pour améliorer les rendements
- ⇒ Utiliser des mélanges variétaux sur céréales et continuer sur colza
- ⇒ Travailler sur les couverts :
  - ↳ Interculture courte : couvert à développement rapide (ex : crucifères)
  - ↳ Interculture longue : mélange multi-espèces
- ↳ *Objectifs : améliorer les propriétés physiques-chimiques du sol, maîtriser les adventices, capitaliser de l'azote, etc.*
- ⇒ Poursuivre l'alternance labour/semis direct
- ⇒ Intégrer des légumineuses dans la rotation (féverole d'hiver, pois d'hiver, soja)



- **UNE DIVERSIFICATION DE LA ROTATION PAR DES CULTURES CONNUES (MAÏS GRAIN, TOURNESOL, ...)**
- **DES RESULTATS ECONOMIQUES SATISFAISANTS**
- **DES SdCi TRES ROBUSTES FACE A LA VOLATILITE DES COURS (SOUS CONDITIONS D'OBTENIR LES RENDEMENTS VISES)**
- **PROBLEMES SUR LES HERBICIDES**
  - Des difficultés à diminuer l'IFT Herbicide dans un système en TCS ⇔ plus facile en système labour
  - Des risques potentiels de transfert des produits phytosanitaires notamment vers les eaux profondes pour certains herbicides
- **GESTION DE L'AZOTE**
  - Une réduction des quantités d'azote pas forcément marquée par rapport à la référence C-B-T-B
  - Peu d'azote lixiviée (simulations) mais une concentration en nitrate dans l'eau percolée de 35 mg/L



Approche système de culture : la rentabilité annuelle des cultures n'est pas uniquement à prendre en compte pour allonger les rotations. Les effets bénéfiques que va engendrer la diversification d'une rotation compenseront de moindres résultats économiques annuels !



# NOTES

A series of horizontal dotted lines for taking notes, spanning the width of the page.

Partenaires techniques :



Partenaires financiers :



Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
«développement agricole et rural»



Établissement public du ministèr  
chargé du développement durab



**Auteurs :**  
**Mathieu Arnaudeau**  
**Sébastien Minette**

**a**GRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
Aquitaine - Limousin  
Poitou-Charentes

