



**HAL**  
open science

## **Atelier 1 : les systèmes en semis direct, leurs performances agronomiques, économiques et environnementales, nos apprentissages et les pistes d'adaptation**

Cordeau, S., Guillaume Adeux, Rose Amiot, Paul Bannwart, Philippe Chamoy, Jeremy Gervais, Maé Guinet, Rodolphe Hugard, Antoine Jolivald, Anthony Klein, et al.

### **► To cite this version:**

Cordeau, S., Guillaume Adeux, Rose Amiot, Paul Bannwart, Philippe Chamoy, et al.. Atelier 1 : les systèmes en semis direct, leurs performances agronomiques, économiques et environnementales, nos apprentissages et les pistes d'adaptation. CA-SYS day 2024 : Résultats de 5 ans d'expérimentations en agroécologie sans pesticides, Jun 2024, Bretenière, France. <hal-05559182>

**HAL Id: hal-05559182**

**<https://hal.inrae.fr/hal-05559182v1>**

Submitted on 19 Mar 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

# Plateforme CA-SYS

(Co-designed **A**groecological **SYStem** experiment)  
Plateforme d'expérimentation collaborative en agroécologie

## Résultats de 5 ans d'expérimentations en agroécologie sans pesticides



Journées d'échanges

13 & 14 juin 2024



Avec le soutien financier de :



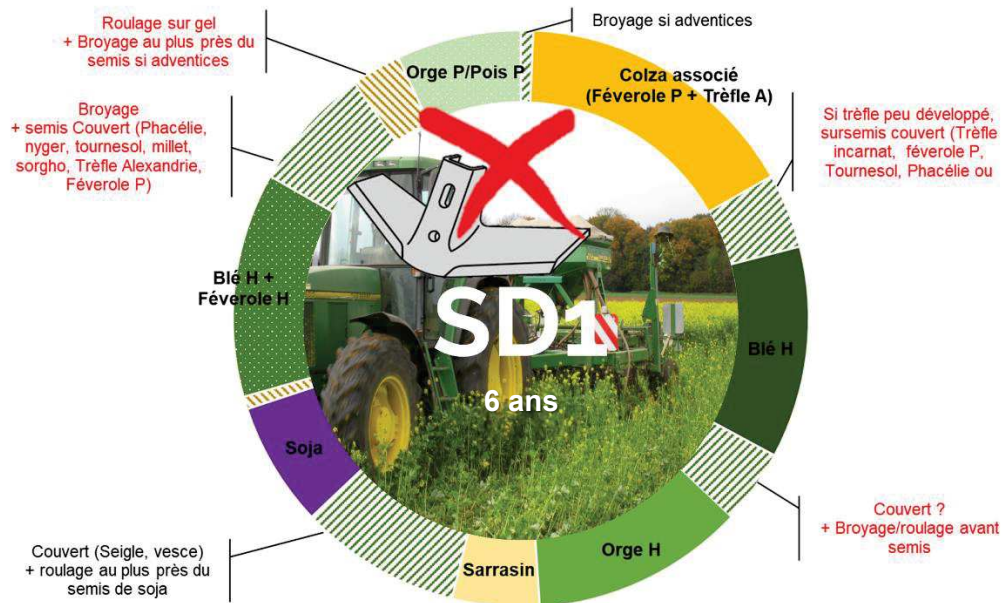
Funded by  
the European Union



# Les systèmes de culture en semis-direct (SD) testés : Successions culturales et principales interventions en interculture

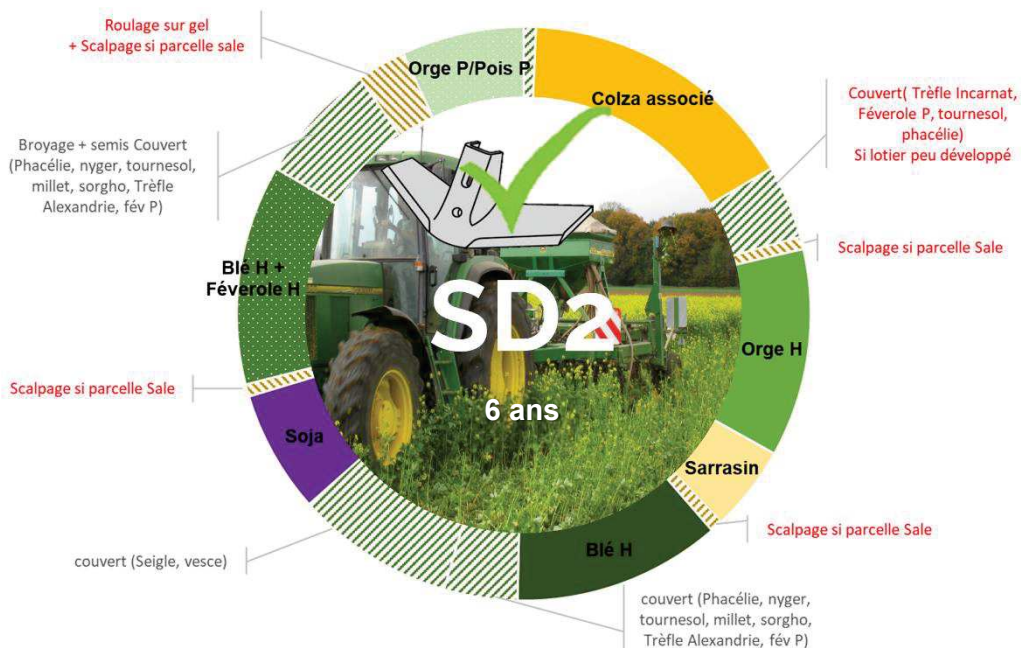
## Système SD1

« Semis-direct permanent »



## Système SD2

« Semis-direct non-permanent »



## Atelier 1 : les systèmes en semis direct

### Leurs performances agronomiques, économiques et environnementales, Nos apprentissages et les pistes d'adaptation

#### Contacts :

Stéphane CORDEAU, INRAE, UMR Agroécologie [stephane.cordeau@inrae.fr](mailto:stephane.cordeau@inrae.fr)

Brice MOSA, INRAE, U2E [brice.mosa@inrae.fr](mailto:brice.mosa@inrae.fr)

Guillaume ADEUX, INRAE, UMR Agroécologie [guillaume.adeux@inrae.fr](mailto:guillaume.adeux@inrae.fr)

Maé GUINET, Institut Agro Dijon, UMR Agroécologie [mae.guinet@inrae.fr](mailto:mae.guinet@inrae.fr)

Violaine DEYTIEUX, INRAE, U2E [violaine.deytieux@inrae.fr](mailto:violaine.deytieux@inrae.fr)

L'agriculture de conservation des sols (ACS) repose sur trois piliers : non travail du sol, couverture des sols et diversification des successions, contribuant à favoriser différents services écosystémiques. Au-delà de leurs bénéfices, les systèmes en ACS sont généralement confrontés à des problèmes de maîtrise de la flore adventice, qui n'est plus régulée par le travail du sol. Ces systèmes peuvent donc être fortement dépendants des herbicides pour maîtriser les communautés adventices sur le long terme. Concevoir des systèmes minimisant ou se passant du travail du sol sans pesticides représente donc un des gros défis de la plateforme CA-SYS.



**Légende :** Semis de culture en direct dans un couvert annuel en système SD1 (haut), pouvant être précédé d'un broyage et/ou scalpage au préalable en système SD2 (bas) © INRAE

L'arrêt sans transition de l'usage du travail du sol et des pesticides a permis de se confronter rapidement à des situations agronomiques difficiles amenant à des impasses différentes selon les systèmes :

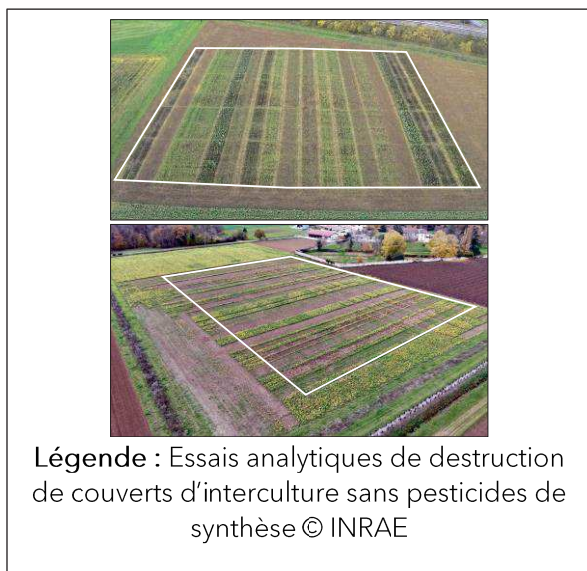
- En SD1 (semis-direct permanent) : grosses difficultés pour mettre en place des cultures après 3 ans du fait de la mauvaise maîtrise des limaces, campagnols et adventices (principalement graminées), ayant conduit à l'impossibilité de récolter 8 des 10 parcelles lors de la 5<sup>ème</sup> année d'expérimentation.
- En SD2 (semis-direct non permanent) : augmentation très rapide des populations de chardons des champs, ayant conduit à installer de la luzerne pour 3 ans sur 4 des 10 parcelles dès 2021 puis sur 3 autres parcelles plus récemment.

Les hypothèses testées dans les systèmes SD ont donc été en échec sur les 5 premières années :

- En SD1, miser sur la couverture du sol et la non stimulation du stock semencier s'est avéré inefficace pour limiter l'installation des adventices graminées et astéracées, annuelles et vivaces. Les étés secs n'ont pas permis l'installation de couverts

compétitifs, et le recours à l'irrigation des couverts en SD1 ne leur donne pas d'avantage compétitif.

- En SD2, miser sur une perturbation minimale superficielle du sol a toujours posé question : le scalpage s'est parfois avéré peu efficace sur les repousses de cultures ou graminées dans le cas d'une faible intensité de la perturbation ; il a aussi engendré la multiplication du chardon ou du chiendent. Les conditions de mise en œuvre sont toujours compliquées : trop humide et non séchant en automne, trop sec et irrégulier au printemps



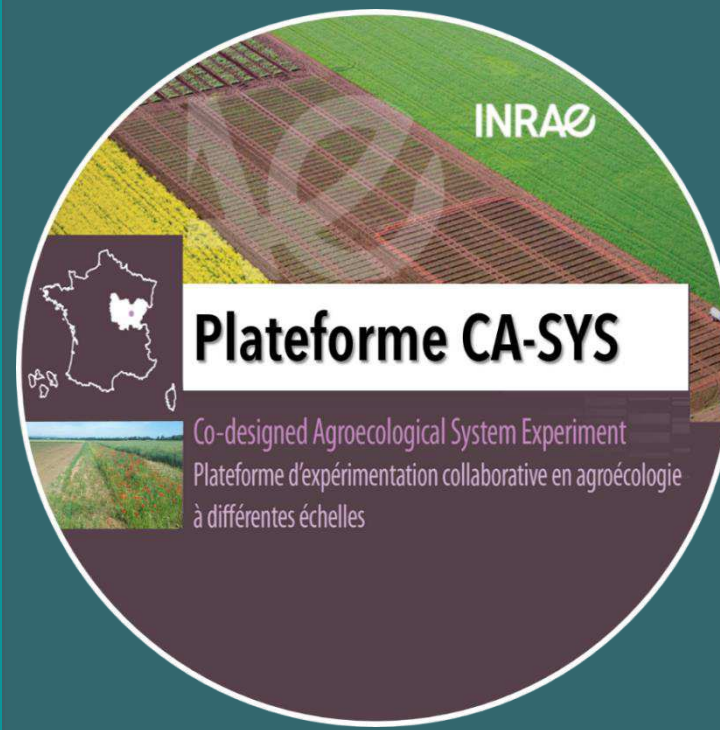
Les alternatives au glyphosate en semis-direct pour la destruction des couverts/adventices/repousses de cultures ne sont pas nombreuses et sont toutes sujettes à critique quant à leur niveau d'efficacité de destruction de la végétation en place, leur impact sur le sol, la diversité biologique des sols (bactéries, champignons, vers de terre, autre mésofaune), leur rentabilité économique, etc... La plateforme CA-SYS permet donc de tester des méthodes alternatives dans des essais analytiques et d'en évaluer les effets intentionnels et non intentionnels afin de

produire des connaissances et des références utiles pour l'adaptation des systèmes testés sur CA-SYS et plus largement pour la conception de systèmes de culture sans herbicides, y compris glyphosate.

L'atelier présentera :

- Les stratégies de gestion mises en œuvre dans les systèmes SD1 et SD2
- Les observations, les facteurs limitants, les rendements de cultures
- La multiperformance des systèmes SD1 et SD2
- Les acquis agronomiques et questions soulevées et les évolutions engagées
- Les essais analytiques menés pour la destruction des couverts sans pesticides

# SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS-DIRECT PERMANENT (SD1) ET NON PERMANENT (SD2) : STRATÉGIES DE GESTION 2019-2023



## Stratégie SD1

**Rotation diversifiée** de 6 ans, sans pesticides

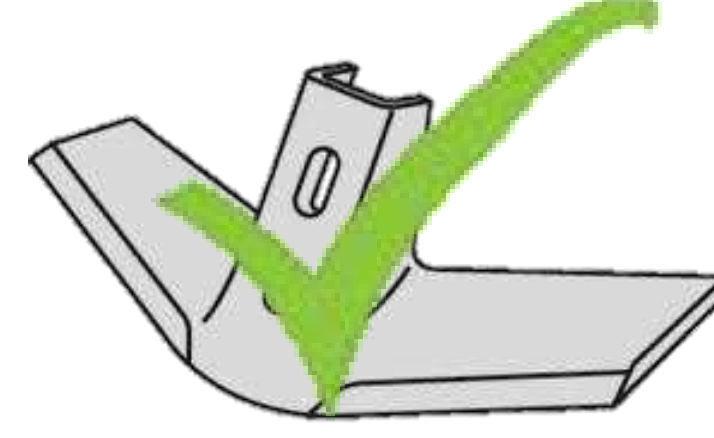
Fertilisation N/S mais pas P/K

**Couverture permanente** des sols avec couverts annuels, mulchs, résidus de cultures et cultures annuelles semées en direct

**Irrigation autorisée** pour les cultures d'été **et pour assurer l'implantation des couverts d'interculture**

Destruction des couverts par broyage ou roulage

**Désherbage mécanique interdit**, à l'exception de l'écimage des adventices



**SD1**  
**Semis-direct Permanent**

**SD2**  
**Semis-direct non permanent**



## Stratégie SD2

**Rotation diversifiée** de 6 ans, sans pesticides

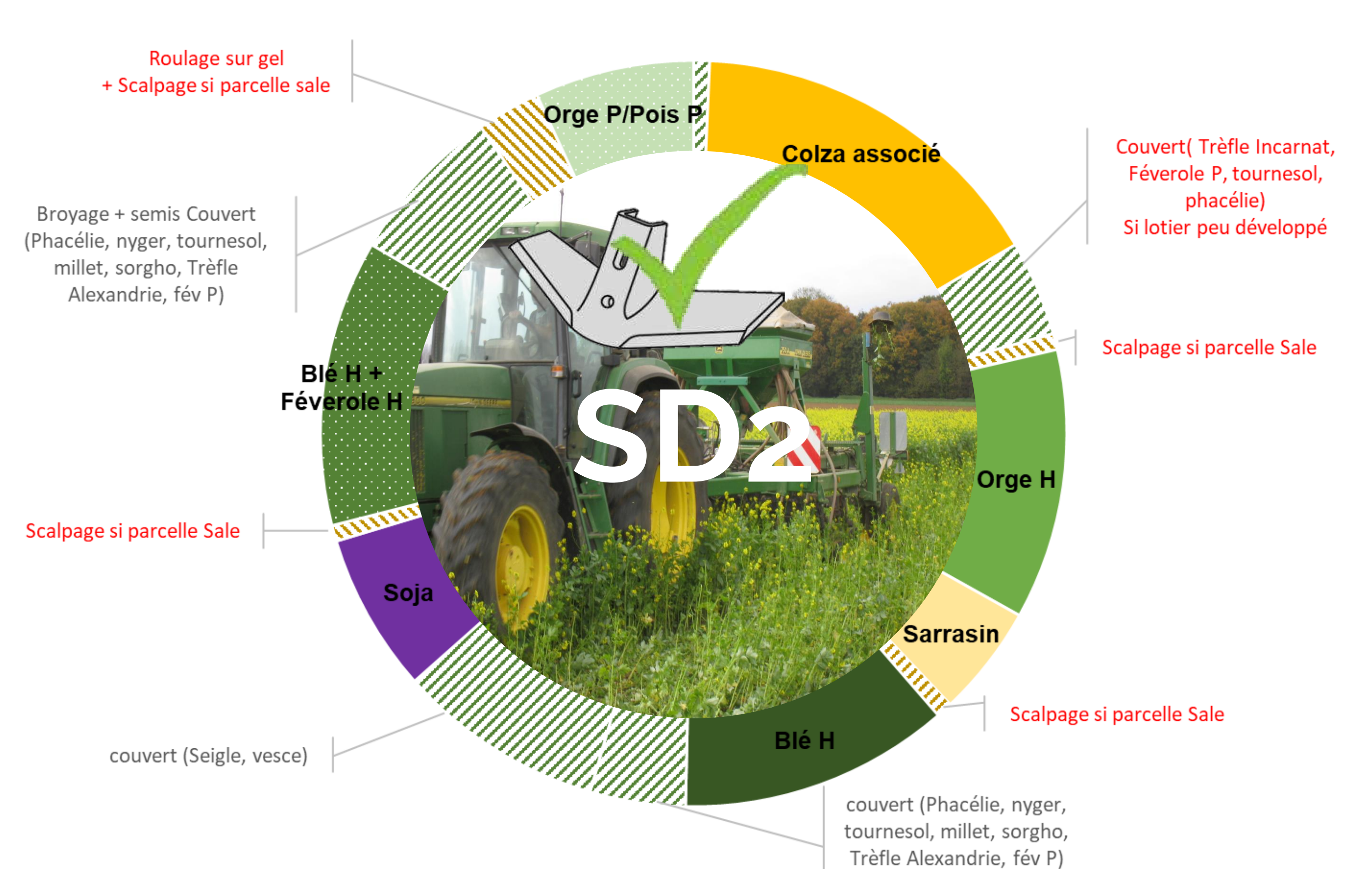
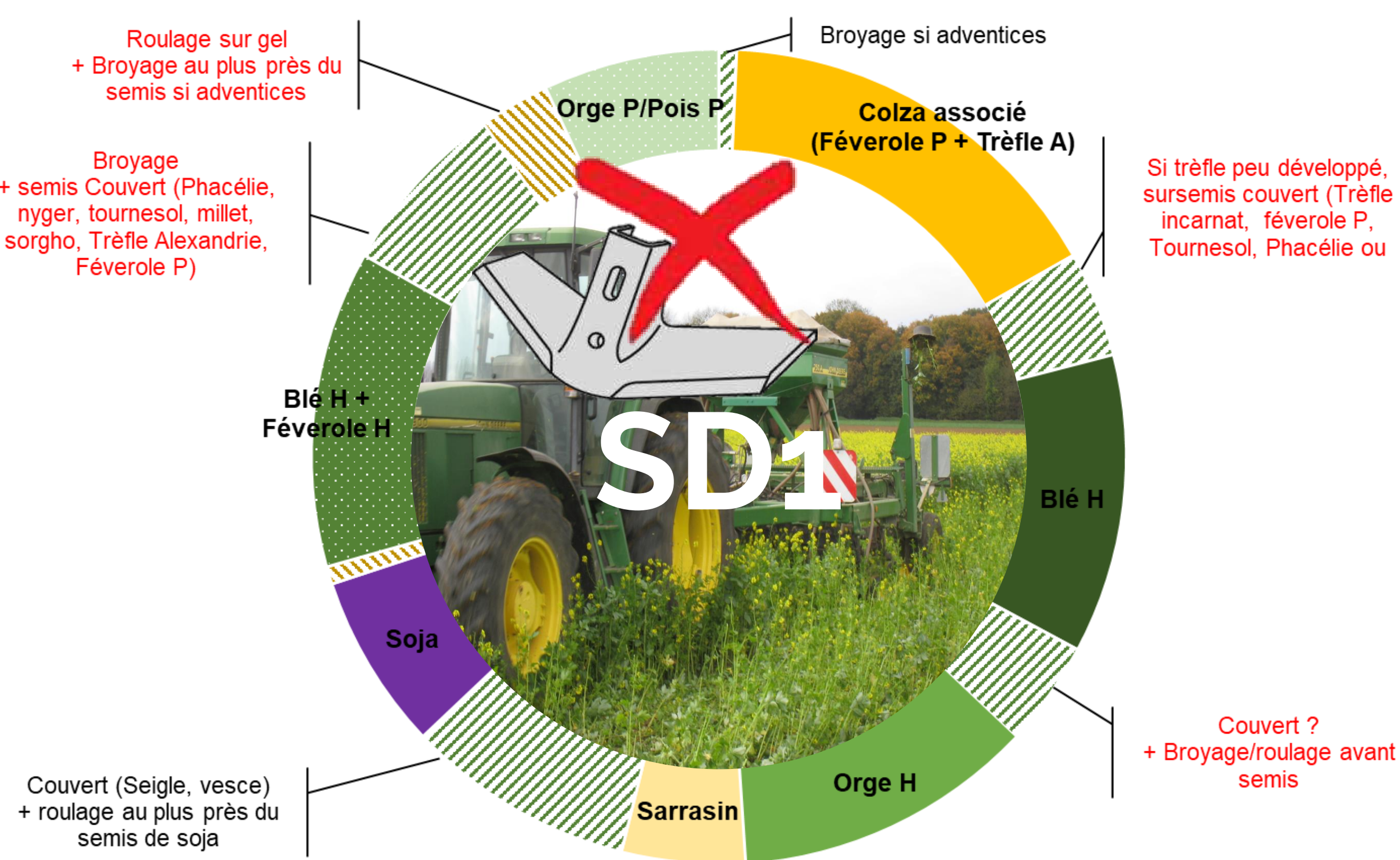
Fertilisation N/S mais pas P/K

**Couverture permanente/absence de travail du sol dans la mesure du possible, mais travail superficiel du sol autorisé une fois par an, le plus rapproché du semis de la culture, pour gérer les adventices, les couverts, les campagnols, les limaces et les résidus de culture**

**Irrigation autorisée** uniquement pour les cultures d'été

Destruction des couverts par roulage **ou travail du sol superficiel si présence d'adventices**

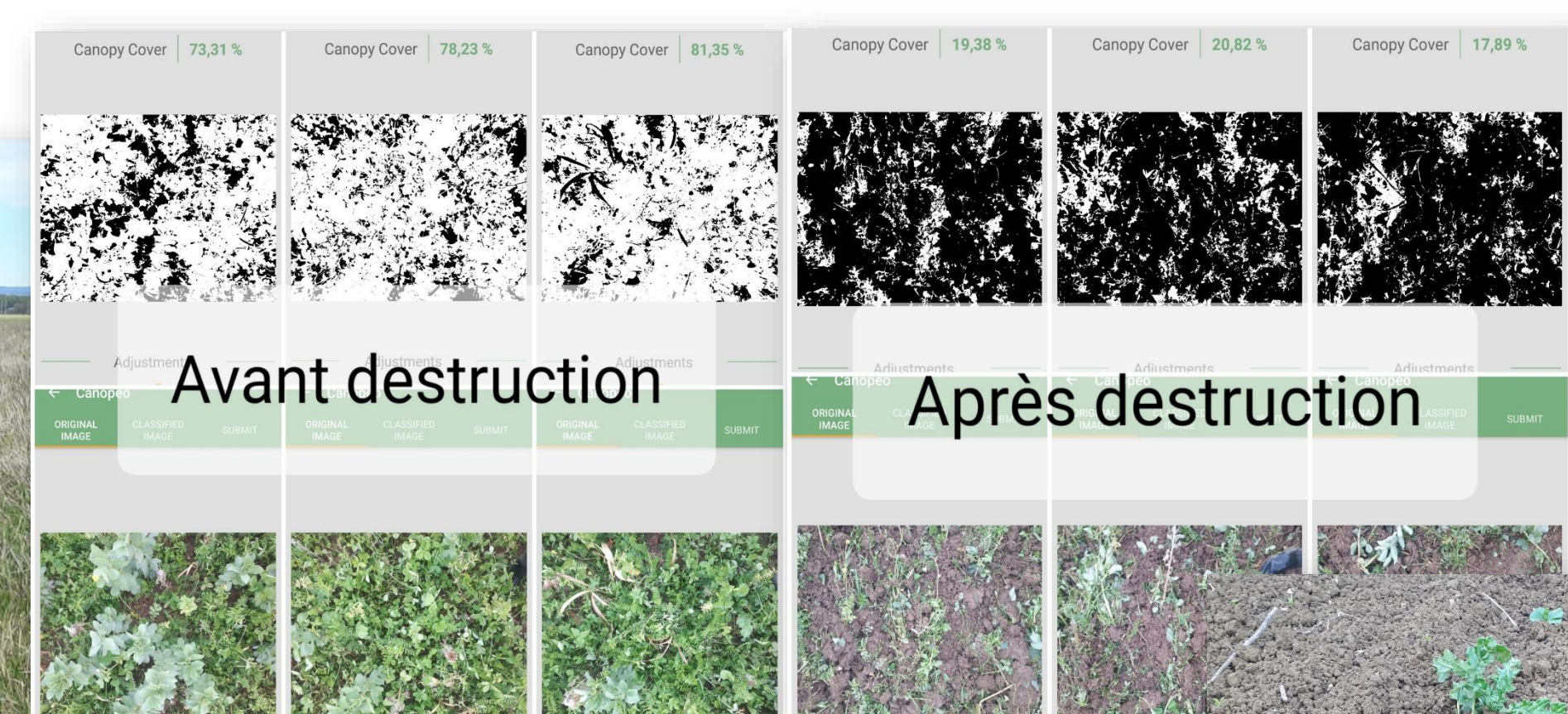
**Désherbage mécanique autorisé** mais difficile à mettre en œuvre (pas d'état optimal du sol recherché)



Herse à paille pour gestion limace



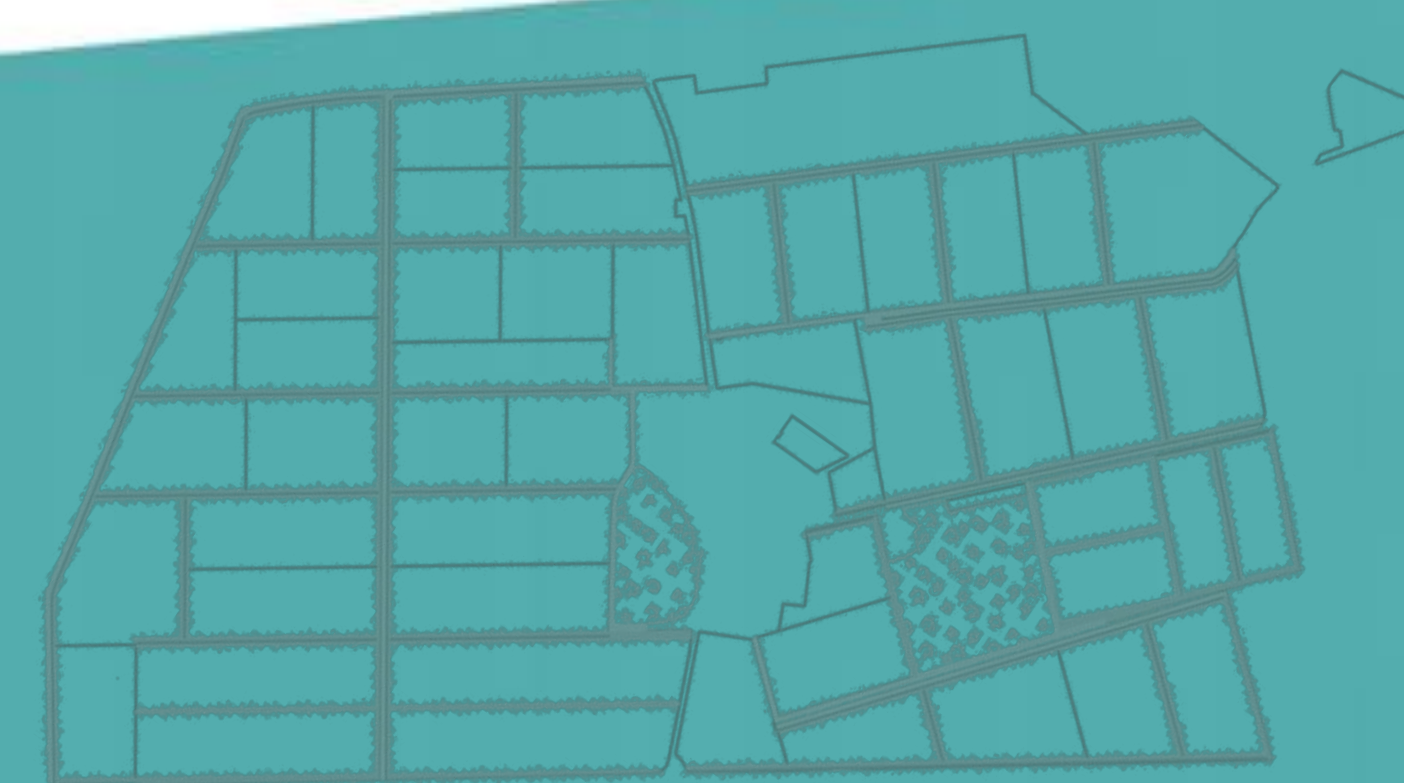
Écimage des adventices



Efficacité de destruction du scalpeur terrano

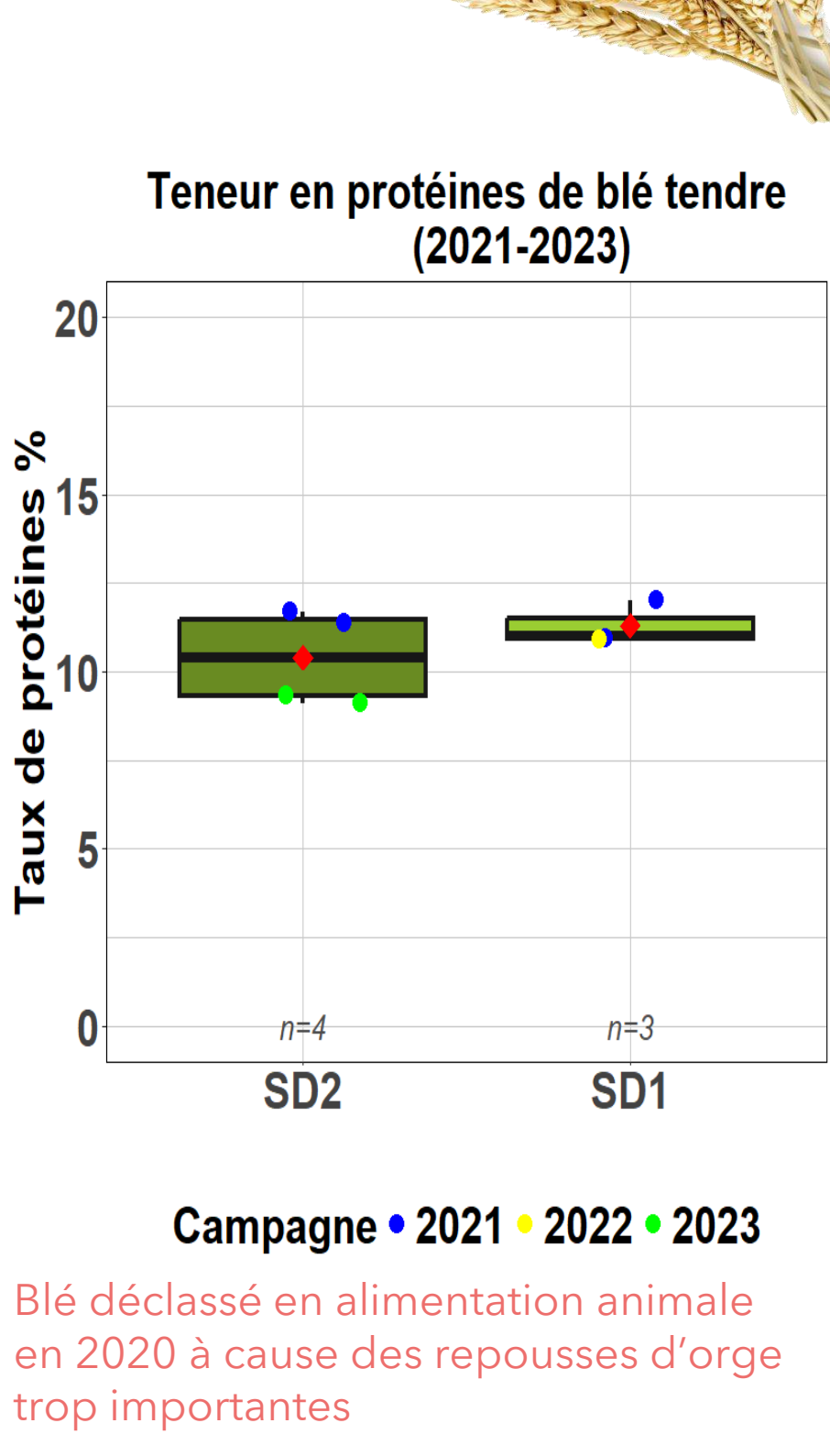
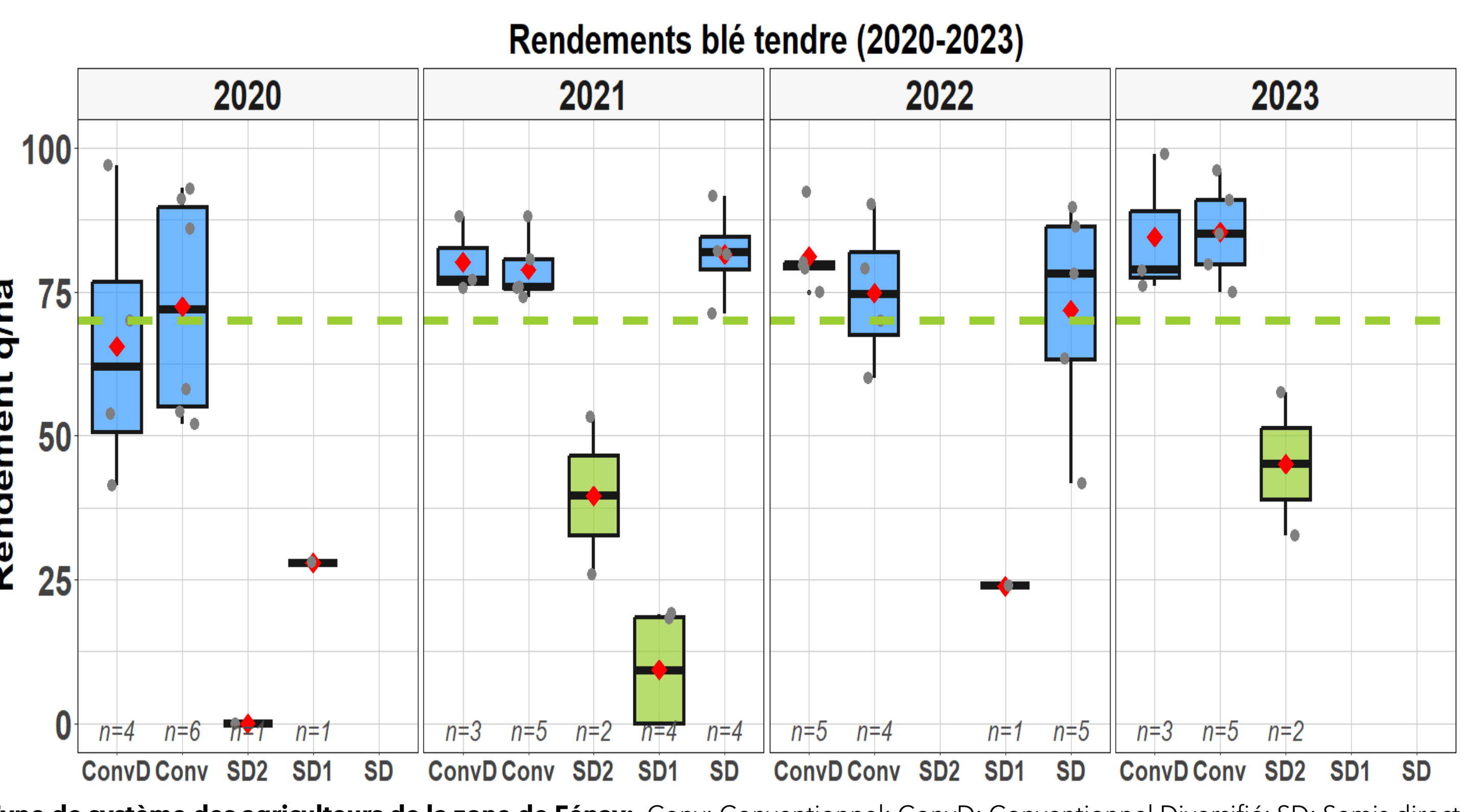
Irrigation des couverts pour assurer installation

Multiplication de chardon des champs



Dispositif CA-SYS Fénay Objectif de rendement SD Moyenne

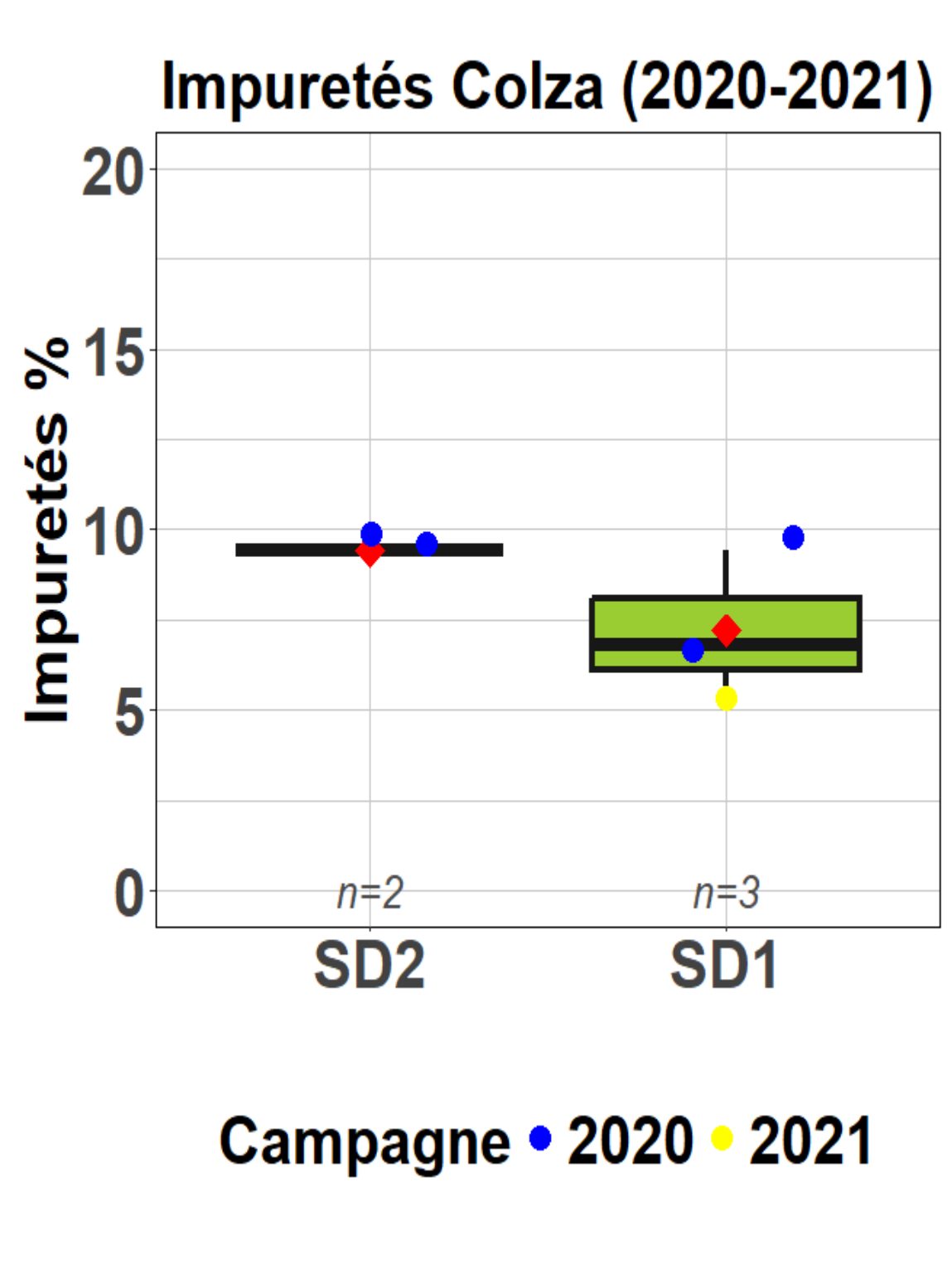
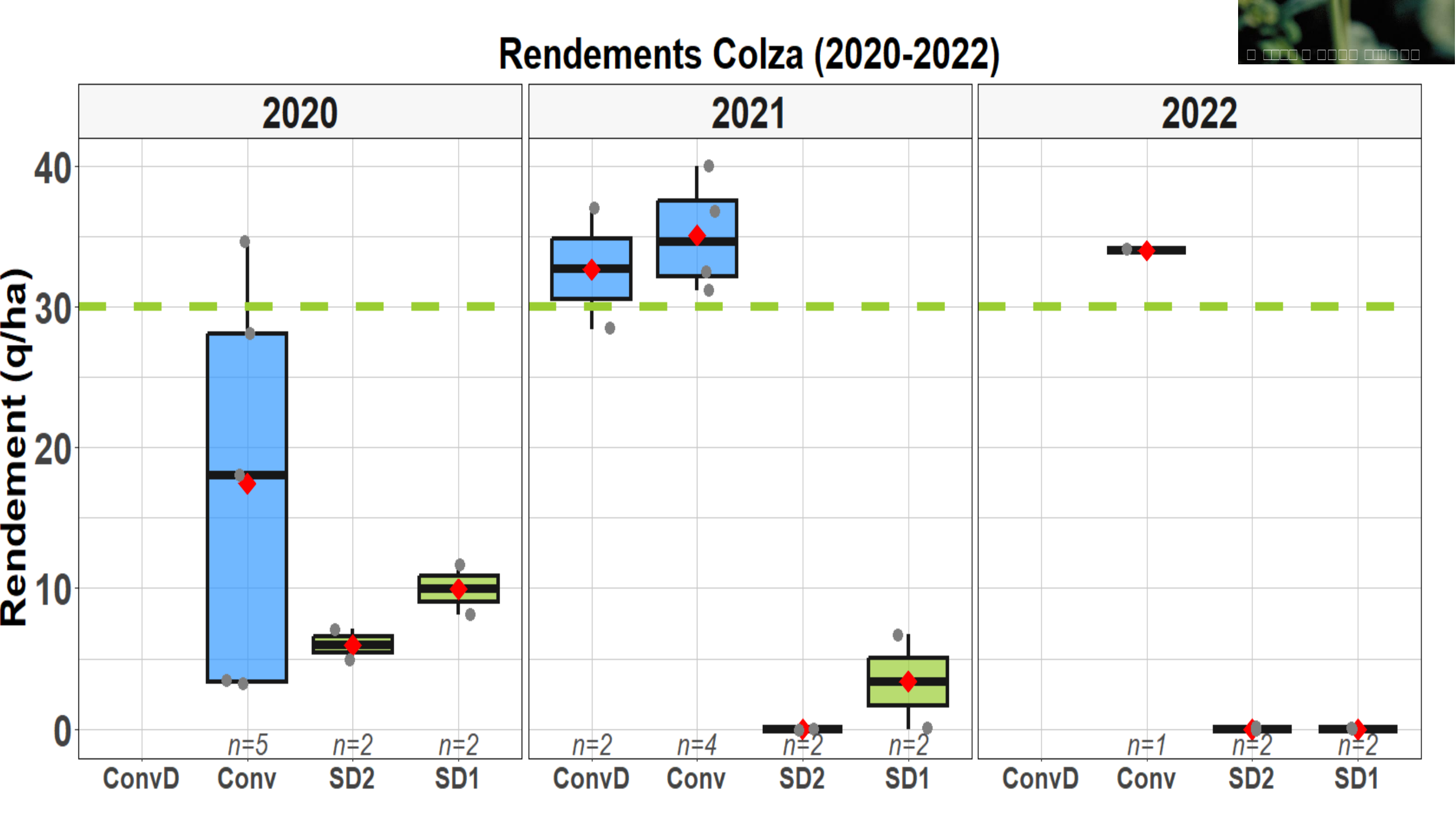
### RENDEMENTS ET QUALITÉ DES BLÉS



Année	Plantes	Maladies	Insectes	Météo
2020	Repousses d'orge et vulpin	Virose en SD2	Pucerons d'automne en SD2	Mauvaise valorisation dernier apport N
2021	Graminées (vulpin, féтуque), laiterson, plantes de service en SD1 (lotier, trèfle)		Limaces en SD1; Campagnols en SD2	
2022	Repousses de colza, graminées (brome, vulpin)			
	Pas de blés semés en SD2 car parcelles en luzerne			
	Pas de blés semés en SD1. Parcelles en impasse			
2023	Graminées (vulpins), véroniques, chardons et rumex 1/2			Diminution de l'apport N sur une parcelle au vu du salissement

Les rendements sont bien en deçà des objectifs. Le principal facteur limitant est la maîtrise des adventices graminées, et des repousses de culture. Le risque virose est bien géré avec le décalage de la date de semis.

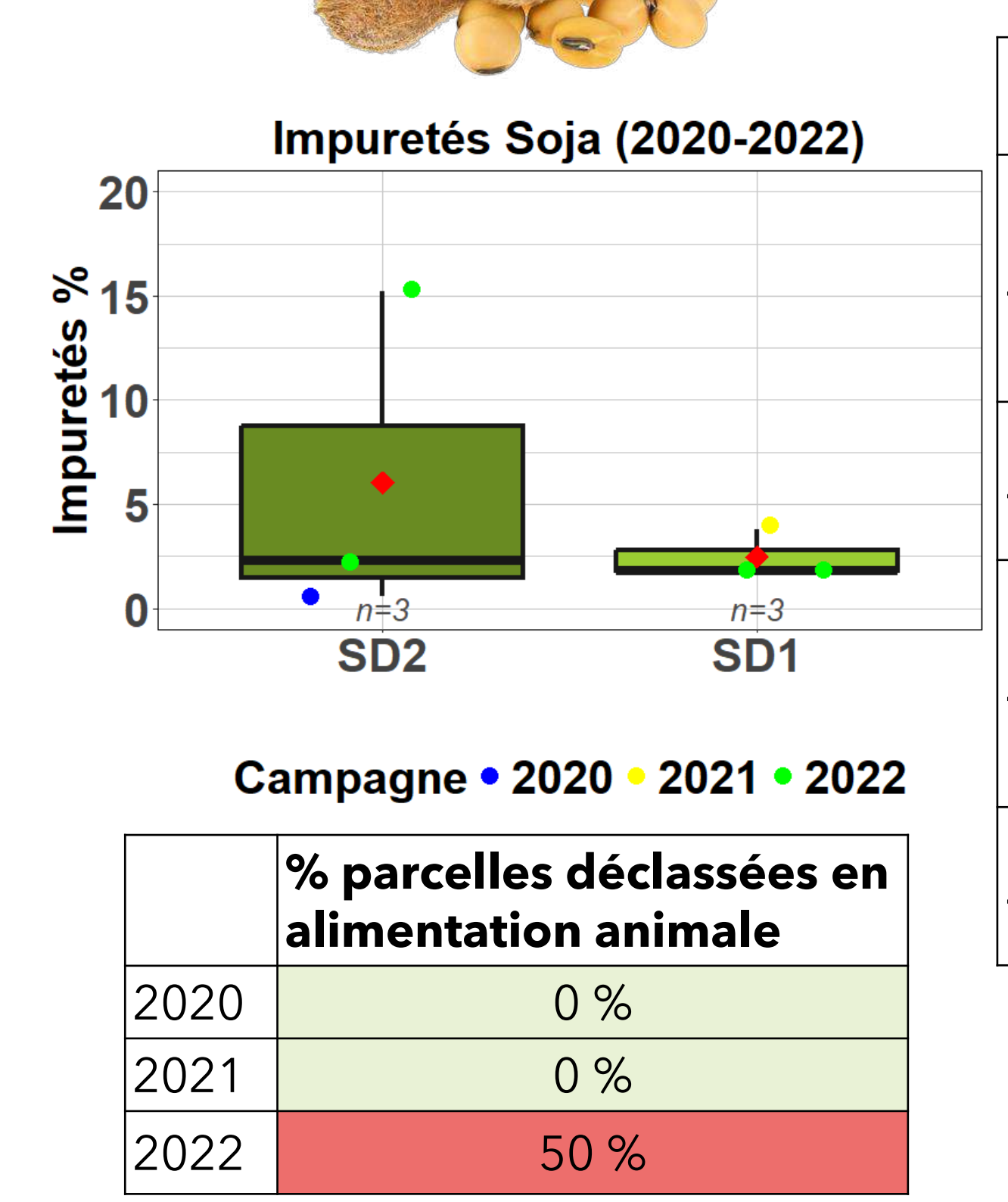
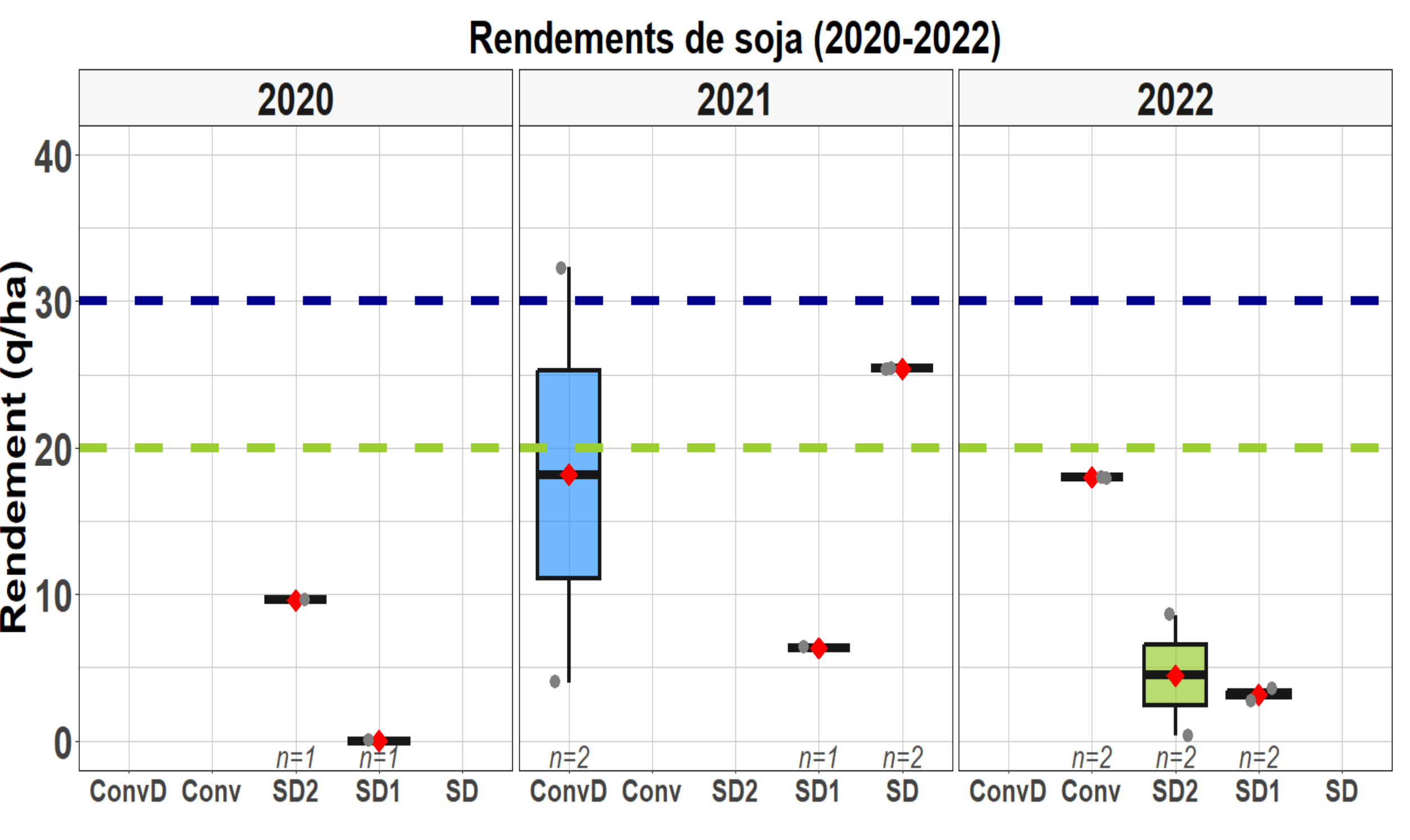
### RENDEMENTS DES COLZAS



Année	Plantes	Maladies	Insectes	Météo
2020	Repousses d'orge, et en SD2 : chardons, vulpin, liseron		Altises, Limaces et Campagnols en SD2	Sécheresse de début de cycle, concurrence des plantes compagnes
2021	Graminées (vulpin, brome), laiterson, repousses d'orge, chardons		Campagnols. Insectes d'automne en SD 2 (Altises, charançons bourgeon terminal)	
2022	Vulpin, repousses de blé, laiterson, chardons en SD2		Campagnols, limaces. Grosses altises en SD2	
2023	Pas de colza semés (Parcelles en impasse en SD1; parcelles en luzerne en SD2)			

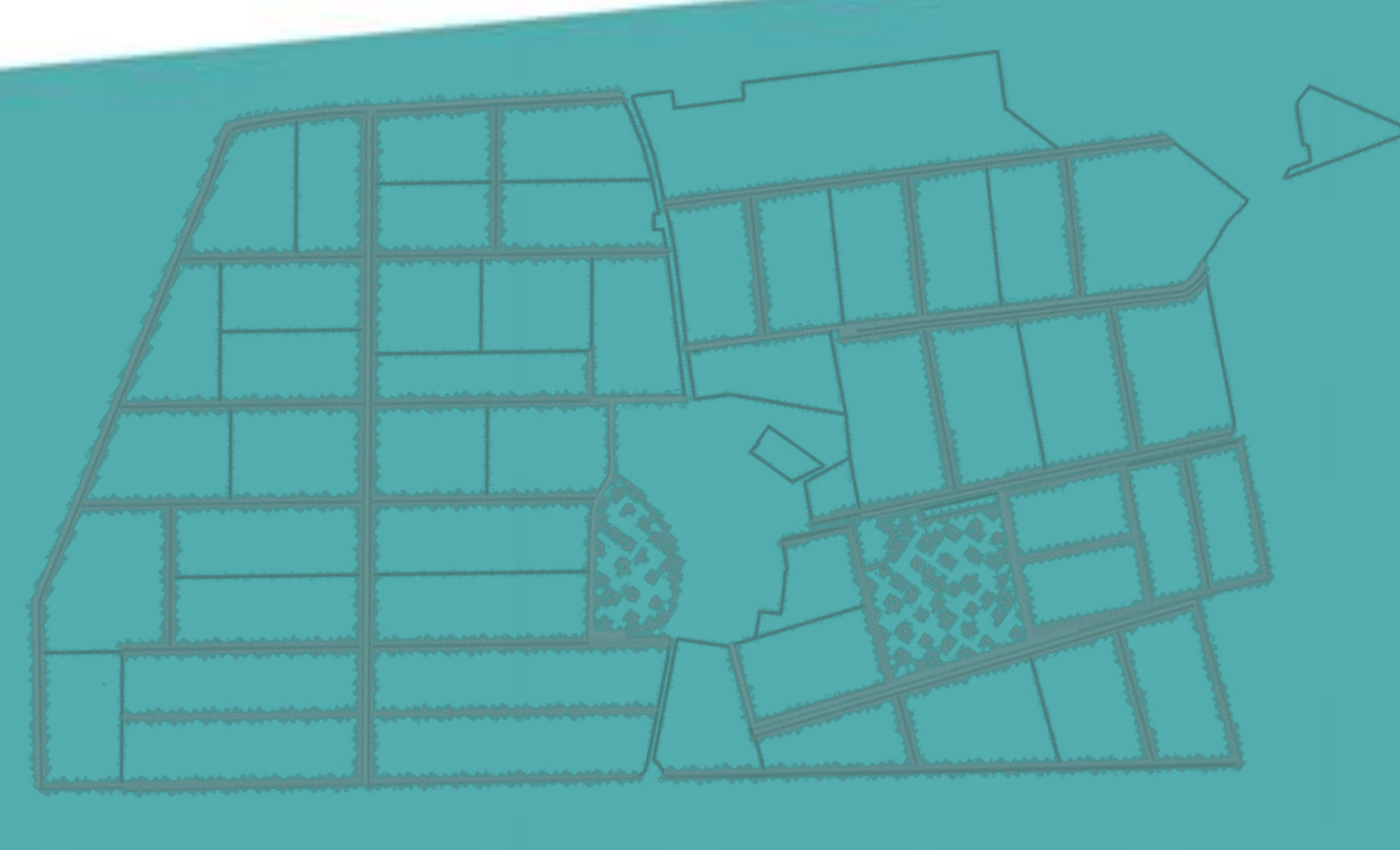
Les rendements sont bien en deçà des objectifs, les échecs de culture sont fréquents. La mise en place de la culture de colza est rapidement devenue impossible dans les parcelles en SD1 du fait d'une concurrence trop importante des adventices au semis et de la non maîtrise des populations de limaces et campagnols.

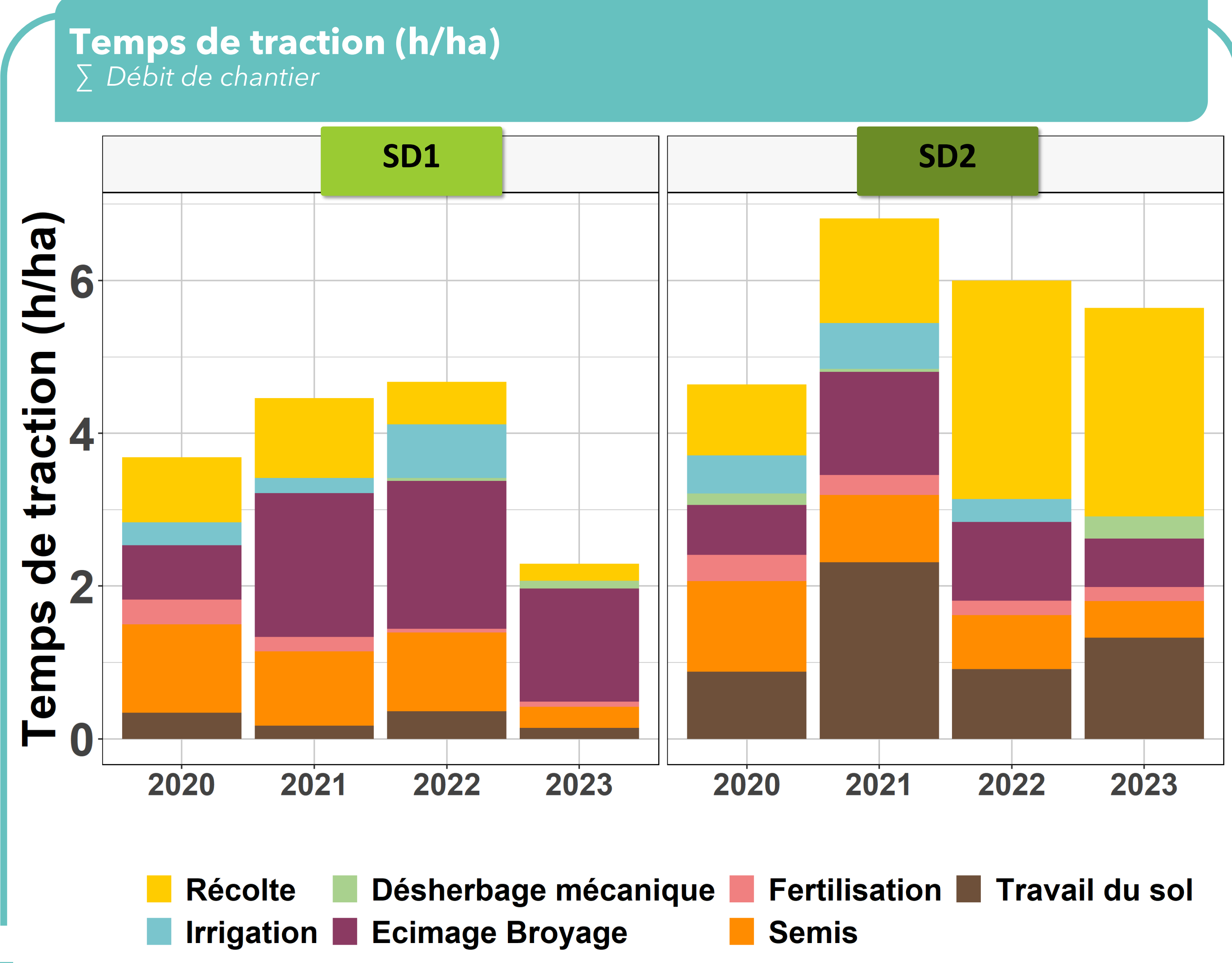
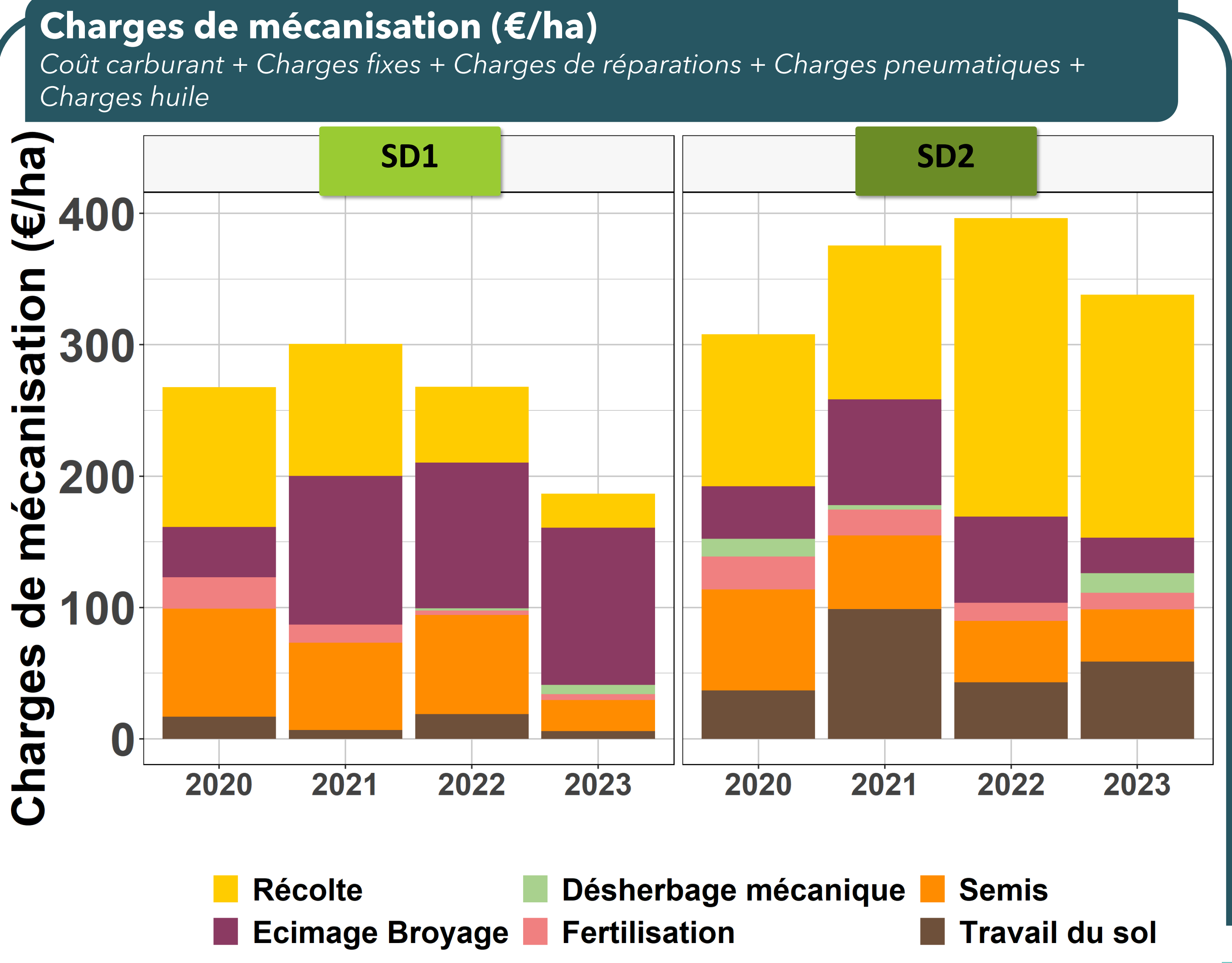
### RENDEMENTS ET QUALITÉ DES SOJAS



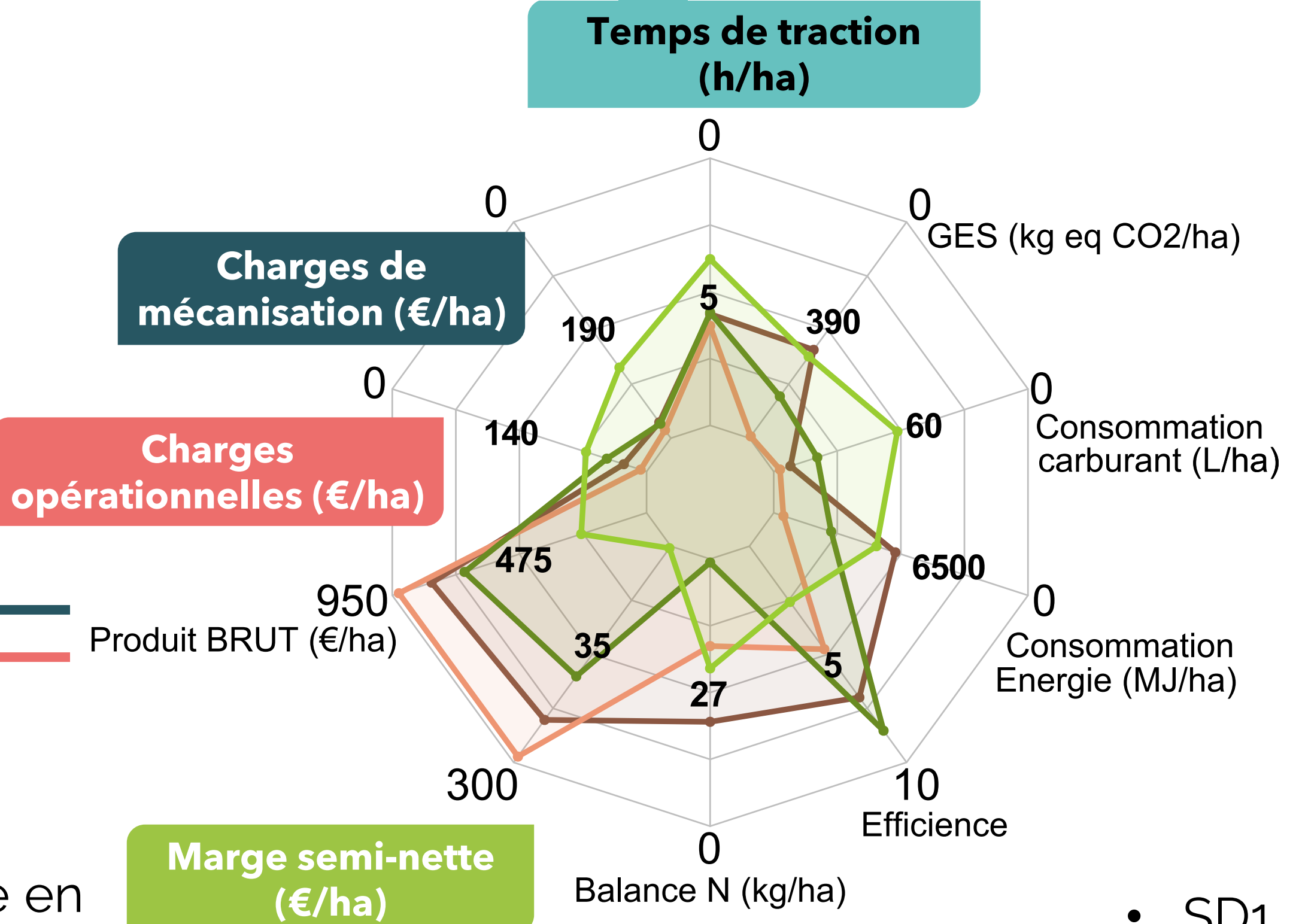
Année	Plantes	Maladies	Insectes	Météo
2020	Vulpin en SD1; Liseron, chardons, laiterson et chénopode en SD2		Campagnols en SD1	Stress hydrique lié à la concurrence des adventices
2021	Laiterson, vulpins, chardons, amarante			
2022	Très forte concurrence des graminées, laiterson, picris en SD1. Chardons en SD2 (1/2)			Stress hydrique lié à la concurrence des adventices
2023	Pas de soja semés cette année là (impasse en SD1; parcelles en luzerne en SD2)			

Les rendements sont bien en deçà des objectifs. Le principal facteur limitant est la maîtrise des adventices, leur concurrence est d'autant plus marquée que l'année est sèche, et que l'accès à l'irrigation est restreint.





- Interventions de **broyage, écimage, fauchage-andainage** fréquentes pour gérer les repousses, les adventices et les couverts
- Temps de récolte plus faible en SD1 dû aux échecs de cultures (Récolte : 4 parcelles/10 en 2022 et 2 parcelles/10 en 2023)

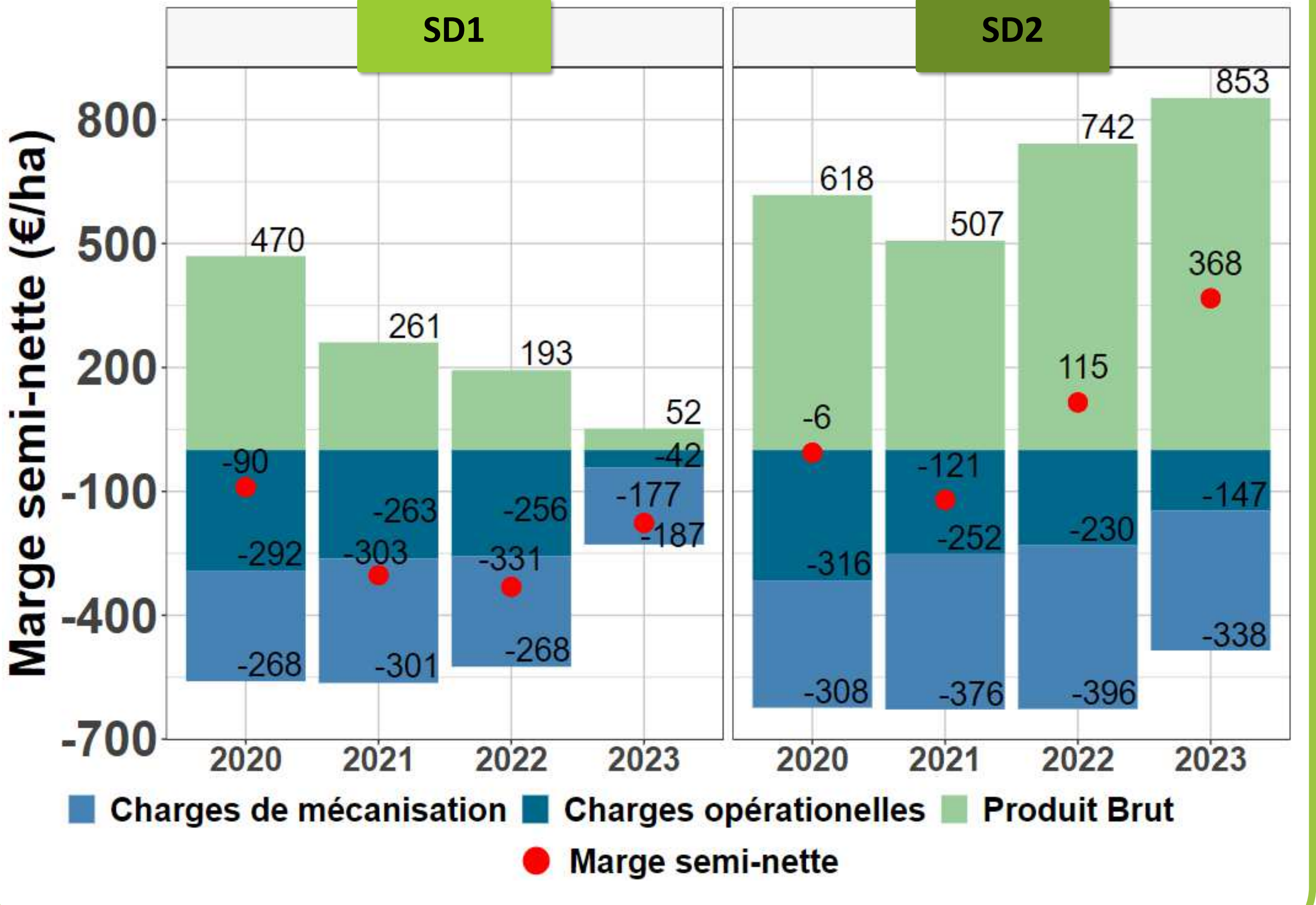
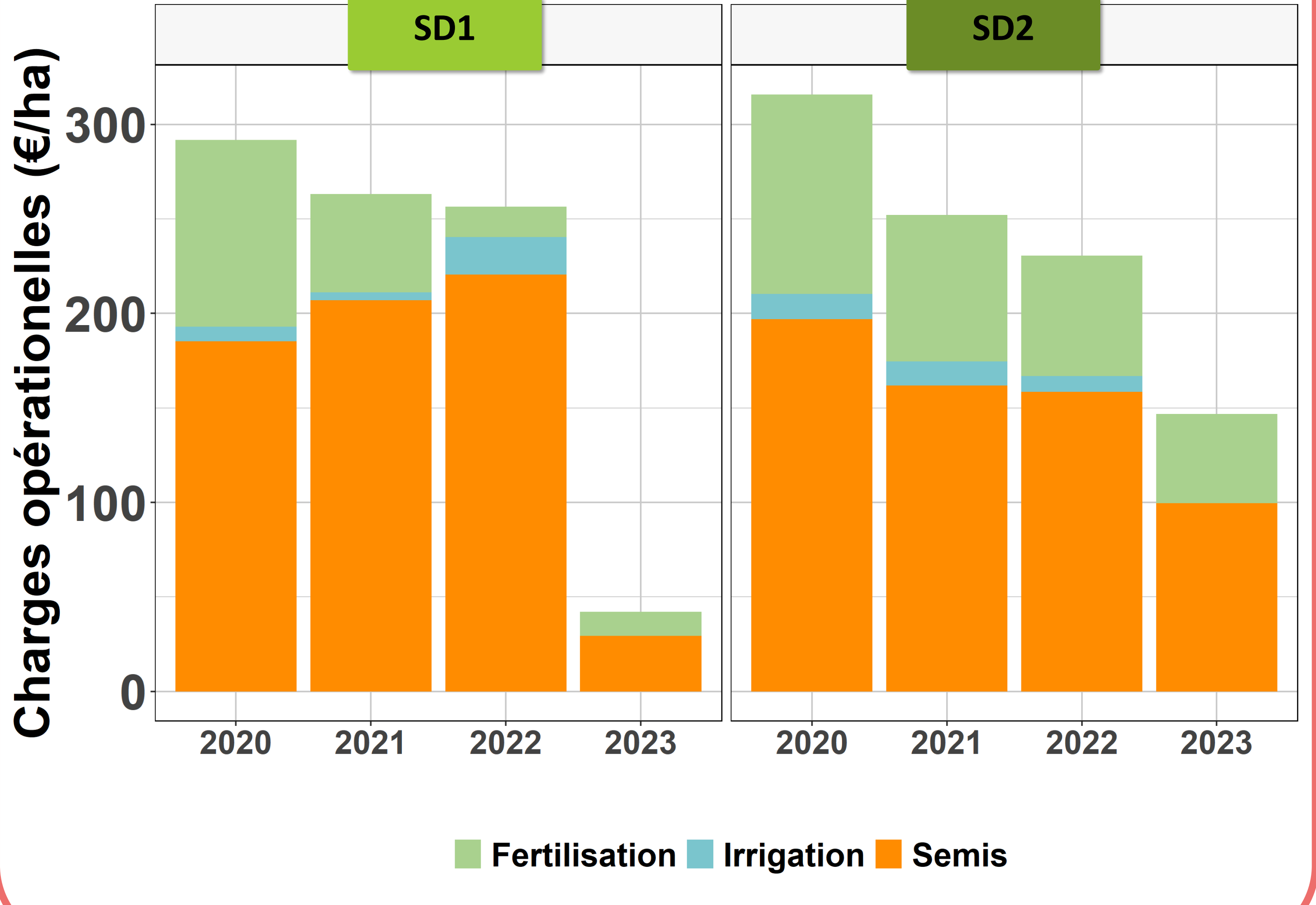


- Le temps de traction associé à la récolte en SD2 est deux fois plus élevé qu'en SD1 du fait de la présence de luzerne à partir de 2021.

- ### Charges opérationnelles (€/ha)
- Σ Quantité d'intrant × Prix d'achat
- SD2 : 4 parcelles sur 10 semées en luzerne en 2021 dont 2 avec re-semis + 3 parcelles semées en 2023 diminution des charges liées aux semences les années suivantes
  - SD1 : Impasse technique en 2023 uniquement 5 parcelles/10 semées

	TS1	TS2	
<b>SD1</b>	Semis direct non permanent Nb de parcelles = 10	<b>SD2</b>	Semis direct permanent Nb de parcelles = 10

- ### Marge semi-nette (€/ha)
- Produit brut - Charges opérationnelles - Charges de mécanisation
- SD1 : Faible ou absence de rendement (5 parcelles/10 en jachère et seulement 2 parcelles récoltées en 2023)
  - SD2 : La diminution des charges liées aux semences et les récoltes de luzernes permettent une augmentation de la MSN de 300% entre 2020 et 2023

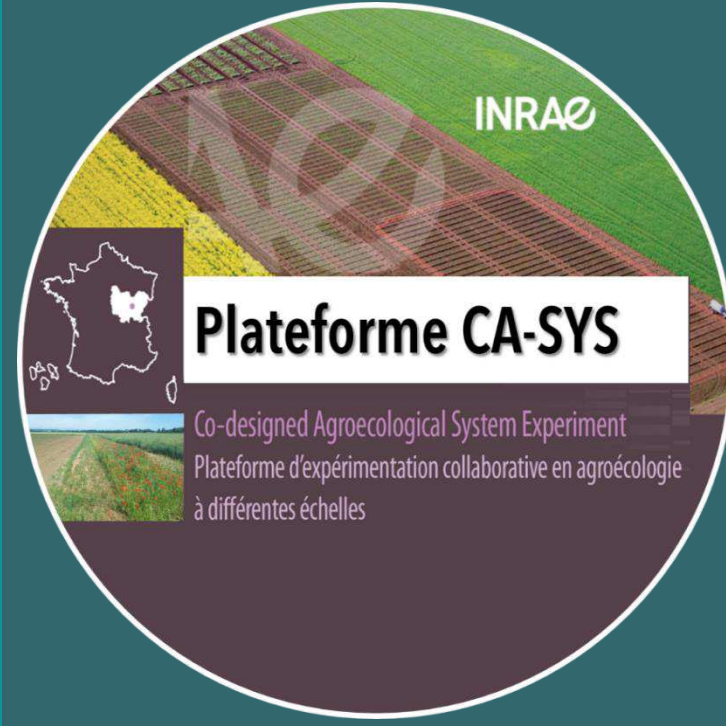




# PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

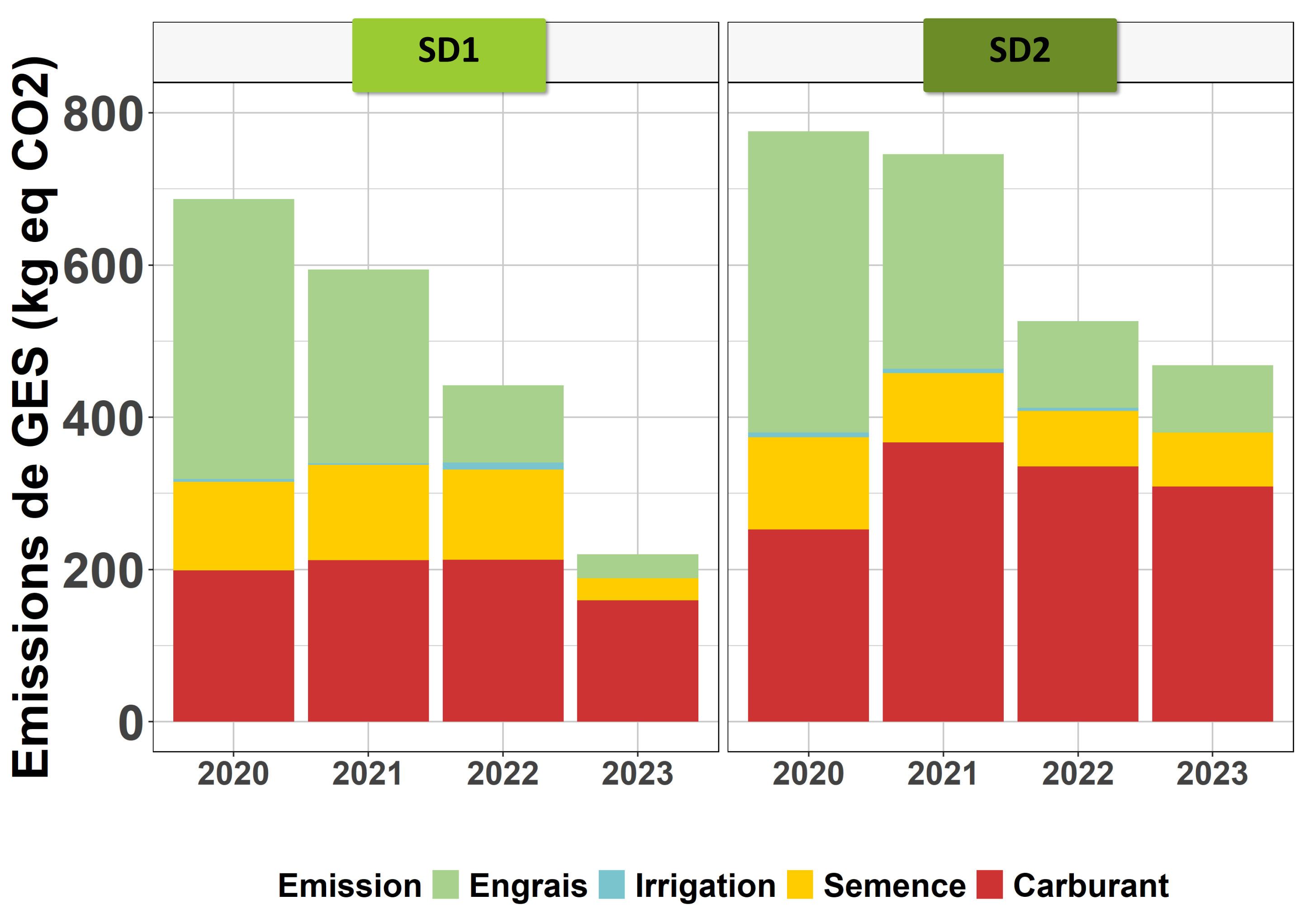
## EVALUATION MULTICRITÈRE 2020-2023 SYSTÈMES EN SEMIS DIRECT (SD1 & SD2)

- SD1
- SD2



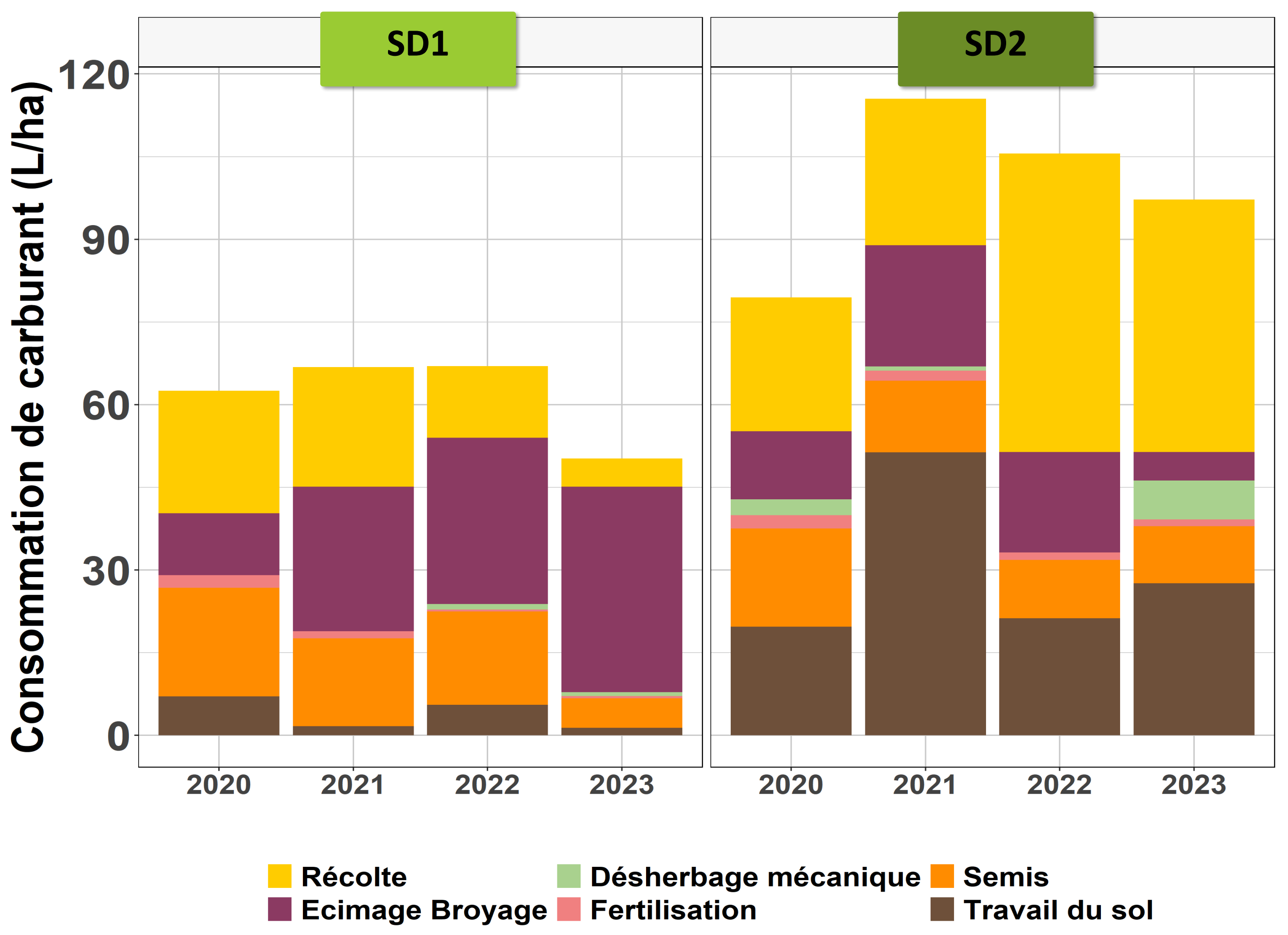
### Emissions de Gaz à Effet de Serre - GES (kg eq CO2/ha) :

Emissions (Engrais + Irrigation + Semences + Carburant)



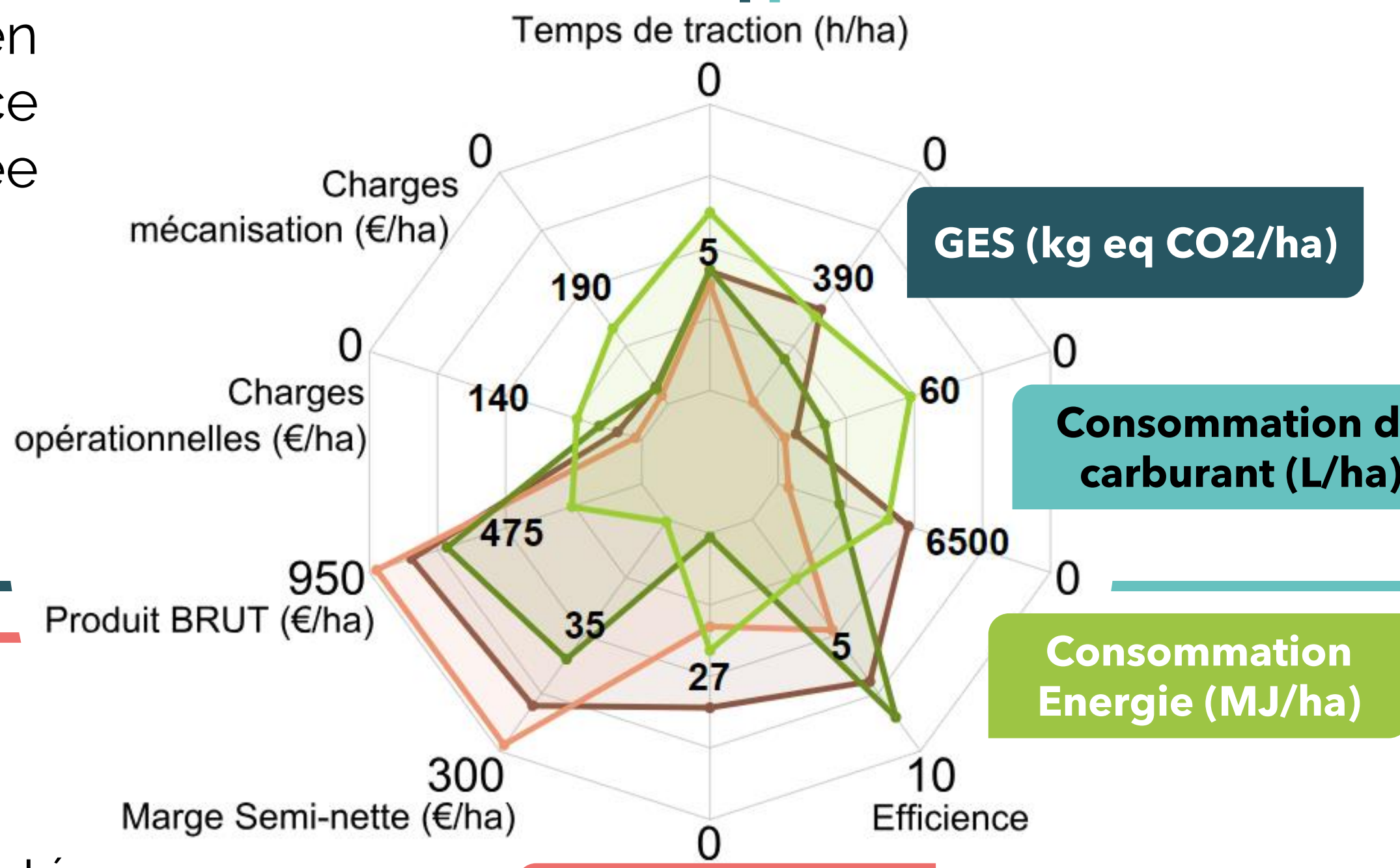
### Consommation de carburant (L/ha) :

∑ (Temps de traction × puissance × taux de charge × conso-ref)



Le système SD1 émet 29 % de GES en moins par rapport à SD2. Cette différence d'émissions de gaz à effet de serre est liée au poste carburant

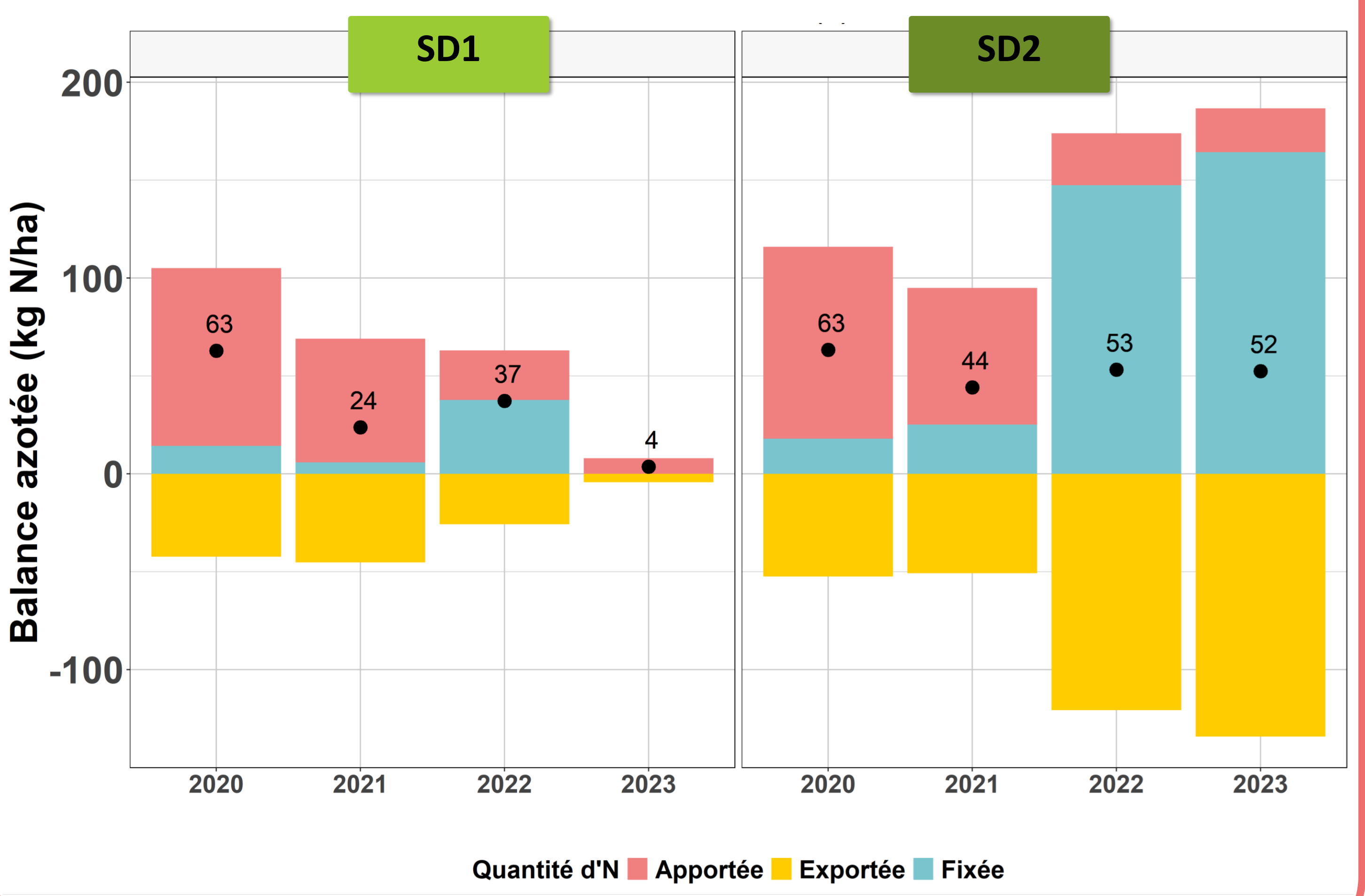
Le poste récolte sur le système SD2 est démultiplié par la présence de luzerne  
Ecimege et broyage fréquents pour gérer les repousses, les adventices et les couverts (inclus les parcelles en jachère en 2023)



### Balance azotée (kg N/ha) :

Apports N - Exports N

- Grandes quantités d'azote fixées et exportées en 2022 et 2023 du fait de la présence de luzerne dans le système SD2
- La balance azotée est toujours excédentaire en système SD. Les apports azotés sont mal valorisés par les cultures fortement impactées par les bioagresseurs.



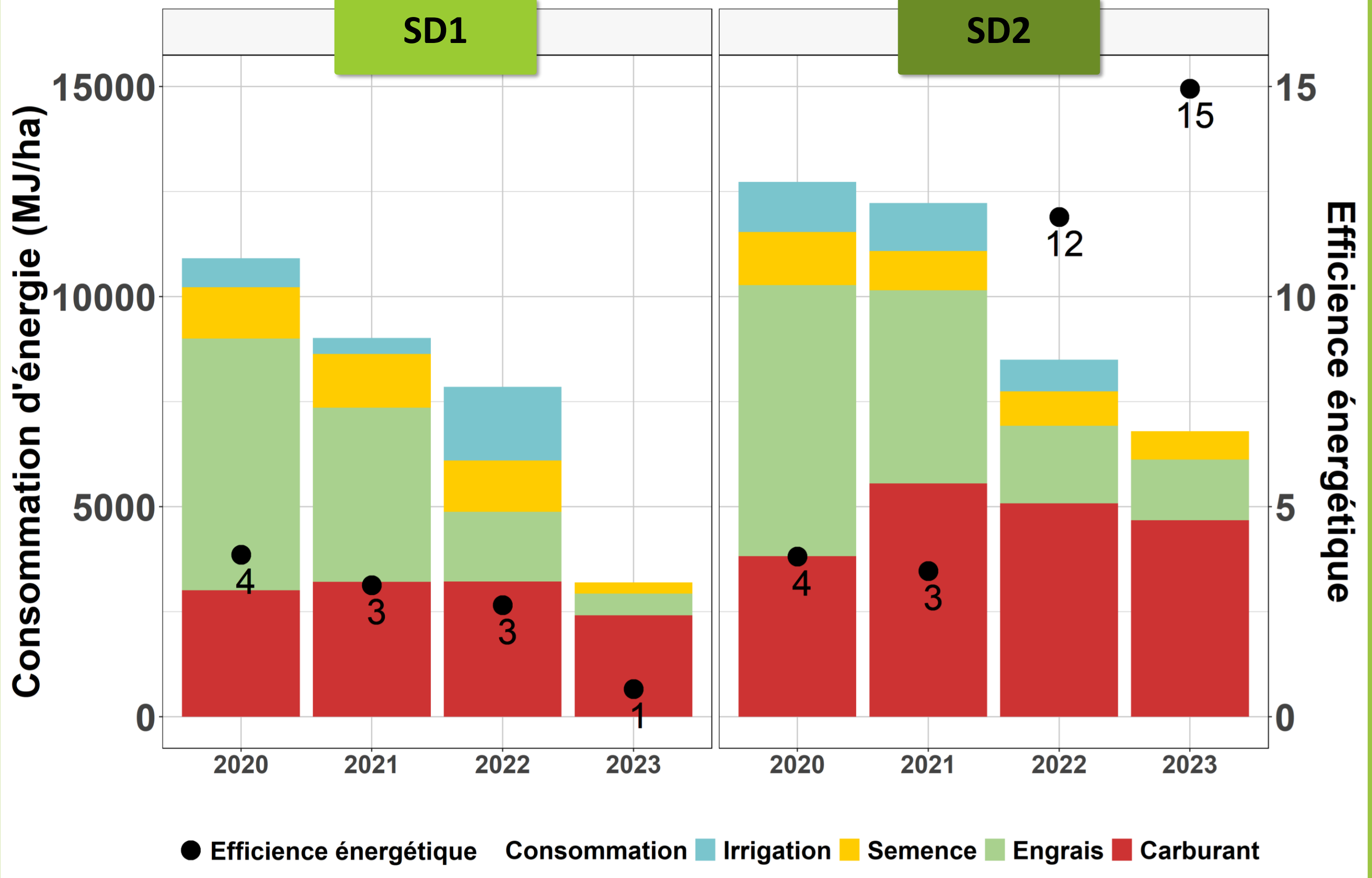
### Consommation d'énergie (MJ/ha) :

Consommation énergie (Irrigation + Semences + Engrais + Carburant)

$$\text{Efficacité énergétique} = \frac{\text{Production énergétique}}{\text{Consommation énergétique}}$$

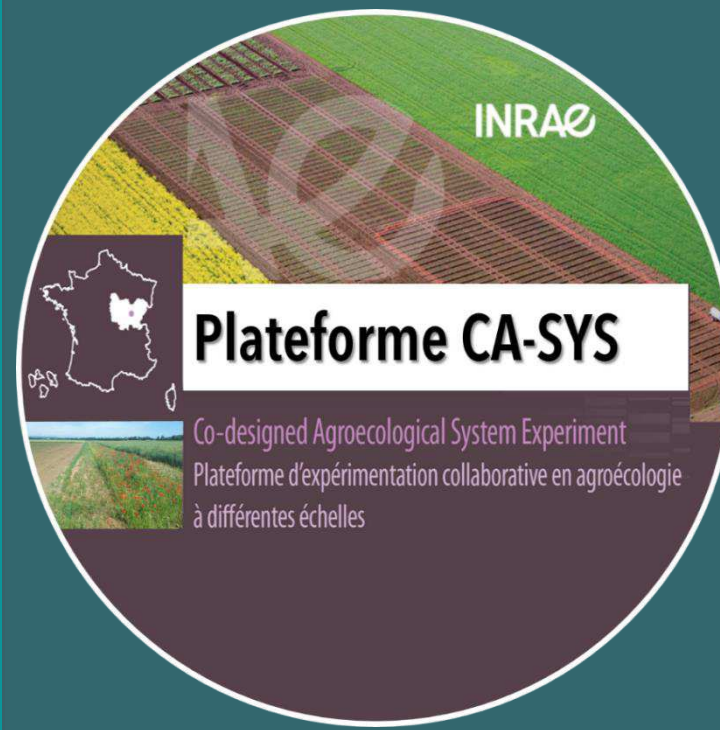
$$\text{Production énergétique} = \text{rendement grain} \times \text{contenu énergétique grain} + \text{rendement paille} \times \text{contenu énergétique paille}$$

- L'optimisation des consommations n'est pas suffisante par rapport aux productions dans les systèmes SD
- L'introduction de luzerne en SD2 pour la gestion des chardons améliore grandement l'efficacité énergétique





# SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS-DIRECT PERMANENT (SD1) ET NON PERMANENT (SD2) : ÉVOLUTIONS, CIBLES ET STRATÉGIES



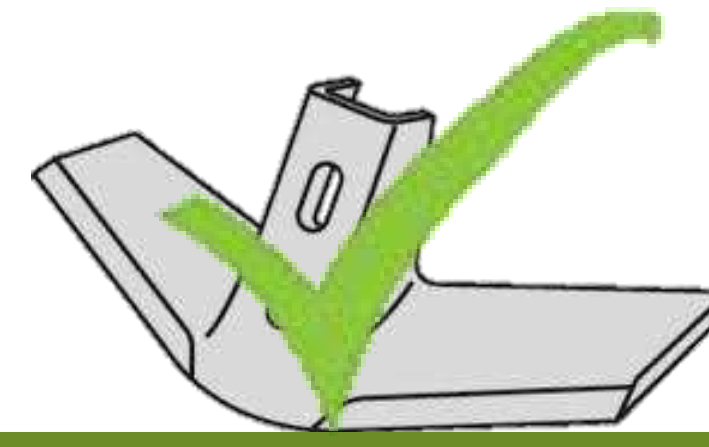
## Observations et questions soulevées après 5 ans de mise en œuvre

### SD1: Semis direct permanent

- Communautés adventices évoluent rapidement vers les astéracées, les graminées et les vivaces
- Adapter le raisonnement de la succession culturale à la gestion des repousses de cultures et des graminées adventices
- Adapter la composition des couverts aux méthodes de destruction sans herbicides
- Le changement climatique rend difficile la réussite des couverts d'interculture pourtant cruciaux, même en système irrigué
- Augmenter la densité de semis des cultures et des couverts
- Campagnols et limaces constituent un problème majeur malgré leur dynamique de population très cyclique
- 8 des 10 parcelles étaient en impasse agronomique sans possibilité de récolte



SD1  
Semis-direct  
Permanent



SD2  
Semis-direct non  
permanent



### SD2: Semis direct non permanent

- Le travail superficiel du sol est difficile à mettre en œuvre pour assurer une destruction complète du couvert
- Le scalpage n'est pas assez intense pour gérer les repousses et pas assez fréquent pour gérer le chardon
- Le désherbage mécanique reste difficile à mettre en œuvre à cause des résidus de culture à la surface du sol
- Implantation de luzerne sur 4 puis 3 parcelles /10 pour gérer les adventices vivaces durant 3 ans
- Luzerne pouvant laisser s'installer le ray-grass en 3ème année (2/4 parcelles)

Ré-orientation  
des systèmes SD1 et SD2

Définition des cibles :

**Systèmes de culture productifs et résilients, conduits dans un contexte de changement climatique, sans recours aux pesticides avec un sol en bonne santé**

Pilotage plus adaptatif des systèmes (pas-à-pas)

**Explorer la transition vers des systèmes agroécologiques SD sans pesticides et sans travail du sol à travers deux visions d'une perturbation minimale du sol**

#### SD1

- Maximiser les régulations biologiques
- Limiter au maximum la fréquence de travail du sol : perturbation profonde (y compris labour) ponctuelle si nécessaire
- La rentabilité du système est assurée par le paiement d'une diversité de services écosystémiques

#### SD2

- Utiliser de manière complémentaire les régulations biologiques et mécaniques
- Limiter au maximum la fréquence de travail du sol : perturbation superficielle (pas de labour) récurrente si nécessaire
- La rentabilité du système est issue principalement de la vente des productions végétales.

