



Indicateurs multicritères de performance de pratiques de restauration des fonctions écologiques des sols :
Le contexte de la riziculture pluviale des hautes terres de Madagascar

Maurane DAMOISEAUX

Patron de mémoire :
Mario CANNAVACCIUOLO

Maître de stage:
Éric Blanchart

L'UMR Éco&sols



4 partenaires



Thème 1

Biodiversité et fonctions écologiques dans les sols

Thème 2

Interactions sols/plantes et couplages biogéochimiques

Thème 3

Bilan du carbone, fertilité des sols et changements globaux.

Le projet  **SECURE**  agropolis fondation



SECuRE : Soil ECological function Restauration
« Restaurer les fonctions écologiques du sol pour sécuriser l’agriculture »

Partenaires

Français



Malgaches



SECuRE : Problématique de Madagascar

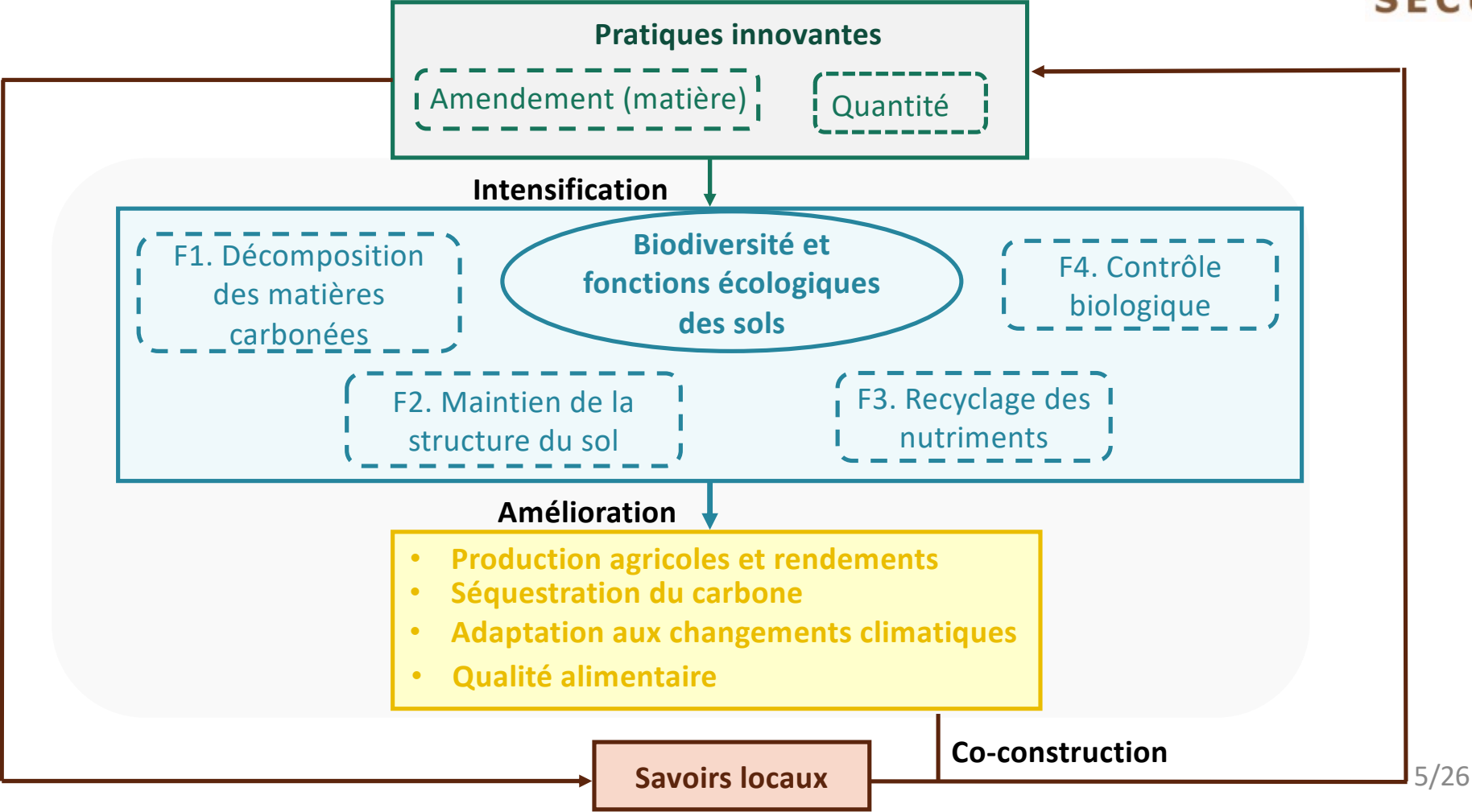


Riziculture pluviale sur
pentes

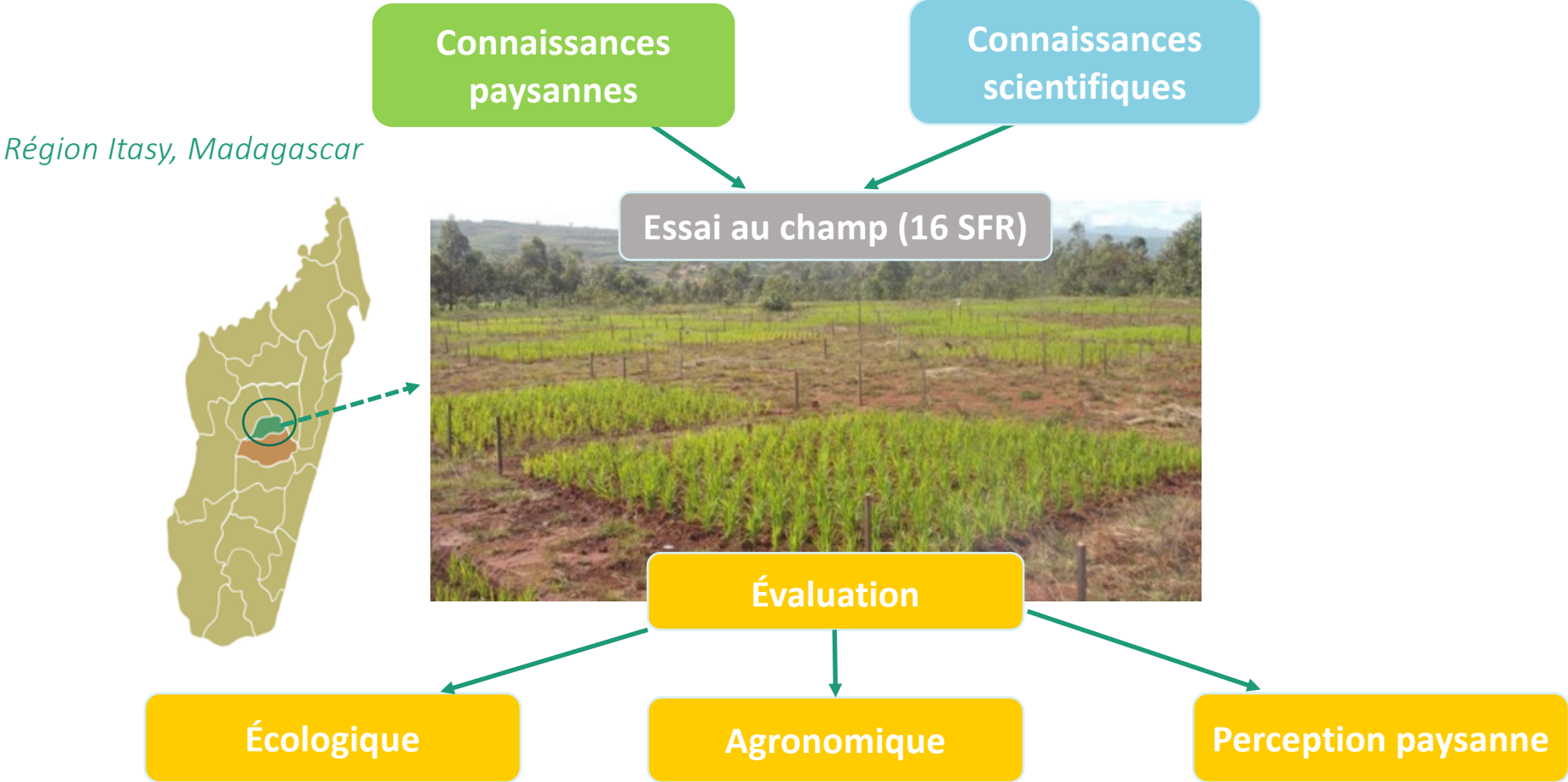
SOLS
FERRALLITIQUES

Riziculture inondée des
bas fonds

SECuRE : Schéma conceptuel



Expérimentation au champ(2018-2019)



Mission de stage

Evaluation multicritères des performances des **pratiques de restauration des fonctions écologiques** des sols de Madagascar (Itasy) dans le contexte de la production de **riz pluvial** dans les Hautes Terres.

Objectif 1

Recensement des **différentes méthodes** de mise en place d'indicateurs dans la littérature

Objectif 2

Application de la **meilleure méthode** au jeu de donnée SECuRE pour **évaluer les meilleures pratiques de restauration des fonctions écologiques**



État de l'art

Sélection des descripteurs

Normalisation

Pondération

Agrégation

Indicateurs

Notion d'Indicateur
Outil permettant de décrire,
Evaluer, suivre une évolution.
(« indices »)

Descripteurs = variables
✓ Sensibilité, fiabilité,
spécificité
✓ Interprétable
✓ Pratique

Différentes approches

Experte

Statistiques



Question de recherche

Quelle **méthode de construction** d'indicateurs permettrait **d'évaluer les pratique(s) SFR testées** sur le site d'Itasy et de déterminer celles(s) qui permet(tent) de restaurer au mieux **les fonctions des sols** au bénéfice de la **production de riz pluvial** et sont acceptables d'un point de vue **agronomique** et **socio-économique** par les **paysans de la région** pour être facilement mises en place ?

Quels **résultats** peut-on tirer de ces indicateurs vis-à-vis de ces pratiques ?

Hypothèse 1

Les résultats sont **influencés par l'approche méthodologique** utilisée pour construire l'indicateur.

Hypothèse 2

Les résultats des indicateurs montrent que **les pratiques les plus performantes** pour restaurer les fonctions **écologiques** sont les plus performantes **agronomiquement**.

Hypothèse 3

Des **freins d'acceptabilité** socio-économique rendent certaines pratiques performantes pour restaurer les fonctions écologiques des sols et pour la production agricole, difficilement acceptables.

Les SFR testés

2 SFR Témoins

SFR	Matière(s) organique(s)	Matière(s) minérale(s)	Pratique
SFR8	Aucune	NPK 11-22-16 (100Kg/ha) Urée (100 kg/ha)	Contrôle positif
SFR16	Aucune	Aucune	Contrôle négatif

Engrais NPK



Les SFR testés

3 SFR paysans

SFR	Matière(s) organique(s)	Matière(s) minérale(s)	Pratique
SFR1	Poudrette de Parc (3t MS/ha)	Aucune	Paysanne
SFR2	Fumier traditionnel (3t MS/ha)	Aucune	Paysanne
SFR3	Fumier traditionnel (3t MS/ha)	NPK 11-22-16 (40kg/ha)	Paysanne

Poudrette de parc



Fumier traditionnel



Les SFR testés

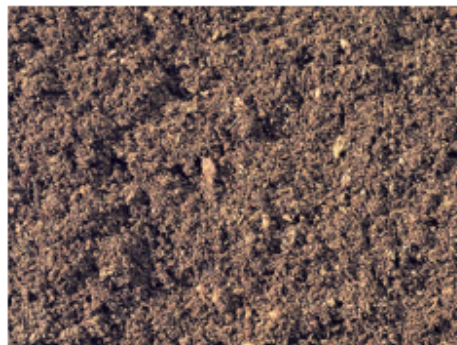
4 SFR scientifiques MO seul

SFR	Matière(s) organique(s)	Matière(s) minérale(s)	Pratique
SFR4	Fumier traditionnel (6t MS/ha)	Aucune	Scientifique
SFR5	Fumier amélioré (6t MS/ha)	Aucune	Scientifique
SFR6	Compost (6t MS/ha)	Aucune	Scientifique
SFR7	Lombricompost (6tMS/ha)	Aucune	Scientifique

Fumier amélioré



Compost



Lombricompost



Les SFR testés

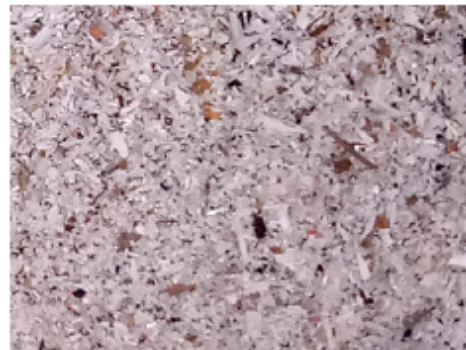
3 SFR scientifiques MO +MM

SFR	Matière(s) organique(s)	Matière(s) minérale(s)	Pratique
SFR9	Fumier traditionnel (6t MS/ha)	Dolomie (500Kg/ha)	Scientifique
SFR10	Fumier traditionnel (6t MS/ha)	Cendre (500Kg/ha)	Scientifique
SFR11	Fumier traditionnel (6t MS/ha)	Prochimad (500 Kg/ha)	Scientifique

Dolomie



Cendres de balles de riz:



Prochimad



Les SFR testés



4 SFR scientifiques mélanges de différentes MO et MM

SFR	Matière(s) organique(s)	Matière(s) minérale(s)	Pratique
SFR12	Fumier traditionnel (2t MS/ha), Compost (2t/ha), Lombricompost(2t/ha)	Aucune	Scientifique
SFR13	Fumier traditionnel (2t MS/ha), Compost (2t/ha), Lombricompost(2t/ha)	Cendre (500kg/ha)	Scientifique
SFR14	Fumier traditionnel (2t MS/ha), Compost (2t/ha), Lombricompost(2t/ha)	Prochimad (500Kg/ha)	Scientifique
SFR15	Fumier traditionnel (2t MS/ha), Compost (2t/ha), Lombricompost(2t/ha), Guano (500Kg/ha)	Aucune	Scientifique

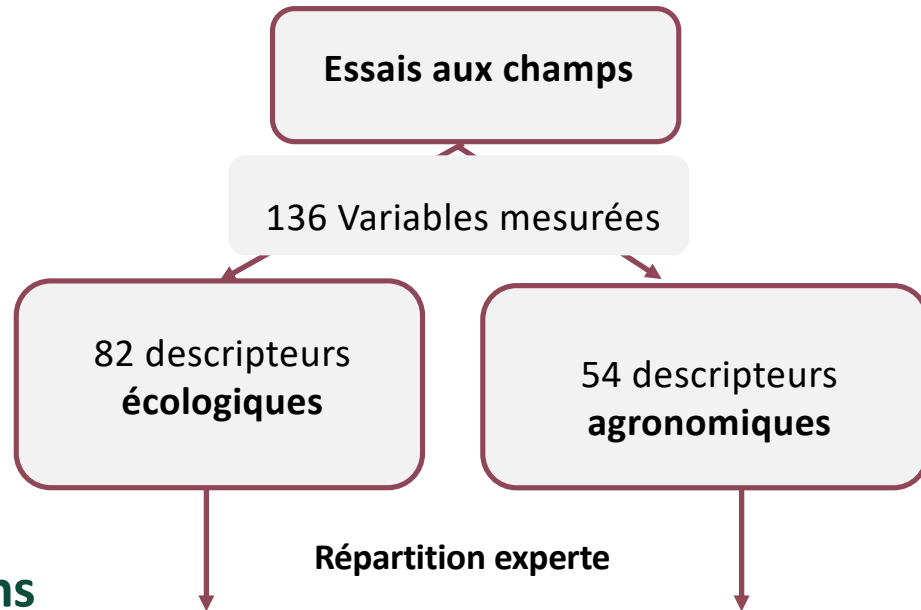
Guano





Jeu de données

Axe

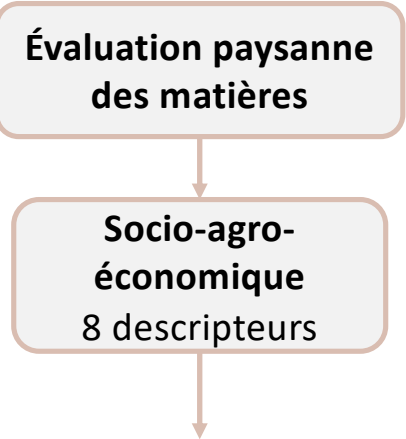


Fonctions

Répartition experte

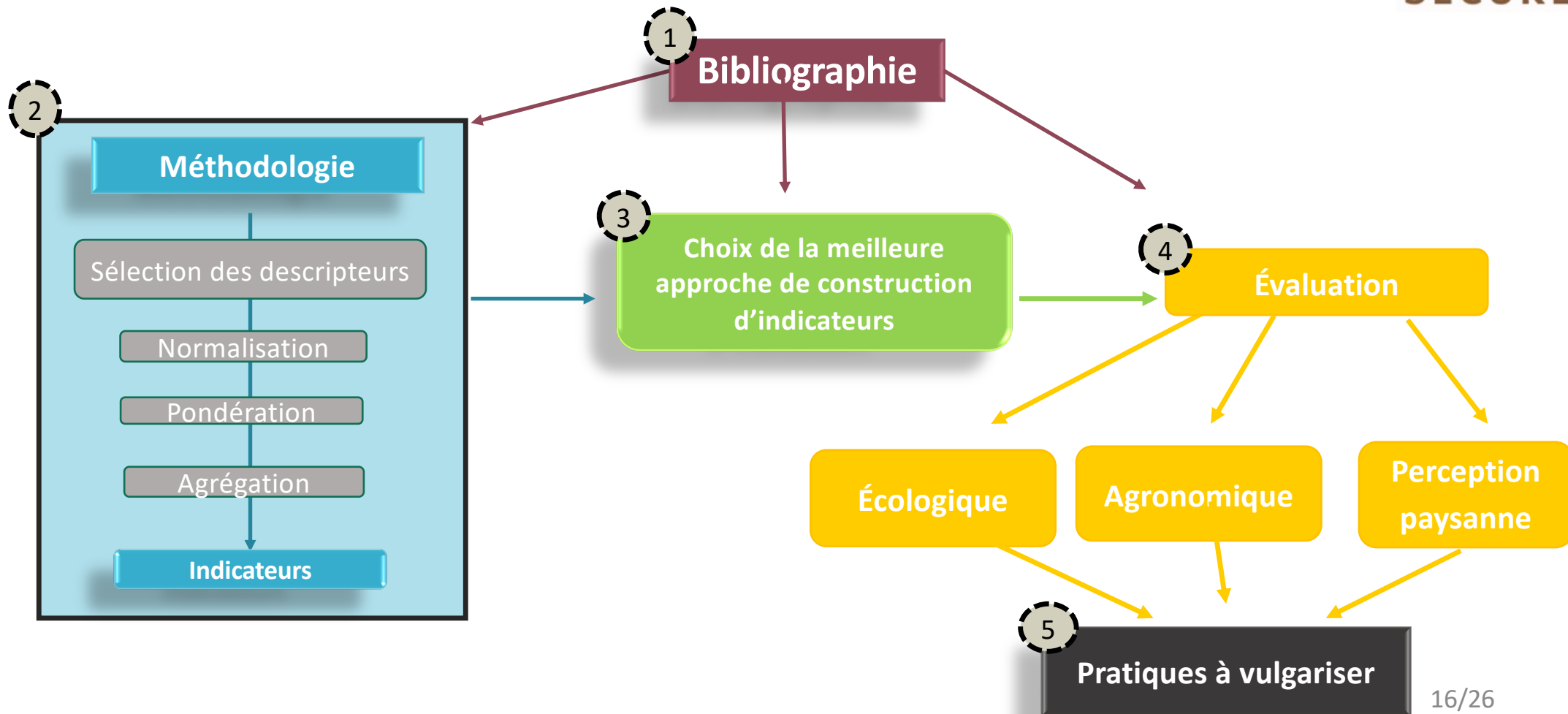
- E1 : Paramètre physico-chimique
- E2 : Dynamique du carbone
- E3 : Recyclage des nutriments
- E4 : Régulation des ravageurs
- E5 : Maintien de la biodiversité

- A1 : Croissance de la plante
- A2 : Biomasse de la plante
- A3 : Rendement
- A4 : Qualité des grains
- A5 : Qualité des pailles



- Accessibilité
- Sol
- Epannage
- Usage
- Bioagresseurs
- Coût
- Transport
- Production « riz »

Démarche méthodologique



Les différentes approches testées

L'approche de référence
(Obriot et al, 2016)

Jeu de données initiaux

Fonction

Sélection

Suppression des
corrélations

Wilcoxon

Pondération

ACP

Scoring

Min max
optimum

Agrégation

Moyenne

Indicateur

Les différentes approches testées

Les approches « expertes »

L'approche de référence (Obriot et al, 2016)

Les approches « statistiques »

	Les approches « expertes »	L'approche de référence (Obriot et al, 2016)	Les approches « statistiques »
Jeu de données initiaux	Fonction	Fonction	Fonction
Sélection	Suppression des corrélations Experte	Suppression des corrélations Wilcoxon	Suppression des corrélations + stepdisc Stepdisc
Pondération	Experte Non	ACP	Non Stepdisc
Scoring	Ecart min max optimum	Min max optimum	Ecart min max optimum
Agrégation		Médiane/moyenne	Moyenne

18 approches testés

Indicateur retenu

Descripteurs sélectionnés

Descripteurs sélectionnés pour chaque fonction écologique

Maintien d'un bon environnement
Physico-chimique

- ✓ pH in situ
- ✓ pH eau

Dynamique du carbone

- ✓ AWCD polymers
- ✓ Taux de décomposition du thé rouge

Recyclage des nutriments

- ✓ Stock de phosphore disponible
- ✓ Phosphore microbien

Régulation des ravageurs

- ✓ Indice de structure des nématodes

Maintien de la biodiversité

- ✓ Biomasse vers de terre
- ✓ Nombre de taxon de macrofaune
- ✓ Densité de prédateurs
- ✓ Richesse taxon
- ✓ Nombre de nématodes par Kg de terre
- ✓ RF (activité microbienne)

13 descripteurs de l'axe écologique

Descripteurs sélectionnés

Descripteurs sélectionnés pour chaque fonction agronomique

Croissance du riz

- ✓ Hauteur 1 mois
- ✓ Hauteur 2 mois

Biomasse du riz

- ✓ Biomasse racinaire
- ✓ Shoot root
- ✓ Hauteur épiaison

Rendement

- ✓ Hauteur à 7 poquets
- ✓ Rendement paille
- ✓ Rendement en grain
- ✓ Harvest Index

Qualité des grains

- ✓ C grain
- ✓ N grain
- ✓ C/N grain
- ✓ P grain

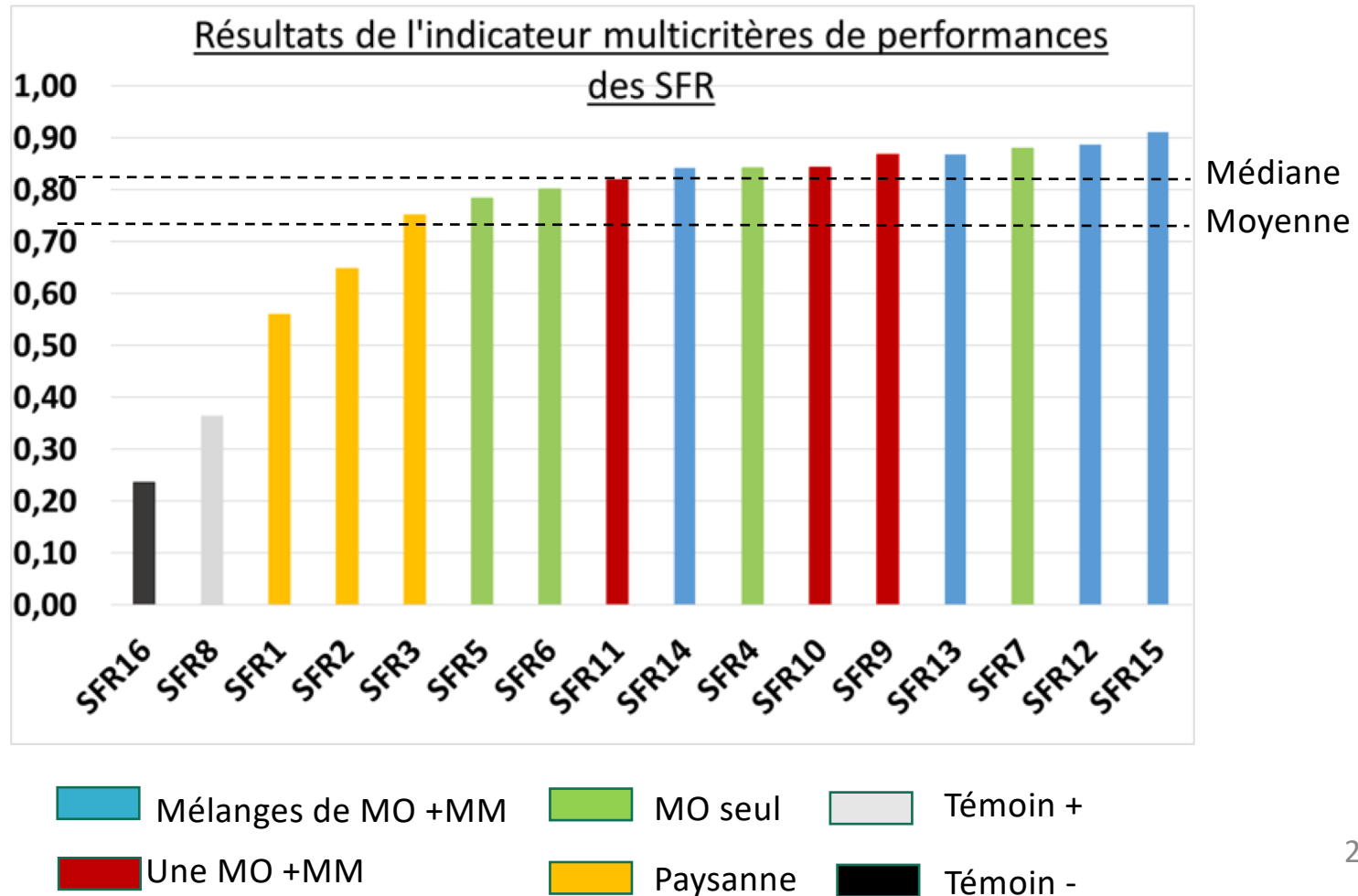
Qualité des pailles

- ✓ C
- ✓ N
- ✓ P
- ✓ ADL
- ✓ SPAD

- ✓ C plante entière
- ✓ N plante entière
- ✓ P plante entière

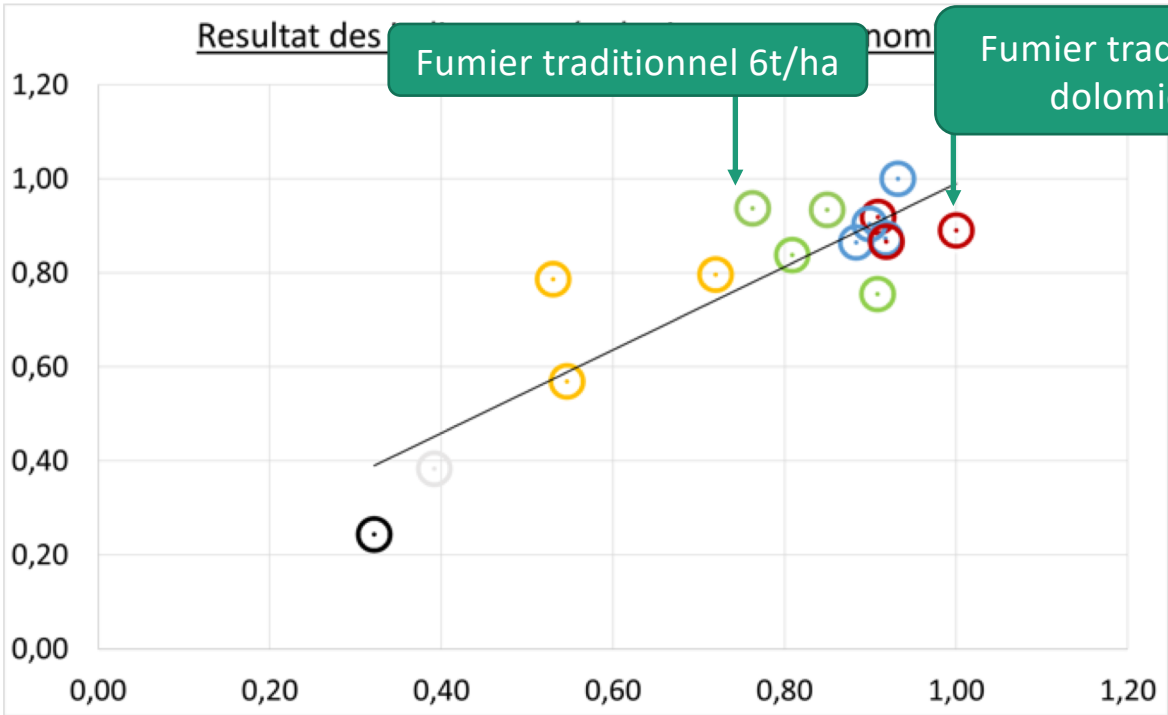
25 descripteurs de l'axe agronomique

Résultats de l'indicateur global



Résultats des performances Écologiques et agronomiques

Performance Agronomique

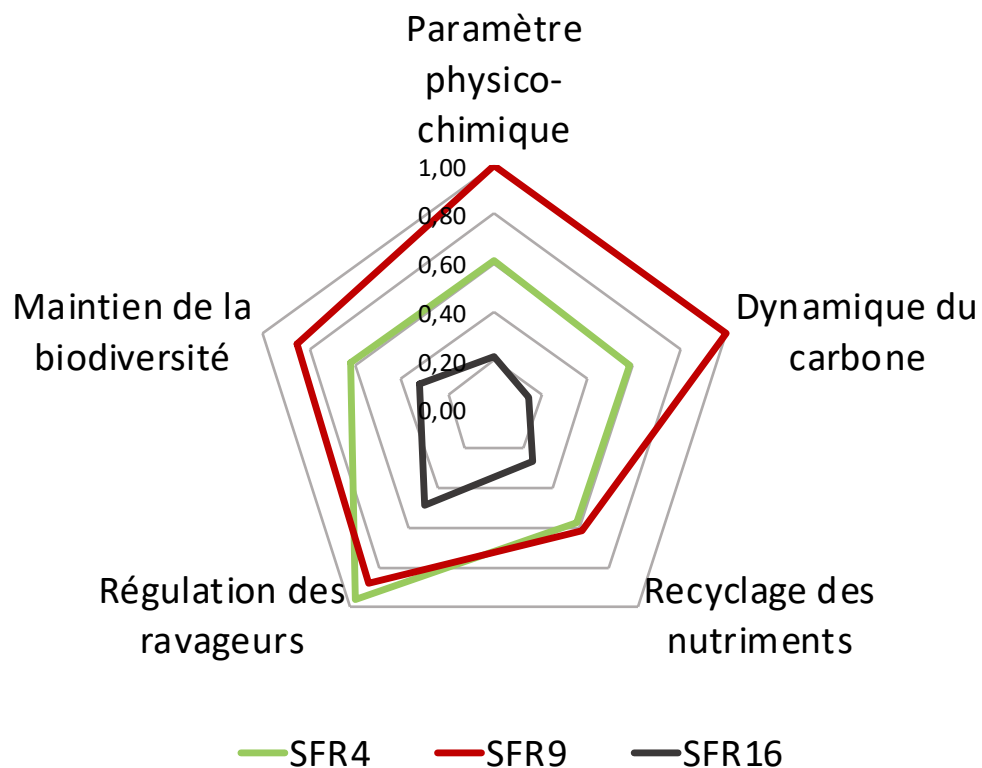


Performance Ecologique

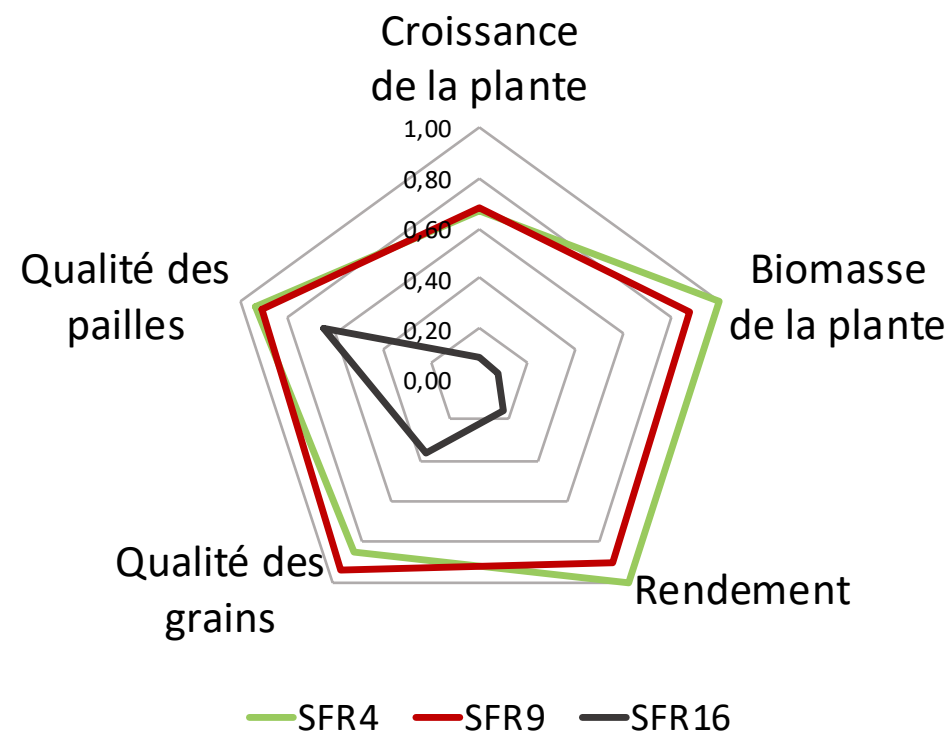
- Mélanges de MO +MM
- MO seul
- Témoin +
- Une MO +MM
- Paysanne
- Témoin -

Performances des fonctions

Fonctions Écologiques

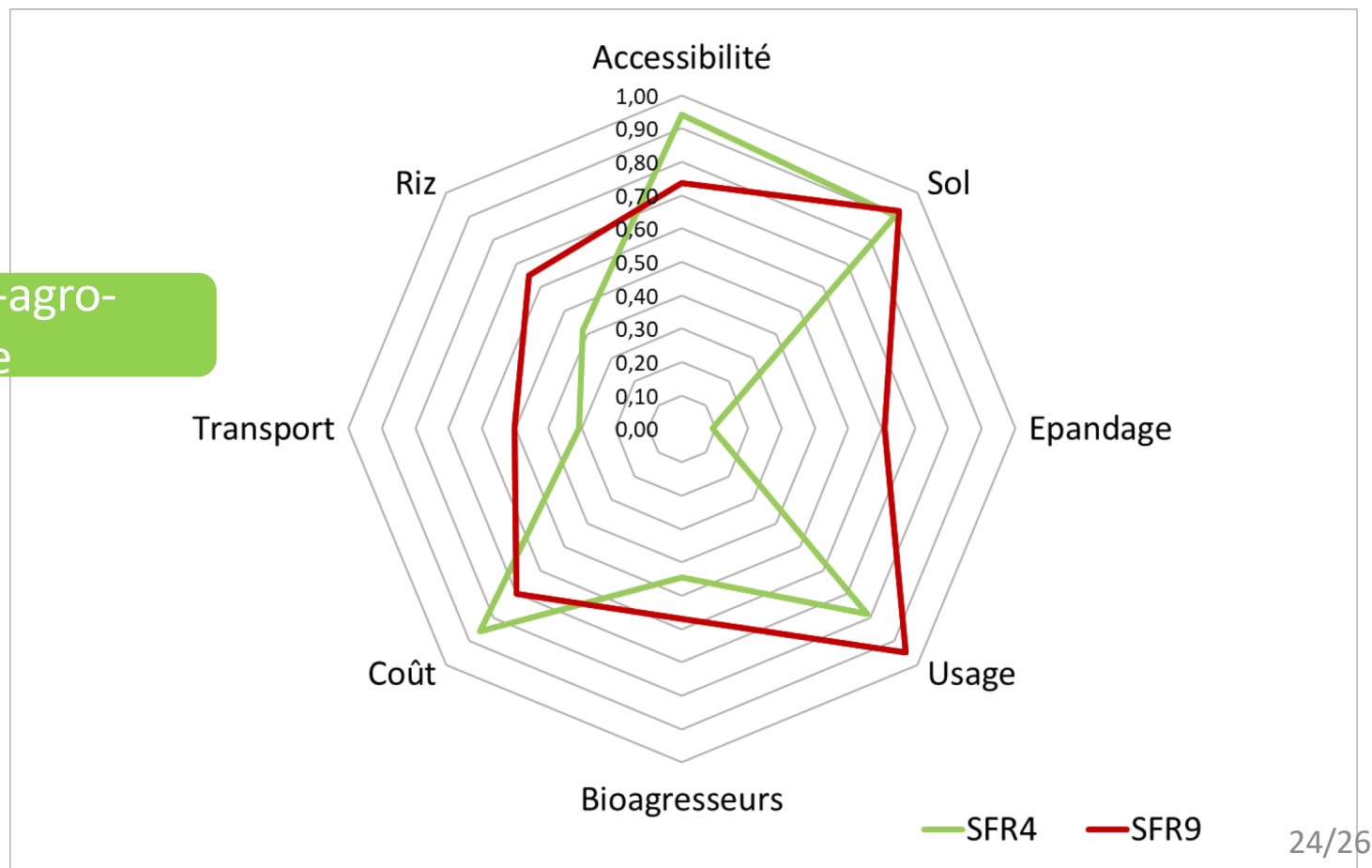


Fonctions Agronomiques



Sont-ils acceptés par les paysans ?

Perception socio-agro-économique



Conclusion et perspectives

- ✓ H1 : Indicateurs corrélés, les méthodes « statistiques » sont plus objectives, les méthodes expertes plus explicatives
- ✓ Les SFR en mélange sont les plus performants
- ✓ H2 : Fortes corrélations entre les performances écologiques et agronomiques
- ✓ H3 : Freins de perception, vulgarisation des résultats





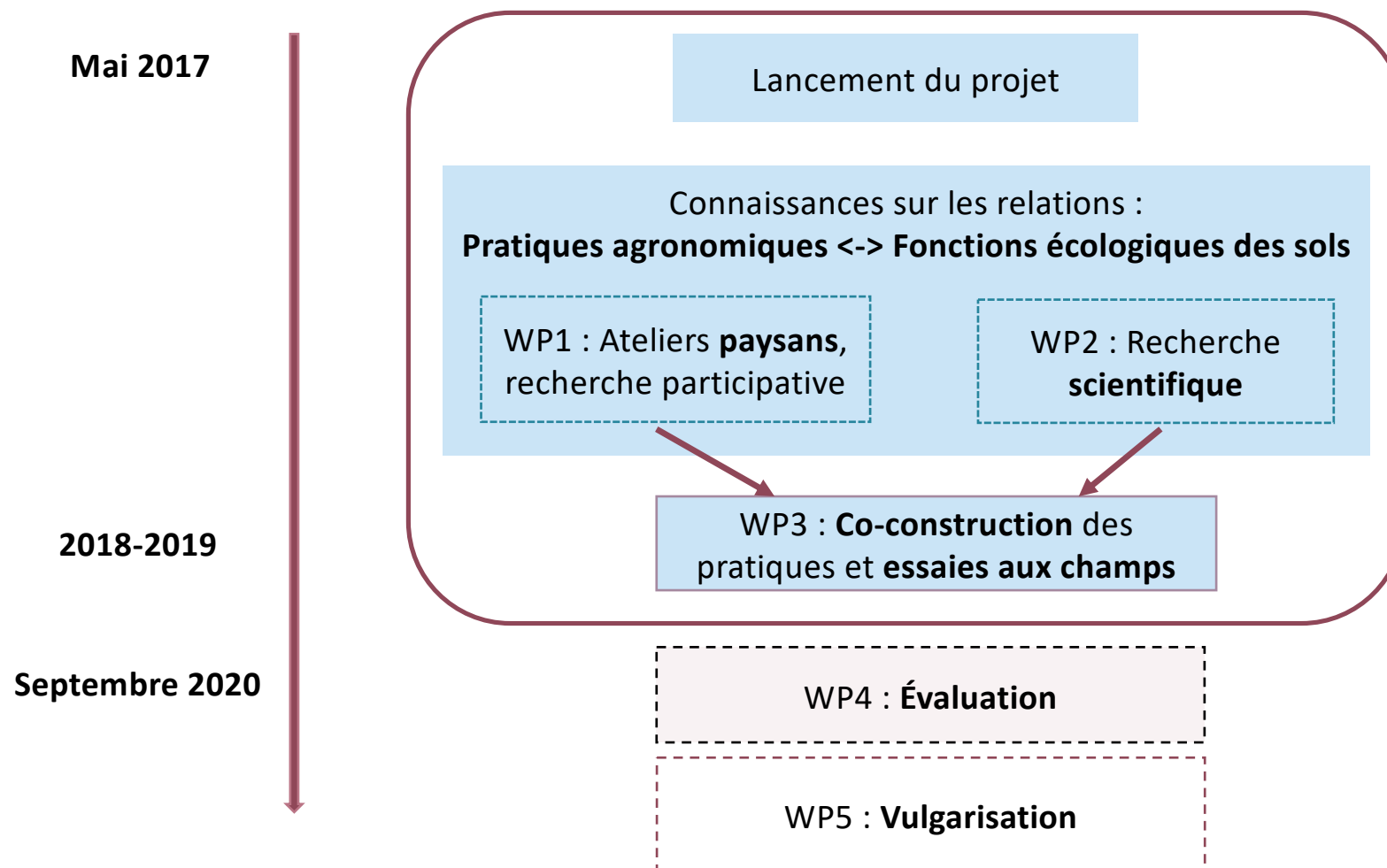
Merci de votre attention

Des questions ?



SECURE

Schéma organisationnel



Plan de l'expérimentation



	Bloc 1					Bloc 2				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	SFR 4	SFR 16	SFR 12	SFR 3	SFR 9	SFR 3	SFR 4	SFR 13	SFR 9	SFR 17
2	SFR 15	SFR 1	SFR 11	SFR 19	SFR 6	SFR 10	SFR 16	SFR 25	SFR 12	SFR 5
3	SFR 8	SFR 22	SFR 17	SFR 13	SFR 18	SFR 15	SFR 2	SFR 21	SFR 6	SFR 23
4	SFR 5	SFR 10	SFR 2	SFR 20	SFR 24	SFR 7	SFR 24	SFR 18	SFR 22	SFR 19
5	SFR 21	SFR 25	SFR 14	SFR 23	SFR 7	SFR 20	SFR 11	SFR 1	SFR 8	SFR 14
6	SFR 10	SFR 2	SFR 7	SFR 15	SFR 13	SFR 6	SFR 3	SFR 20	SFR 13	SFR 24
7	SFR 5	SFR 11	SFR 16	SFR 4	SFR 22	SFR 10	SFR 16	SFR 8	SFR 11	SFR 2
8	SFR 8	SFR 18	SFR 12	SFR 25	SFR 23	SFR 1	SFR 15	SFR 19	SFR 9	SFR 23
9	SFR 19	SFR 3	SFR 14	SFR 20	SFR 1	SFR 18	SFR 22	SFR 4	SFR 21	SFR 14
10	SFR 6	SFR 24	SFR 17	SFR 21	SFR 9	SFR 12	SFR 7	SFR 25	SFR 5	SFR 17
	Bloc 3					Bloc 4				

Les matières premières caractéristiques



Produits	Composition
Poudrette de parc	Fèces de bovin produites et stockées au niveau des parcs de rétention des bovins pendant la nuit. Contient une quantité importante de terre au moment du raclage
Fumier traditionnel	Fèces de bovin mélangées avec de la litière végétale ou des résidus alimentaires, stocké à l'extérieur de l'étable, sans soins particuliers pour sa conservation.
Fumier amélioré/conservé	Fèces et urine des bovins mélangés avec la litière végétale en grande quantité et stocké sous abri pour éviter les pertes de nutriments par volatilisation, lessivage et/ou lixiviation.
Compost	Mélange fermenté de débris organique obtenu par compostage. Le compost utilisé est celui de la société Madacompost
Lombricompost	Déjections animales et résidus végétaux décomposés par des vers de terre tels qu'Eisenia foetida. Le lombricompost utilisé est commercialisé par la société Tata.
Guano	Déjections de chauve-souris commercialisées par la société Guanomad.
Dolomie	Poudre de roche riche en calcium et en magnésium.
Cendre de balles de riz	Cendres issues de la briqueterie
Cendres de pailles de riz	Cendres issues du brûlis des pailles de riz
Prochimad	Poudre de roche riche en phosphore
NPK	Engrais minéral à base d'azote ; de phosphore et de potassium avec des proportions respectives de 11, 22, 16.
Urée	Engrais azoté sous forme granulée