



VIVEZ
DE NOUVELLES
EXPERIENCES
AGRICOLES

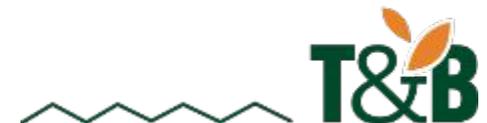
Performance environnementale de fermes maraîchères en agriculture biologique

Antonin Pépin

Plan

- Contexte et objectifs
- Caractériser la diversité des fermes maraîchères françaises en AB
- Performance environnementale de 3 fermes maraîchères bio contrastées
 - Méthode
 - Résultats
- Discussion et perspective

INRAE



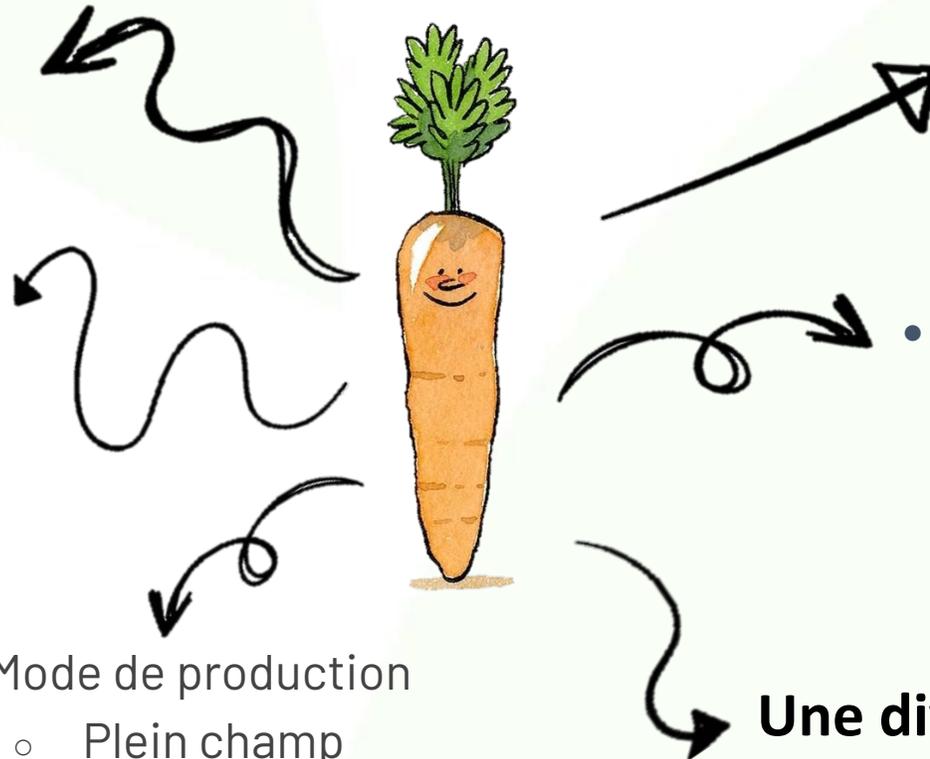


Contexte et objectifs

Focus sur le maraîchage

Périmètre: Fermes dont la production principale est les légumes biologiques pour le marché du frais

- Pratiques agricoles
 - Fertilisation
 - Gestion phytosanitaire
 - Gestion des adventices
 - Travail du sol
- Diversité de production
 - Spécialisé
 - Diversifié
- Mode de production
 - Plein champ
 - Sous abri



- Surface de la ferme
 - < 1 hectare
 - Dizaines d'hectares
- Commercialisation
 - Vente directe
 - Circuit court
 - Circuit long

Une diversité d'approches



Un secteur varié

• Microfermes

- “Commercial soil organic vegetable” (Morel et al., 2010)
- Neo-paysans en France (Morel et al., 2010)
- Forte aspirations

• Conversion et

- AB = niche portée
- Influence des politiques
- Hypothèse de coexistence (Rosset et al., 2010)



Agroécologie

- Une approche qui va au-delà d'un usage d'intrant alternatifs pour développer une agriculture bas intrants reposant sur les services écosystémiques fournis par la biodiversité, dans une approche systémique (Rosset and Altieri, 1997; Caquet et al., 2020)

AB agroécologique

Bas intrant

S'appuyant sur la biodiversité

Approche systémique



AB “Conventionalisée”

S'appuyant sur des intrants

Approche par culture



□ Performance environnementale ?

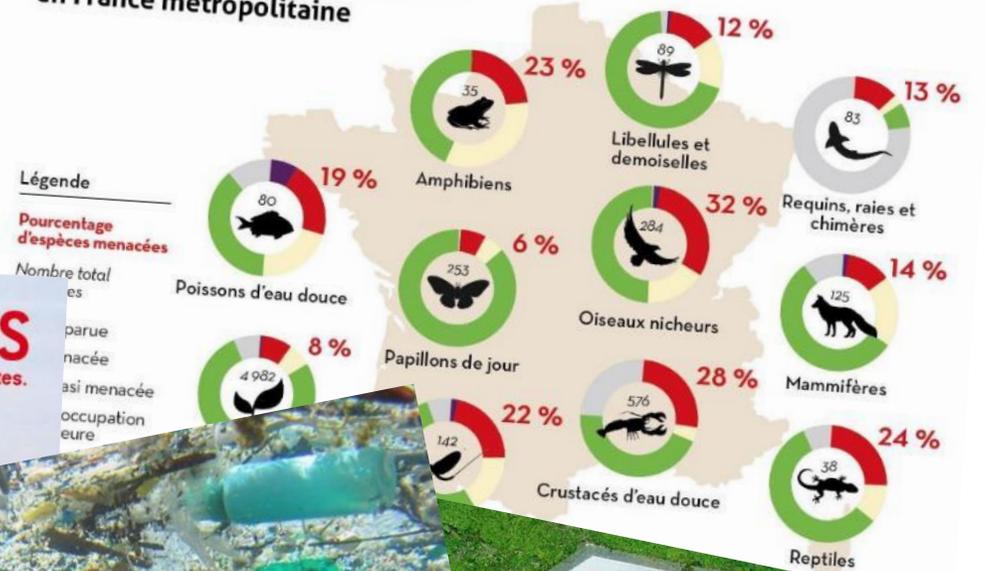


Les impacts environnementaux



ARRÊTEZ VOS SALADES
 L'élevage industriel des porcs et les engrais génèrent des algues vertes. Leur décomposition dégage un gaz mortel pour l'homme.

Pourcentages d'espèces menacées en France métropolitaine



Analyse du cycle de vie

- Méthode multicritère
- ISO 14040 & 14044
- Considère l'ensemble du cycle de vie « du berceau à la porte de la ferme »
 - Impacts sur la ferme
 - Impacts de la production des intrants





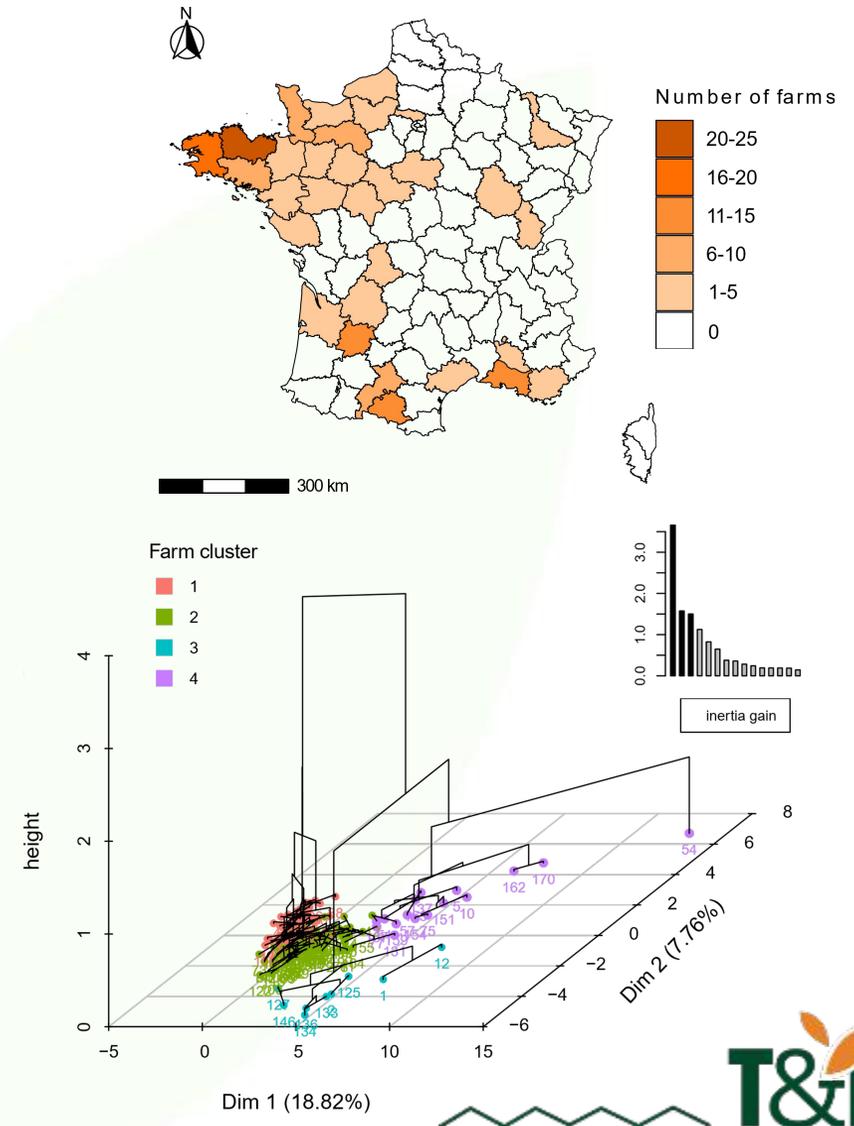
Caractériser la diversité

des fermes maraîchères françaises en AB

Caractériser la diversité des fermes

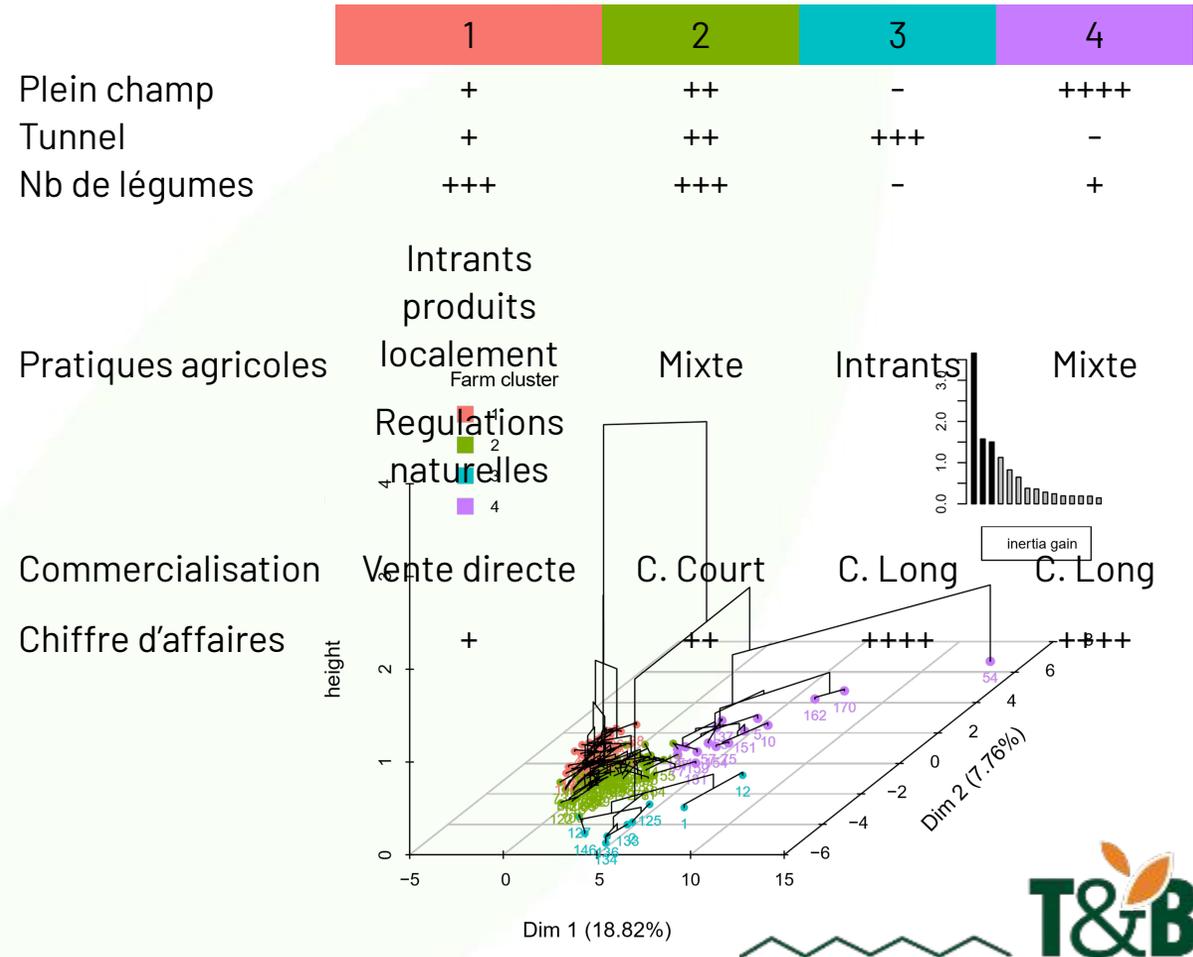
Demandons aux maraîchers !

- Enquête en ligne 165 fermes
 - Questions sur la structure, les pratiques, la commercialisation
 - Jeu de données “fermes x variables”
- Regroupement en groupes présentant des caractéristiques communes (clustering)

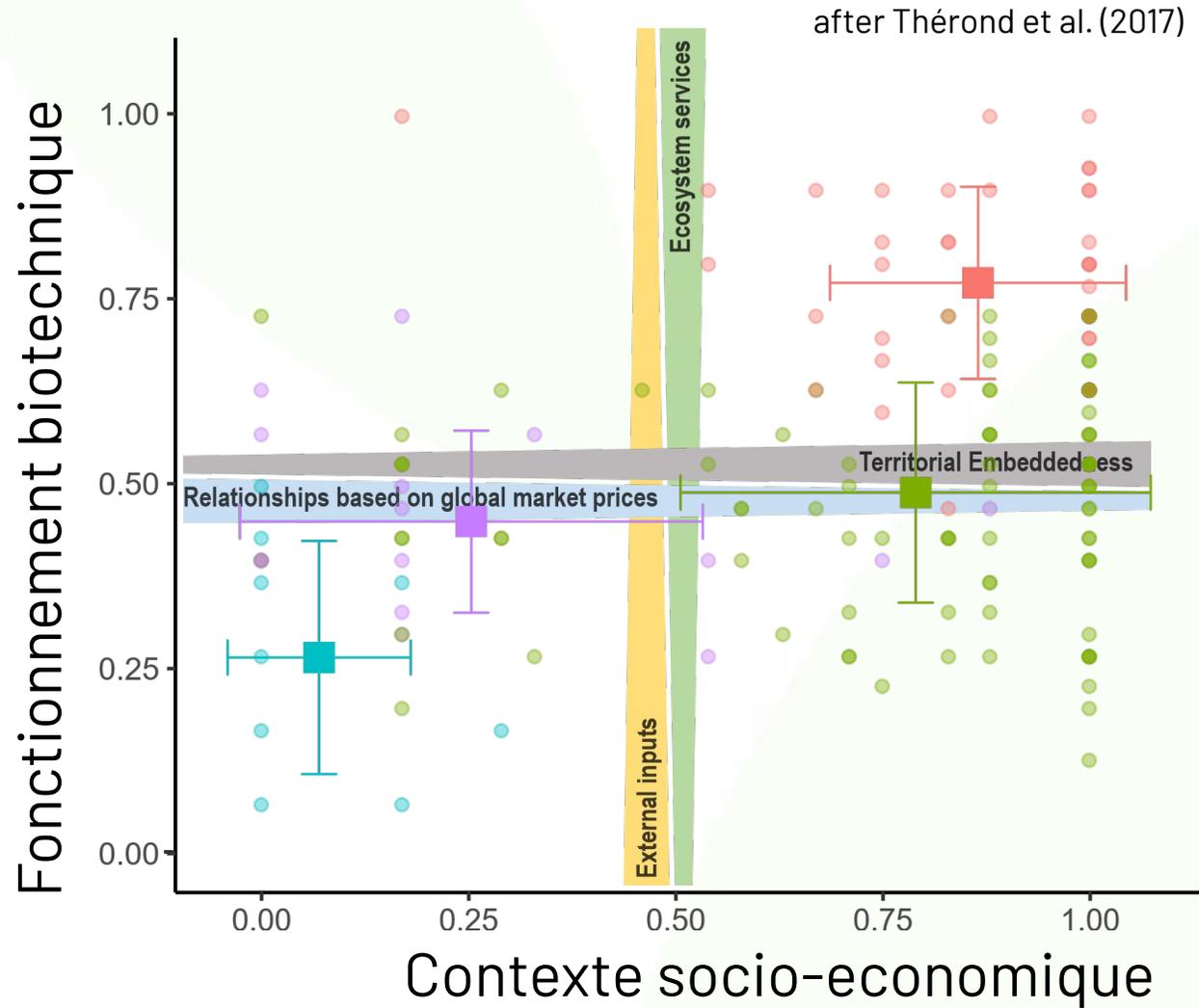


Caractériser la diversité des fermes

1. Microfermes
2. Maraîchers de taille moyenne pour le marché local
3. Producteurs spécialisés dans la culture sous abri
4. Maraîchers/légumiers spécialisés dans la culture de plein champ



Caractériser la diversité des fermes



Groupe de fermes

1. Microfermes
2. Maraîchers de taille moyenne pour le marché local
3. Producteurs spécialisés dans la culture sous abri
4. Maraîchers/légumiers spécialisés dans la culture de plein champ



Conclusion 1



- Une large gamme de fermes avec différents niveau d'agroécologie.
- La dichotomie entre les fermes biologiques "agroécologiques" et "conventionnalisées" doit plus être considérée comme une approche conceptuelle avec deux pôles et un gradient continu de fermes entre ces pôles



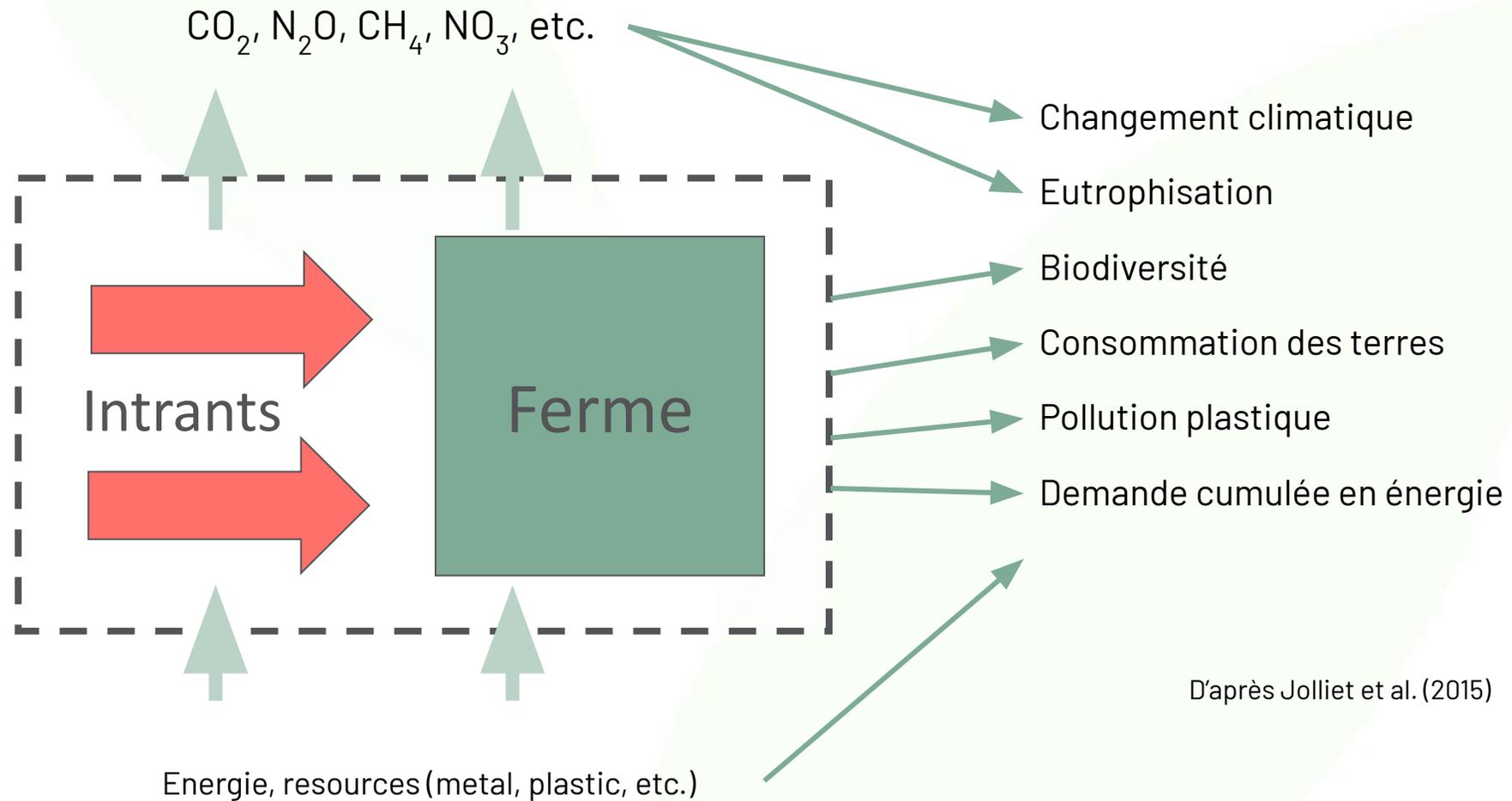


Performance environnementale

de 3 fermes maraîchères bio contrastées

METHODE

Analyse du cycle de vie



D'après Jolliet et al. (2015)



Approche système de l'ACV

Intrants



	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Potato						Bell pepper					Swiss chard	
										Spinach		
				Courgette + green bean				Lettuce				
Potato + pea					Courgette + green bean			Radish				
ion				Tomato + Parsley				Parsley				
es				Gerkin/cucumber				Chinese cabbage				
						Aubergine						Tum
Potato											Swiss chard	
Potato												
Potato							Green bean			Onion		
Potato							Mixed leaves			Onion		
ion							Tomato				Lamb's lett	
							Bell pepper + green bean				Watercres	
leaves / Cabbage							Bell pepper				Watercres	
				Courgette							Lamb's lettuce	
es - Lettuce					Cucumber						Mixed leaves / fennel	
					Courgette						Lettuce / m	
					Tomato						Carrot	
					Tomato						Spinach	
					Tomato						Spinach	
						Aubergines						
							Melon / Tomates				Spinach / Onion	
							Courgette / Cucumber				Chinese cabbage	
			Fava bean				Tomato				Mesclun / m	
			Fava bean				Chilli pepper				Daiko	
							Aubergine				Radis	
							Tetragona	Tomato + tetragona			Radis	
ach							Aubergine					

+ means crop association
/ means the plot is divided into two subplots



Sortants :
légumes
exprimés en kg
et en €



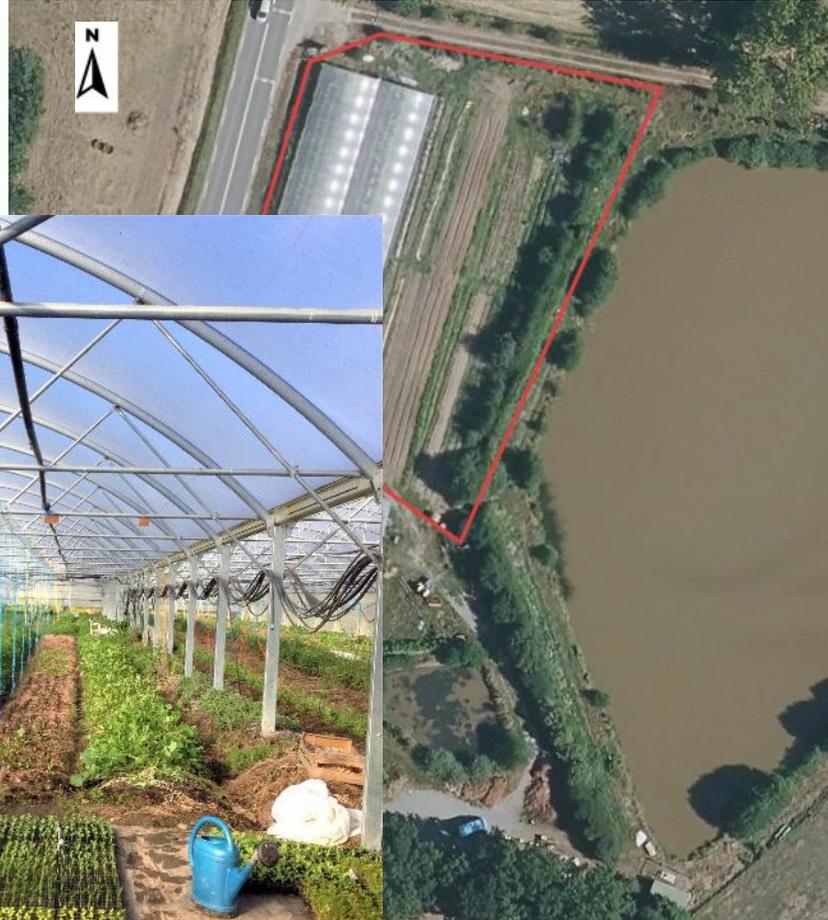
La microferme

Microferme

Plein champ	0,16 ha
Tunnel	0,12 ha
No. de légumes	35
Fertilisation	Compost + broyat + engrais du commerce
Plants	Auto-production
Irrigation	Aspersion motopompe
Rendt.	35 t/ha



Sheltered production



La ferme sous abri

	Microferme	Sous abri
Plein champ	0,16 ha	0 ha
Tunnel	0,12 ha	2,0 ha
No. de légumes	35	6
Fertilisation	Compost + broyat + engrais du commerce	Engrais du commerce
Plants	Auto-production	Acheté
Irrigation	Aspersion motopompe	Aspersion + GàG ; électrique
Rendt.	35 t/ha	67 t/ha



Output
produit
(0
17,5
0

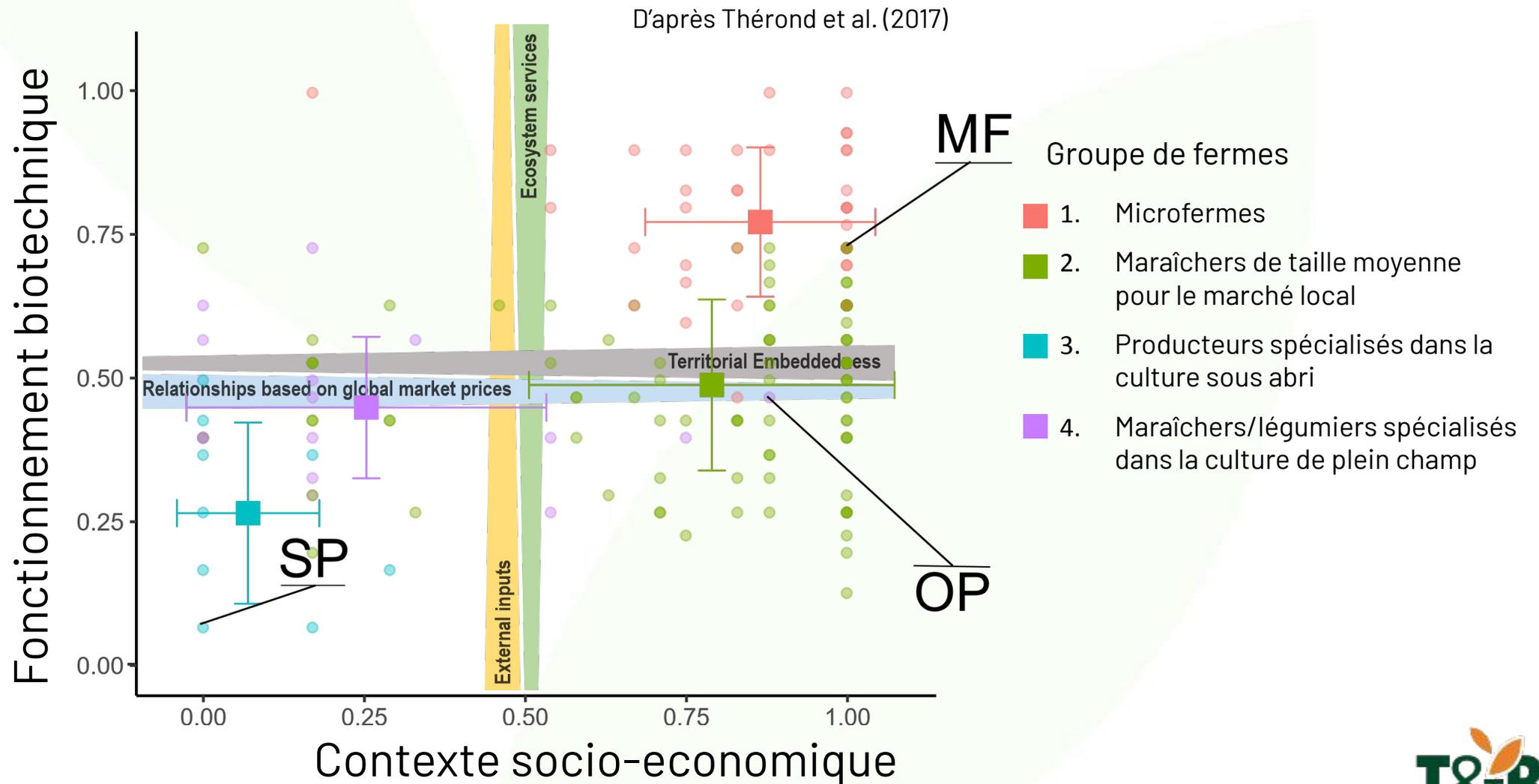


La ferme de plein champ

	Microferme	Sous abri	Plein champ
Plein champ	0,16 ha	0 ha	17,5 ha
Tunnel	0,12 ha	2,0 ha	0 ha
No. de légumes	35	6	20
Fertilisation	Compost + broyat + engrais du commerce	Engrais du commerce	Fumier
Plants	Auto-production	Acheté	Les deux
Irrigation	Aspersion motopompe	Aspersion + GàG ; électrique	-
Rendemt.	35 t/ha	67 t/ha	9 t/ha
Rendemt. matière sèche	3,0 tMS/ha	3,4 tMS/ha	1,3 tMS/ha



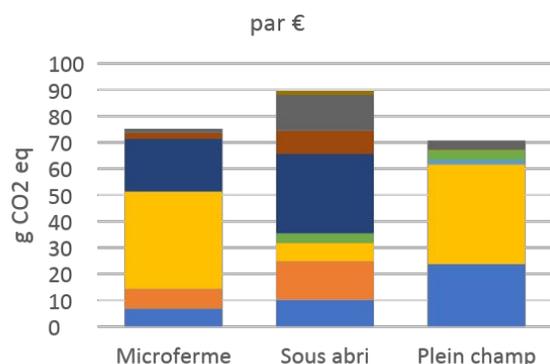
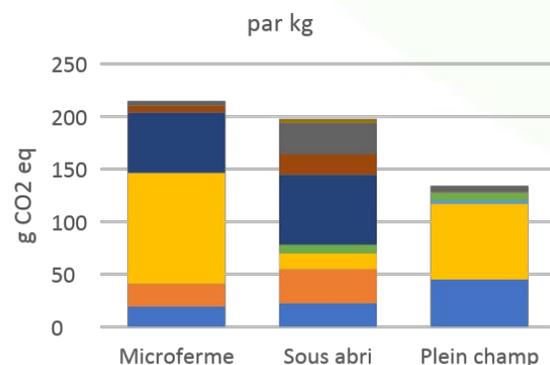
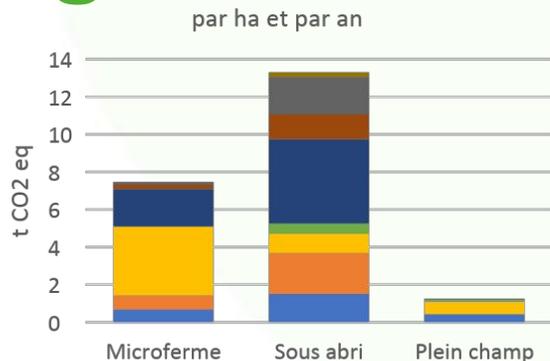
Caractériser la diversité des fermes





Performance environnementale
de 3 fermes maraîchères bio contrastées
RESULTATS

Changement climatique



- Le classement dépend de l'unité choisie

- Par ha, Plein champ << Microferme << Sous abri

- Par kg et par €, Plein champ < Microferme & Sous abri mais différences plus petites

- La plus grande productivité par ha de la ferme sous abri ne compense pas totalement son impact supérieur

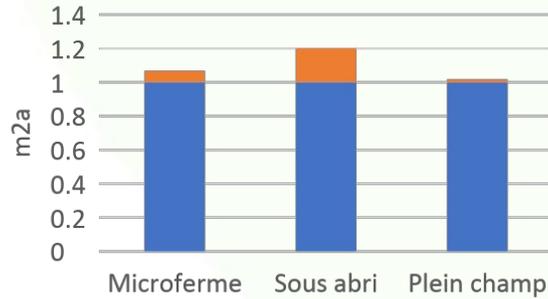
- Des causes d'émissions différentes

- Microferme :
 - Diesel 49% (irrigation + tracteur)
 - Tunnel 27% (acier + plastique)
- Sous abri :
 - Tunnel 34% (acier + plastique)
 - Fertilisant 16% (fabrication)
 - Plants 15% (chauffage au gaz de la pépinière)
- Plein champ :
 - Diesel 54% (tracteurs)
 - Emissions directes 34% (N₂O)
- Profils différents □ pistes d'amélioration différentes

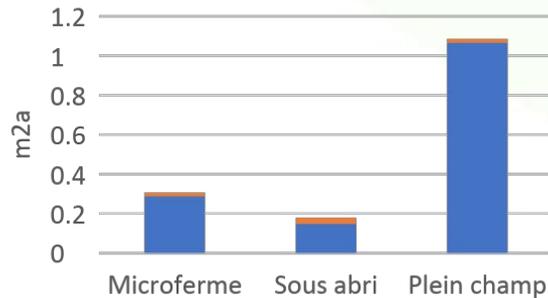


Consommation des terres

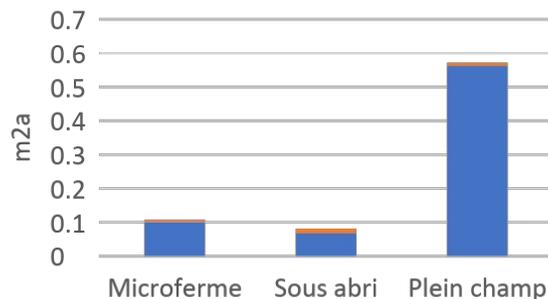
par ha et par an



par kg



per €

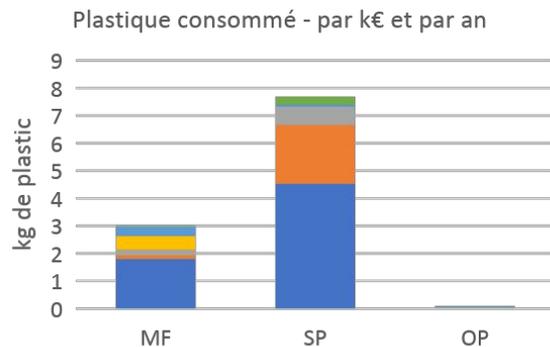
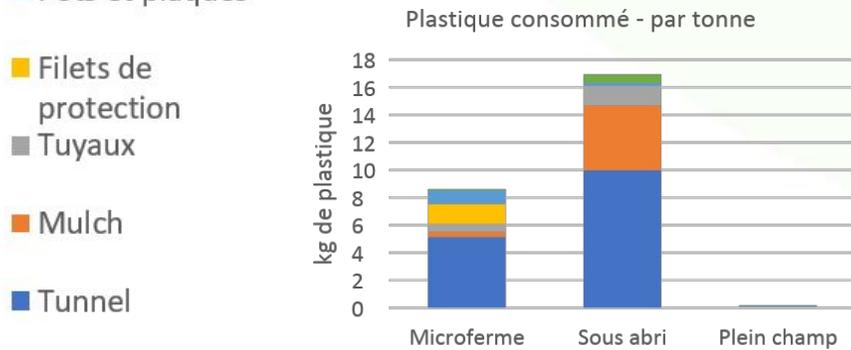
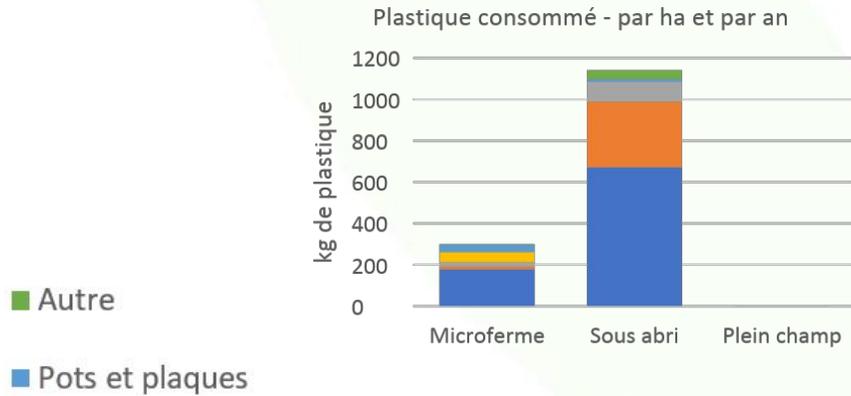


■ Indirect
■ Direct

- Par ha, même impact: peu de consommation indirecte de terres
- Par kg et par €, la ferme de plein champ a le plus fort impact
 - 1 cycle/an
 - Rendements plus faibles
- Tension: consommation des terres vs. changement climatique



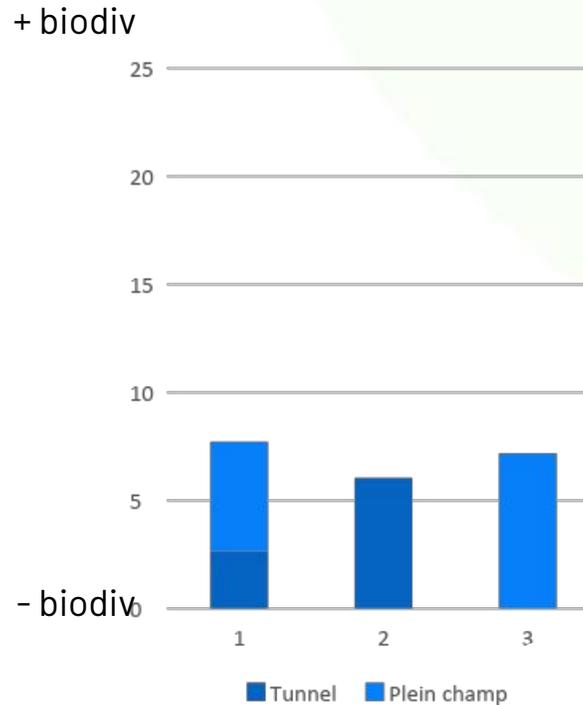
Plastique consommé



- Sous abri >> microferme >> plein champ
 - Tunnel (SA & MF)
 - Plastique à usage unique (paillage, tuyaux) (SA)
 - Plastique réutilisable (MF)
 - Question d'échelle ?
- Indicateur combinant tous les types et usages de plastiques (usage unique, infrastructure, dans le sol ou non, etc.)
 - Probablement pas le même impact
 - Indicateur à affiner
- Pas un indicateur ACV : usage, pas impact
 - Microplastiques dans le sol et dans l'eau



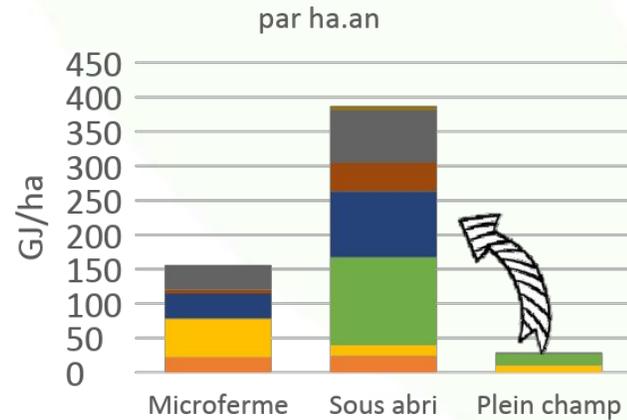
Biodiversité



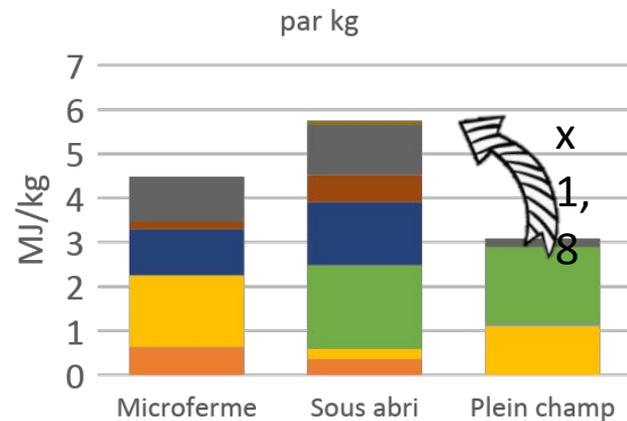
- Sur les surfaces cultivées, faibles différences: MF & PC > SA
 - Sensibilité de SALCA-BD en bio ?
- Sur les fermes entières, incluant les surfaces semi-naturelles : SA > MF > PC
 - Grandes parcelles □ plus faible rati perimeter/surface (PC)
 - Grandes surfaces d'espaces rudéraux entre les tunnels (SA): méthode?
- Importance of surfaces semi-naturelles (haies, prairies extensives, etc.) pour la biodiversité



Consommation d'énergie cumulée



Microferme : 4,4 MJ/kg (éq. 0,13 L essence)
Sous abri : 5,7 MJ/kg (éq. 0,17 L essence)
Plein champ : 3,1 MJ/kg (éq. 0,09 L essence)



L'énergie augmente la production par unité de surface, énergie et surface sont substituables.



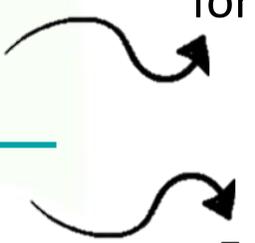
Efficienne énergétique

- Taux de retour énergétique : EROI (Energy return on investment)

• EROI =
$$\frac{\text{Energie sortante}}{\text{Energie entrante}}$$

Energie produite par la ferme sous forme de légumes

Energie cumulée consommée par la ferme





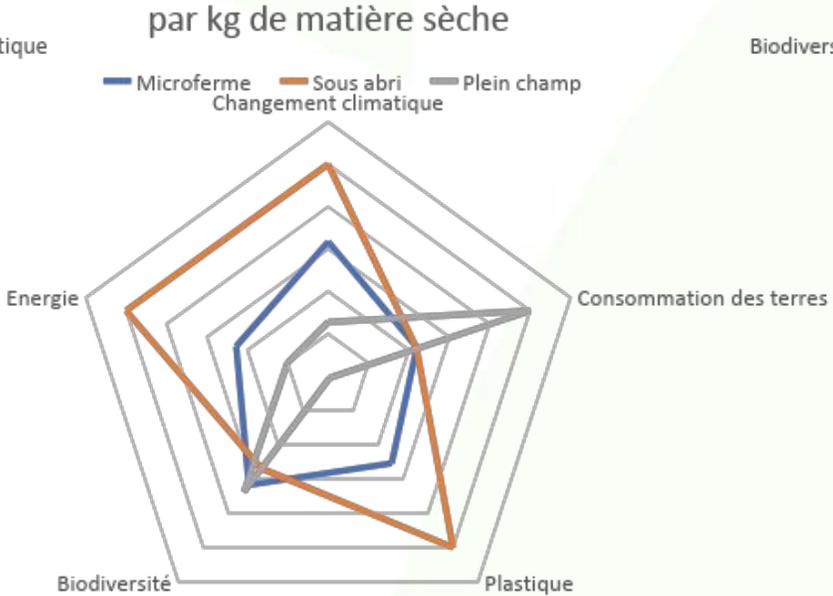
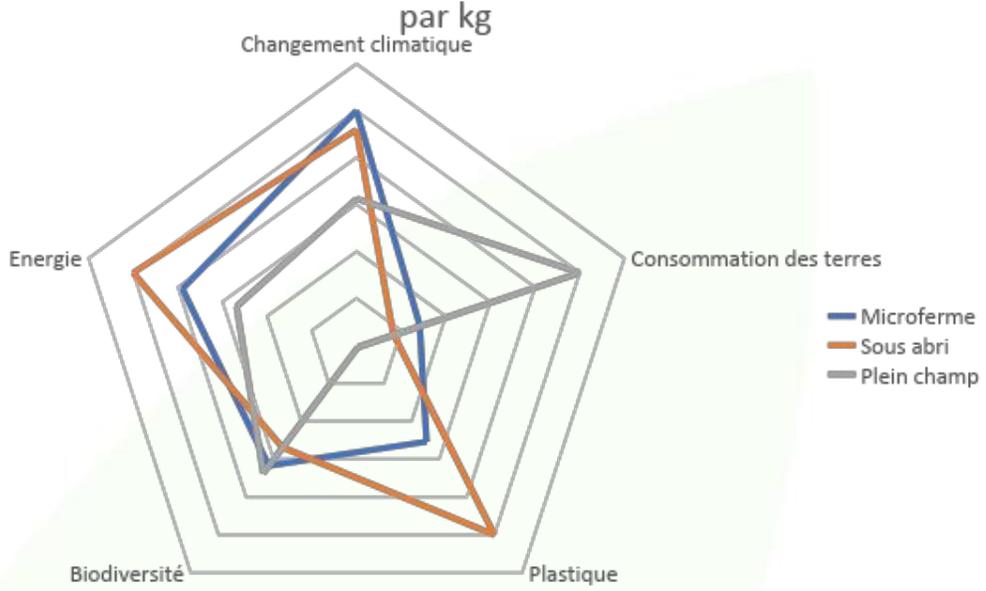
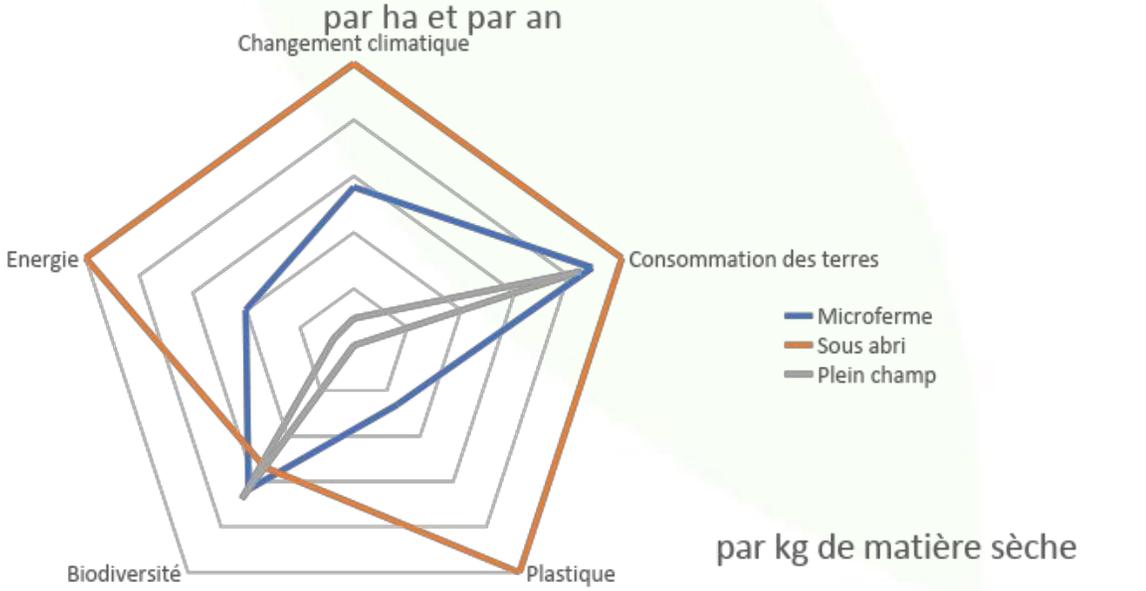
Comparaison avec d'autres systèmes de production de légumes

Système	Produit	Energie entrante (E _{in} , GJ/ha)	Rendement (t MS/ha)	Energie sortante (E _{out} , GJ/ha)	EROI (E _{out} /E _{in})	Source
★ Plein champ, bio, France	Mix de légumes	29	1,3	22	0,75	Pépin et al., 2022
Plein champ, Grèce	Tomate industrie	103	7,6	131	1,27	Ntinas et al., 2017
★ Microferme, bio, France	Mix de légumes	157	3	55	0,35	Pépin et al., 2022
Plein champ, Grèce	Tomate frais	275	2,4	41	0,15	Ntinas et al., 2017
★ Sous abri, bio France	Mix de légumes	387	3,4	58	0,15	Pépin et al., 2022
Serre chauffée, Pays-Bas	Salade	12100	21	361	0,03	Graamans et al., 2018
Usine à salade, Pays-Bas	Salade	70900	50	860	0,01	

- + d'énergie : + de rendement, mais - d'efficacité énergétique
- Énergie et « terre » sont substituables



Synthèse multicritère





Discussion et perspectives

Performance environnementale

- Pas de classement clair entre les fermes, dépend des indicateurs et des unités choisies
 - Changement climatique & plastique : intrants
 - Consommation des terres : rendement
 - Biodiversité : surfaces semi-naturelles, taille des parcelles
- Complémentarité des systèmes
 - Légumes
 - Marchés
 - Réponses à différentes question environnementales
 - Choix politique

→ Trouver le meilleur compromis
Reconception



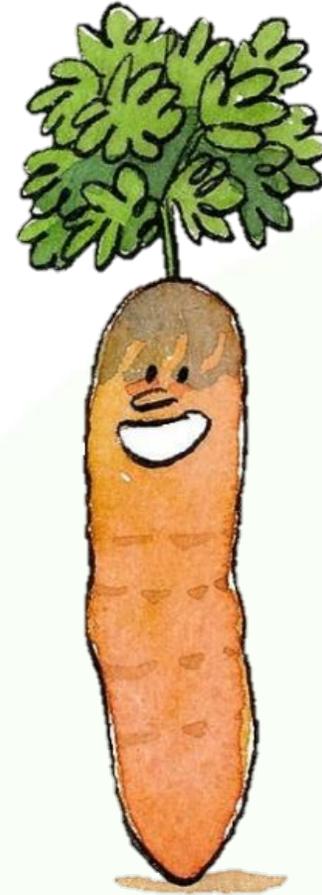
Performance environnementale

- AB “conventionalisée” vs. “agroécologique”
 - Les résultats ACV ne correspondent pas bien au “degré d’agroécologie” : améliorer l’indicateur en intégrant les serres/tunnels et l’irrigation
 - La plus grande productivité par ha ne compense pas totalement un plus grand sur le changement climatique
 - Microfermes : compromis intéressant entre productivité et impacts
- Limite : effet «cas individuel »
 - Cas d’étude vs. généralisation sur représentativité
 - Identifier les effets individuels
 - Microferme : pompe diesel ou électrique
 - Sous abri : tunnel plastique ou serre verre/multichapelle
 - Plein champ : paillage plastique
- Limite : choix méthodologiques et disponibilité des données
- Pour aller plus loin : prendre en compte le maillon de la sortie de la ferme au consommateur



Merci de votre attention !

Contact : antonin.pepin@inrae.fr



Photos: Antonin Pépin

Illustrations: Guillaume Long, avec son aimable permission

