

# FERTIMANURE

Fabrication d'engrais biosourcés à partir d'effluents d'élevage et effets sur la fertilisation des cultures



- ✓ Nombre de partenaires : 22
- ✓ Nombre de pays : 9
- ✓ Partenaires Français
  - 3 Chambres d'Agriculture : Bretagne, Grand Est et Somme,
  - RITMO AgroEnvironnement
- ✓ Durée du projet : 4 ans (1/01/2020 – 31/12/2023)



# Contexte

- **Forte dépendance de l'UE** (dont la France) par **rapport à l'utilisation d'engrais de synthèse** fabriqués à partir **de ressources non renouvelables**
- **Risques de problèmes d'approvisionnement** à cause de la hausse des coûts de l'énergie et du contexte géopolitique incertain.
- **L'industrie des engrais azotés de synthèse** représente **une part non négligeable dans les émissions de GES**
- Besoins d'utiliser des engrais de proximité, permettant de répondre aux besoins des plantes, et de limiter les problèmes de pollution (émissions d'ammoniac, nitrates, etc...). De nombreuses publications ont permis d'identifier 3 types de déchets utilisables en engrais biosourcés :
  - Boues d'épuration
  - Déchets de l'agroalimentaire
  - **Effluents d'élevage**

Parmi ces 3 types, **les effluents d'élevage** présentent la plus importante source de nutriments

- **Besoin de mieux gérer et valoriser les effluents d'élevage** afin de **sécuriser l'approvisionnement en engrais** et renforcer **l'indépendance face aux matières premières fossiles**.

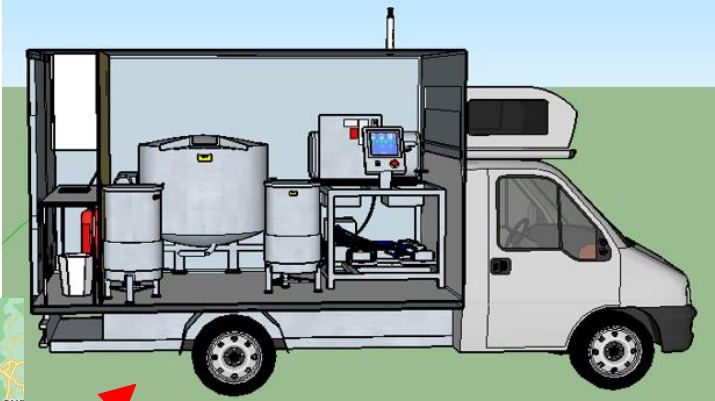
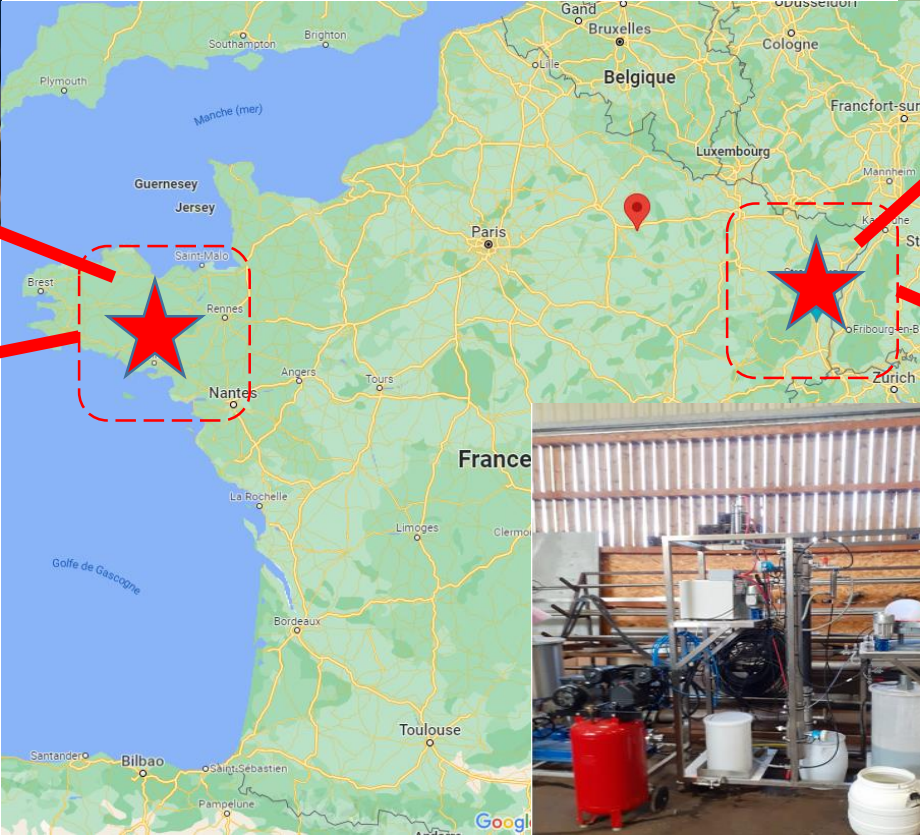
# Objectifs du projet

- 1) Recensement des flux de nutriments issu des effluents d'élevage pour chaque région de chaque pays.
- 2) Développement de plateformes de transformation des effluents à la ferme en engrais biosourcés, dont 3 en France, dans le cadre du projet FERTIMANURE.
- 3) Fabrication d'engrais biosourcés (rendement, bilan de masse et d'énergie)
- 4) Réalisation d'essais agronomiques (laboratoire, champs et en pots) pour tester l'efficacité des bio-fertilisants

# Plateformes de transformation des effluents



**PYROLYSEUR FIXE**  
-> Station de Kerguehenec  
(CRAB)



**PYROLYSEUR MOBILE**  
-> RIITMO



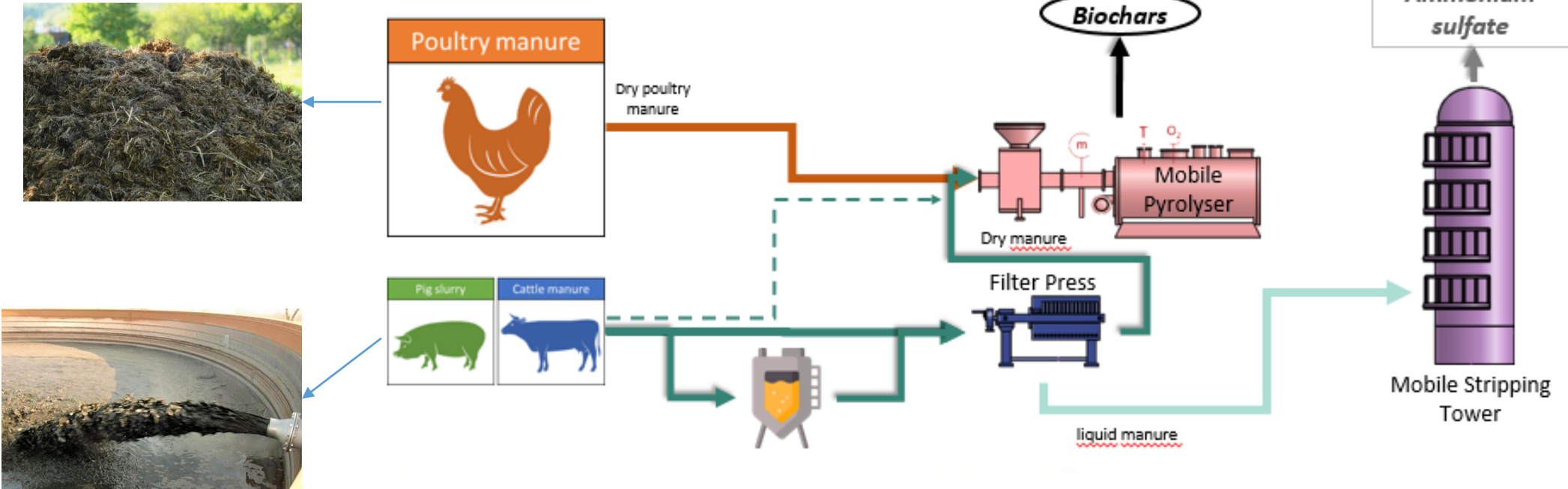
**PROCEDE DE STRIPPING DE L'AZOTE**



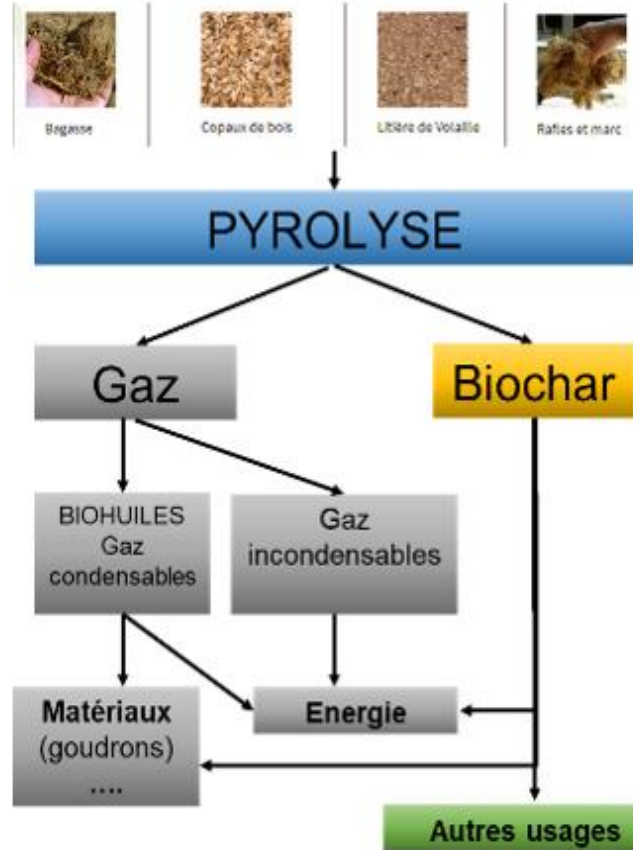
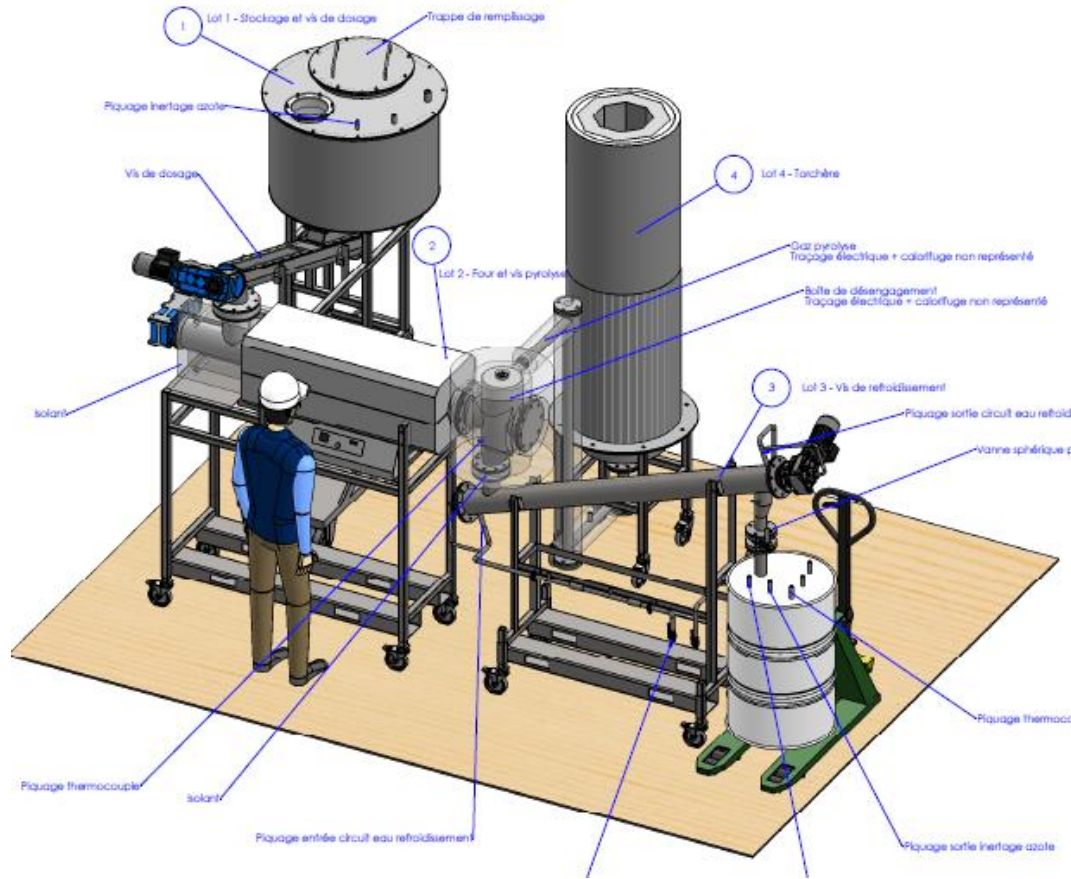
# Fabrication d'engrais bio-sourcés à partir d'effluents d'élevage

## 1) 2 types de procédés :

- Production de **biochar** à partir de **fumier de volailles** par la **pyrolyse**
- Production de **sulfate d'ammonium** à partir de **lisier de porc** par le **stripping de l'azote**



# Procédé de pyrolyse



	LENTE	RAPIDE
	De plusieurs minutes à quelques heures	De l'ordre de quelques minutes
	Basse température (400-500°C)	Haute température (500-600°C, voire plus)
	Favorise la production de biochar	Favorise la production de bio-huile



# Pilote de pyrolyse

- Structure mobile
- Substrat : fumier de volaille
- Température: 700 °C
- Temps de séjour: 20 minutes (10 kg/h)



- 1 tonne fumier → 266 kg biochar

# Composition du biochar : Bilan de masse et énergie

## Influent (Poultry manure)

Mass (kg)	Water (kg)	DM (kg)	TN (kg)	NH4-N (kg)	NO3-N (kg)	Org-N (kg)	P (kg)	K (kg)	S (kg)	Ca (kg)	Mg (kg)	Na (kg)
100,00	13,00	87,00	2,90	0,26	0,00	2,64	0,79	2,41	0,56	1,22	0,54	0,00

**Pyrolysis**

## Pyrolysis gases combustion (calcul)

Mass (kg)	Water (kg)	DM (kg)	TN (kg)	NH4-N (kg)	Org-N (kg)	P (kg)	K (kg)	S (kg)	Ca (kg)	Mg (kg)
73,3	12,7	60,6	2,21	0,26	1,95	0,13	0,53	0,35	0,32	0,11

T°C reached = 820-850°C  
 → potential energy ???

242-254 kWh/t d'effluent

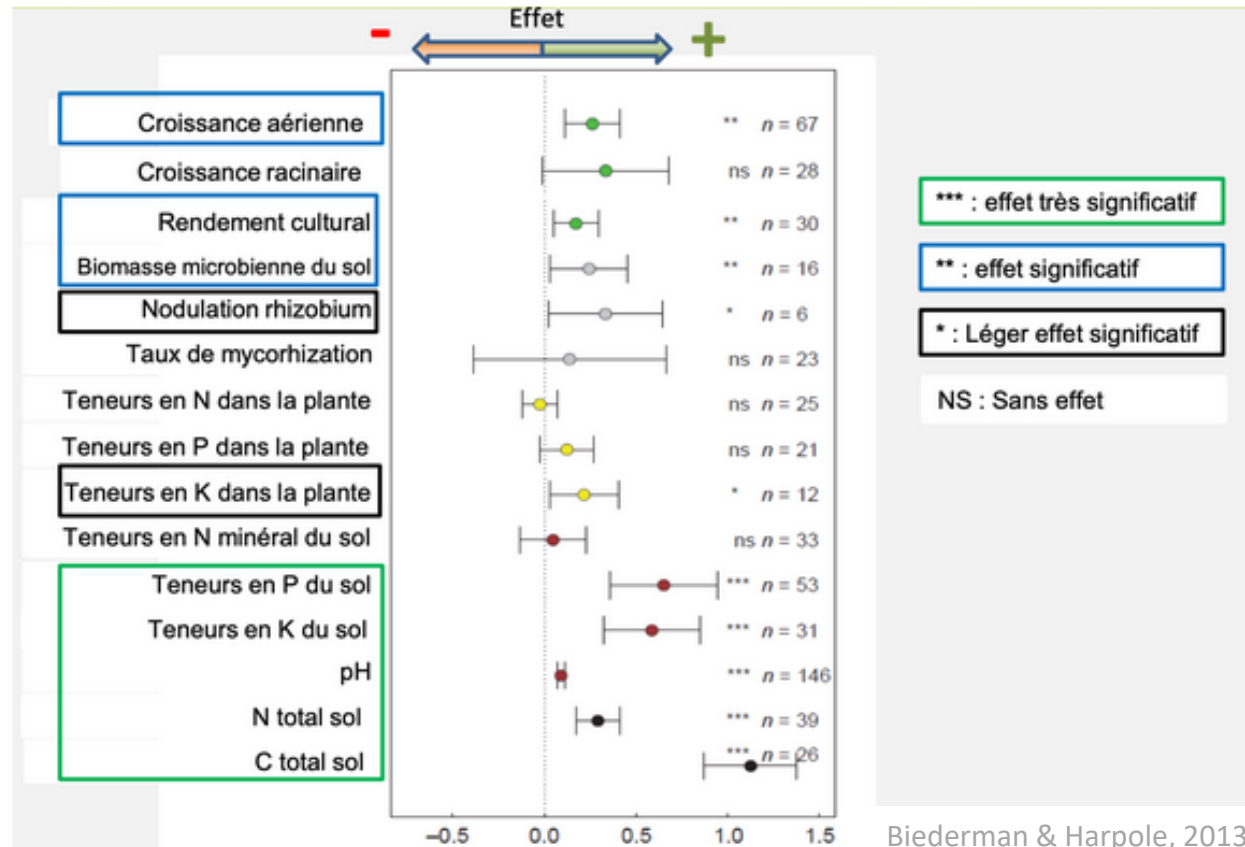
## Effluent (Biochar)

Mass (kg)	Water (kg)	DM (kg)	TN (kg)	NH4-N (kg)	NO3-N (kg)	Org-N (kg)	P (kg)	K (kg)	S (kg)	Ca (kg)	Mg (kg)	Na (kg)
26,7	0,27	26,40	0,69	0,00	0,00	0,69	0,65	1,88	0,21	0,90	0,43	0,00



# Intérêts du biochar

- Capacité de rétention importante des éléments nutritifs dans le sol (N, P, K) -> Réduction des pertes par l'air (ex : ammoniac) et pertes par lessivage
- Séquestration du carbone dans le sol -> réduction des émissions de GES



Méta-analyse sur 371 travaux

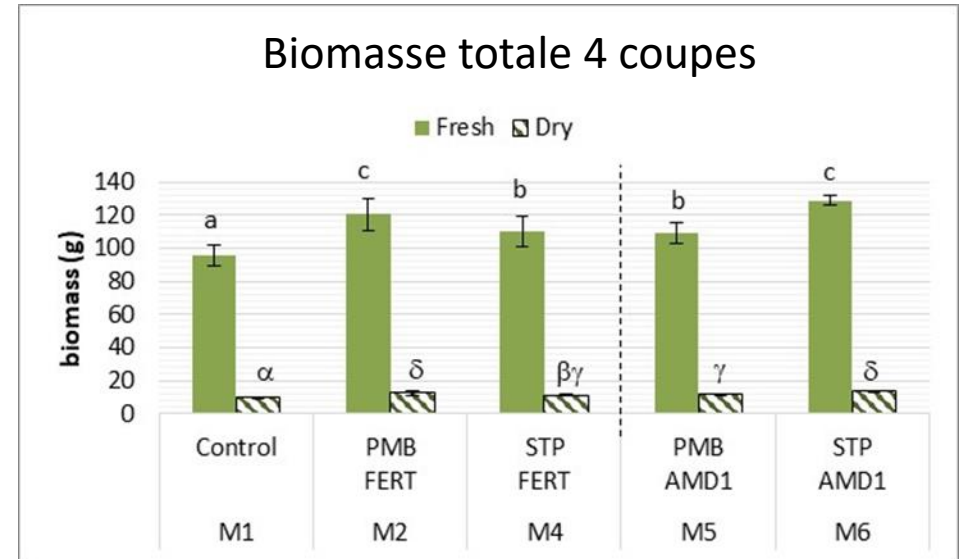
# Résultats des essais agronomiques (biochar)



- **Essais à différentes échelles :**
  - a) Pots en conditions contrôlées (raygrass)
  - b) Pots en plein air (raygrass)
  - c) Au champs (choux, betterave, pomme de terre)
- **Paramètres mesurés**
  - ✓ Biomasse fraîche et sèche
  - ✓ Exportation phosphore par les cultures
  - ✓ Coefficient apparent d'utilisation du phosphore
  - ✓ Stockage/minéralisation du carbone

# Essais en pots « conditions contrôlées » sur Raygrass

	Modalité - nom	Source P	Dose (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> apporté (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)
M1	Control non fertilisé	-	-	-
M2	PMB_FERT	Biochar	3945	200
M4	STP_FERT	Superphosphate triple	444	200
M5	PMB_AMD1	Biochar	8000	405
M6	STP_AMD1	Superphosphate triple	900	405



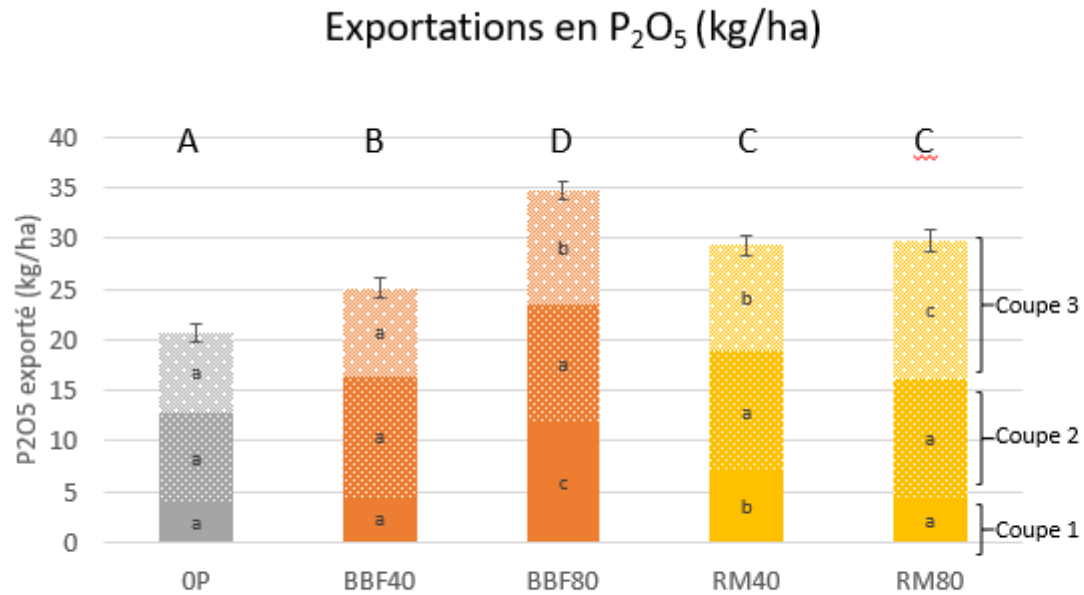
Pots 2.3 litres  
 Raygrass italien  
 Jour 14h 25°C. nuit 10h  
 20°C; Humidité 70-80%  
 14 semaines, 4 coupes

RITTMO (2022)

- **Apport “fertilisant” (200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha):** effet positif du biochar comparé au Control et au Superphosphate triple
- **Apport “amendant” (8 t/ha PB):** effet positif du biochar de production de biomasse comparé au Control mais inférieur à ce Superphosphate triple



# Essais en pot plein champs sur Raygrass

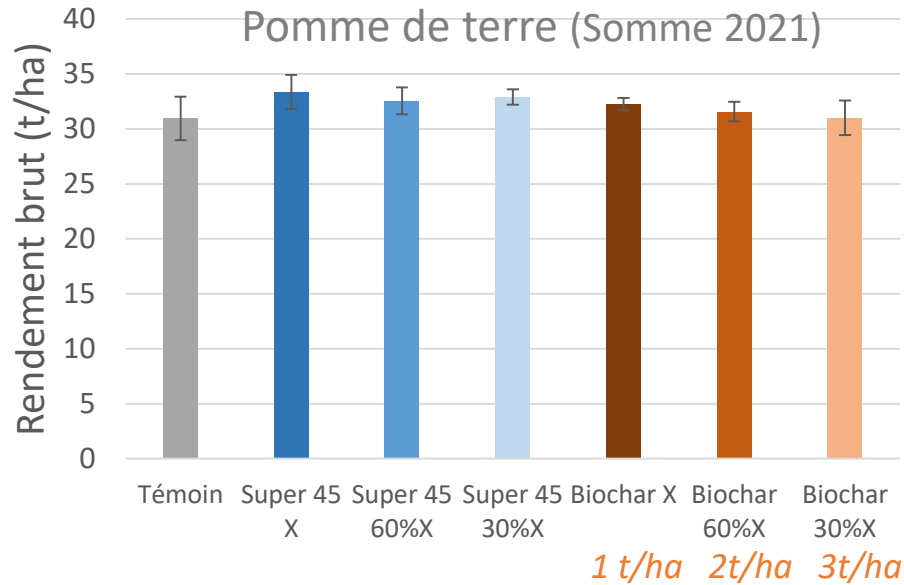


Modalité	CAU (%)
BBF-40	11.1 a
BBF-80	17.6 b
RM-40	21.6 c
RM-80	11.5 a

- CAU-P faible
- Manque comparaison avec engrais minéral

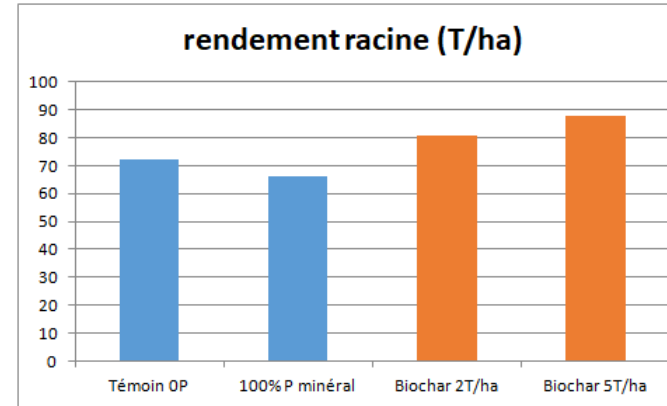
-> Plus de phosphore pour la modalité biochar forte dose en coupe 1 et sur le total

# Essais au champ légumes



- Rendement et P exporté: pas de différences significatives entre modalités

## Betterave (Marne 2022)



- Rendement et P exporté au niveau foliaire: pas de différences significatives entre modalités
- P exporté racines : analyses en cours

Chou (Alsace 2021) pas de différences significatives entre modalités

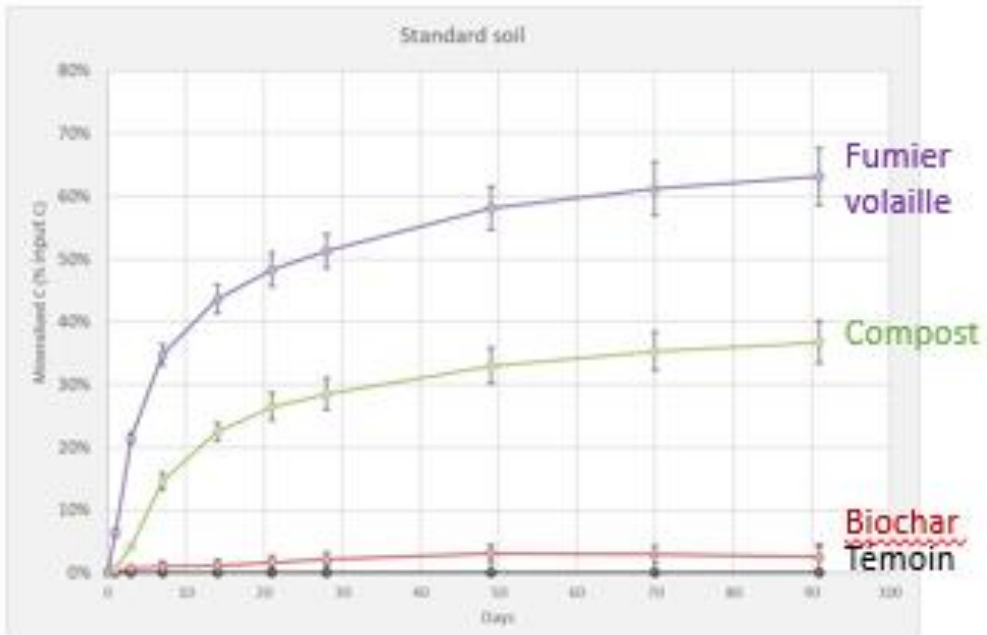
# Effet amendant : minéralisation du carbone du biochar

Pas de minéralisation du carbone du biochar  
→ carbon stable, récalcitrant

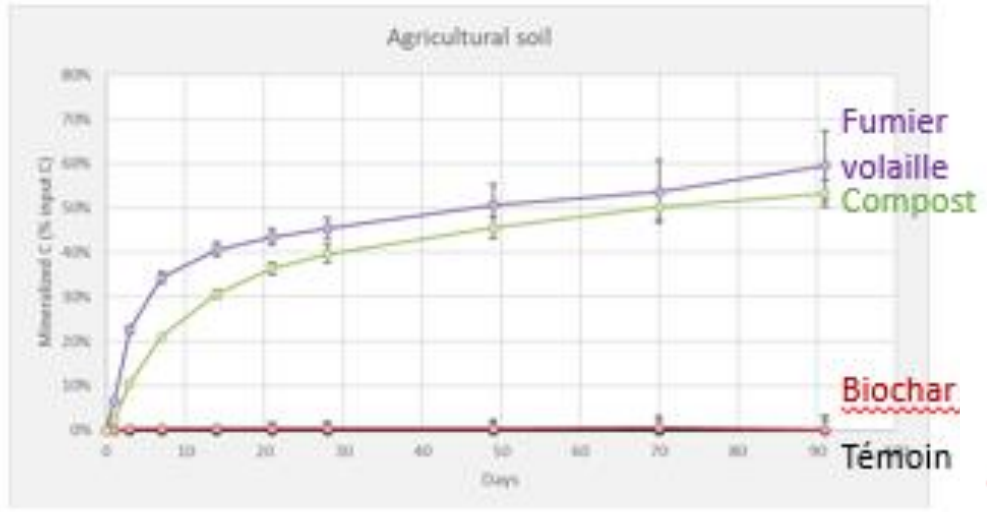


Incubations en conditions contrôlées (NF FD U 44-163) – RITTMO 2021

Carbone minéralisé sur 100 jours – sol standard (1.6% MO)



Carbone minéralisé sur 100 jours – sol agricole (3.2% MO)





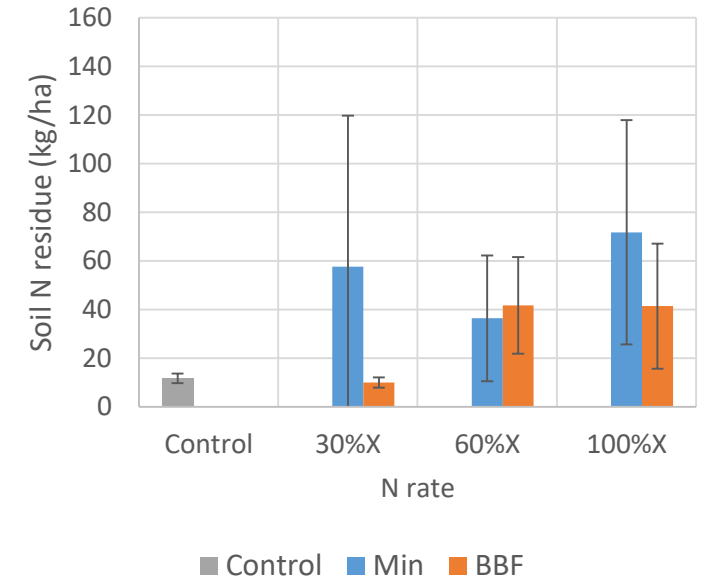
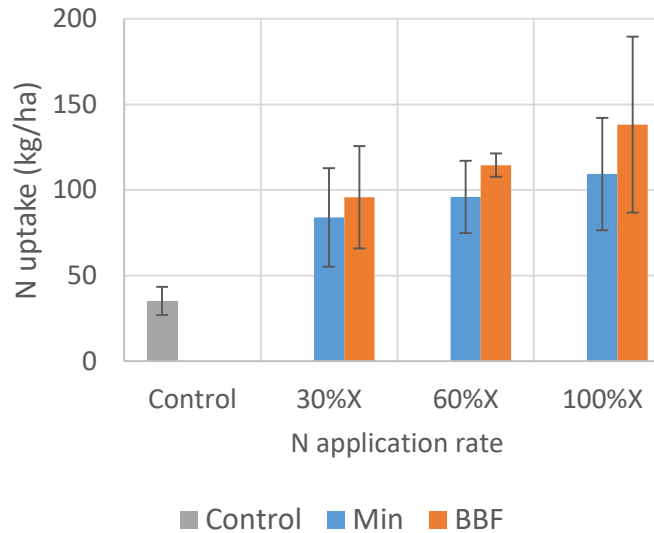
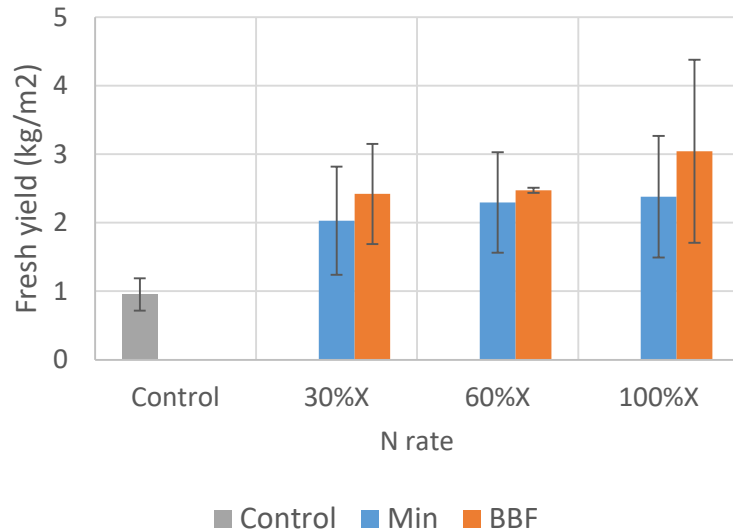
# Résultats des essais agronomiques (sulfate d'ammonium)



- **Essais à différentes en plein champs**
  - a) Epinards
  - b) Maïs
- **Paramètres mesurés**
  - ✓ N absorbé par la plante
  - ✓ Rétention N dans le sol

# Essais au champ sur épinards

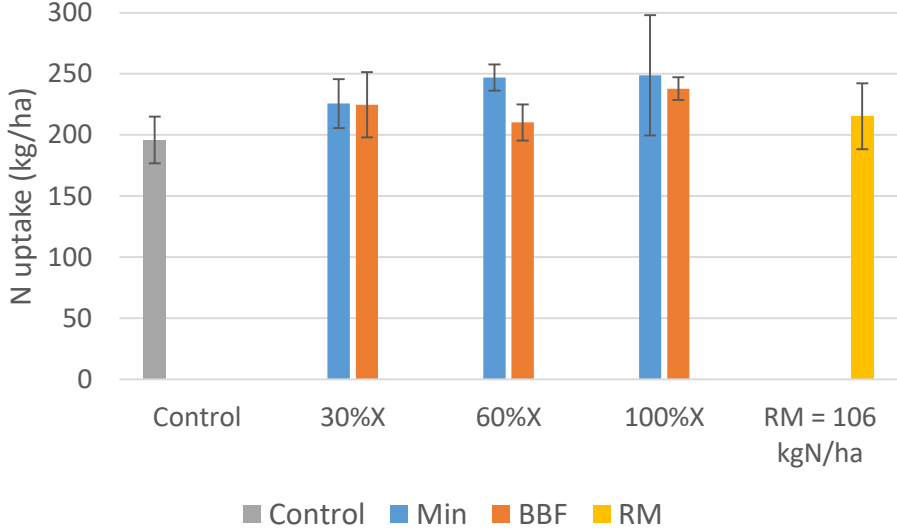
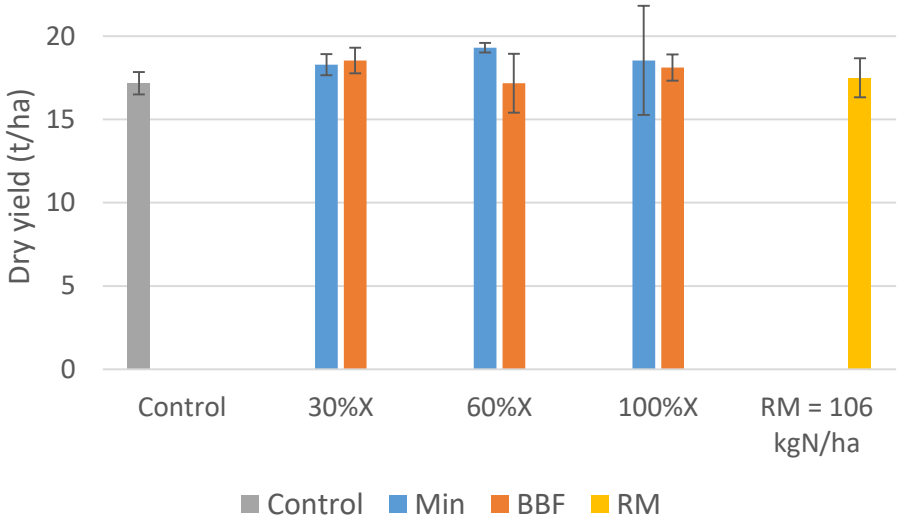
*Spinach short response to N - can BBF replace synthetic mineral fertilisers?*



At a given level of N-fertilization,  
***no significant differences*** on spinach yield and N uptake

# Essais au champ sur maïs

Maize short response to N - can BBF replace synthetic mineral fertilisers?



At a given level of N-fertilization,  
**no significant differences** on maize yield  
No differences on maize yield with Control neither



# Conclusions et perspectives

- **Pyrolyse**

- Bilan de masse : perte d'azote et conservation du phosphore
- Consommation électrique élevée, mais :
  - Process à l'échelle pilote
  - Production d'électricité non prise en compte

- **Effet fertilisant Biochar**

- En conditions contrôlées - augmentation des exportations de P (?)
- Pas d'effet positif observé au champ sur pomme de terre, chou ou betterave
- Difficultés à l'épandage du biochar
- Produit complexe qui doit être produit et adapté aux sol-cultures le recevant

- **Effet sulfate d'ammonium**

- Effet similaire sur le rendement, l'azote absorbé et la rétention de l'azote dans le sol, par rapport à un engrais minéral de synthèse

- **Effet amendant** – C stable → effets sur la physique du sol à mesurer

- **Perspectives...**

- Pyrolyse : bilan énergétique complet à réaliser
- Usage en formulation avec des engrais minéraux et/ou organiques?
- Favoriser l'utilisation au sein de l'élevage: alimentation animale, incorporation à la litière, compostage, ...?
  - Réduction des émissions d'ammoniac ??
  - Amélioration des perfs : IC, GMQ ?