

# CARPESO

## Document de synthèse

27/04/2023



**CARPESO**

Nouvelle-Aquitaine  
Occitanie



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



**MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# Sommaire



- **Présentation du projet.**
- **Contexte** : état des lieux des connaissances.
- **Action 1** : présentation du réseau de suivi de méteils.
- **Action 2** : analyse des données et construction de l'outil ESTI'METEIL.
- **Action 3** : Intégration du méteil à l'échelle de l'exploitation.
- **Action 4** : Communication sur le projet
- **Action 5** : Cotech/Copil/Réunions

# Contexte

Avis des agriculteurs et des conseillers

# Contexte



*CARPESO : Concilier Autonomie alimentaire et Réduction des Pesticides dans les systèmes Polyculture- Elevage du SO.*

## Méteil :

- Mélange de céréales à paille et légumineuses, pouvant être implanté en culture principale ou en dérobée.
- Composition variable : mélanges avec des céréales prépondérantes jusqu'à uniquement des protéagineux.
- Date de récolte selon objectif : méteil fourrage <=> méteil grain.

# La récolte ? (références NA)

- Pour le méteil fourrage :
- Il faut surveiller le stade de l'espèce la plus présente
  - Pour la céréale : **avant ou tout début épiaison**
  - Pour le protéagineux (féverole, pois) : **début floraison**
  - En degrés jours correspond à **850-900°j** (base 1<sup>er</sup> février)

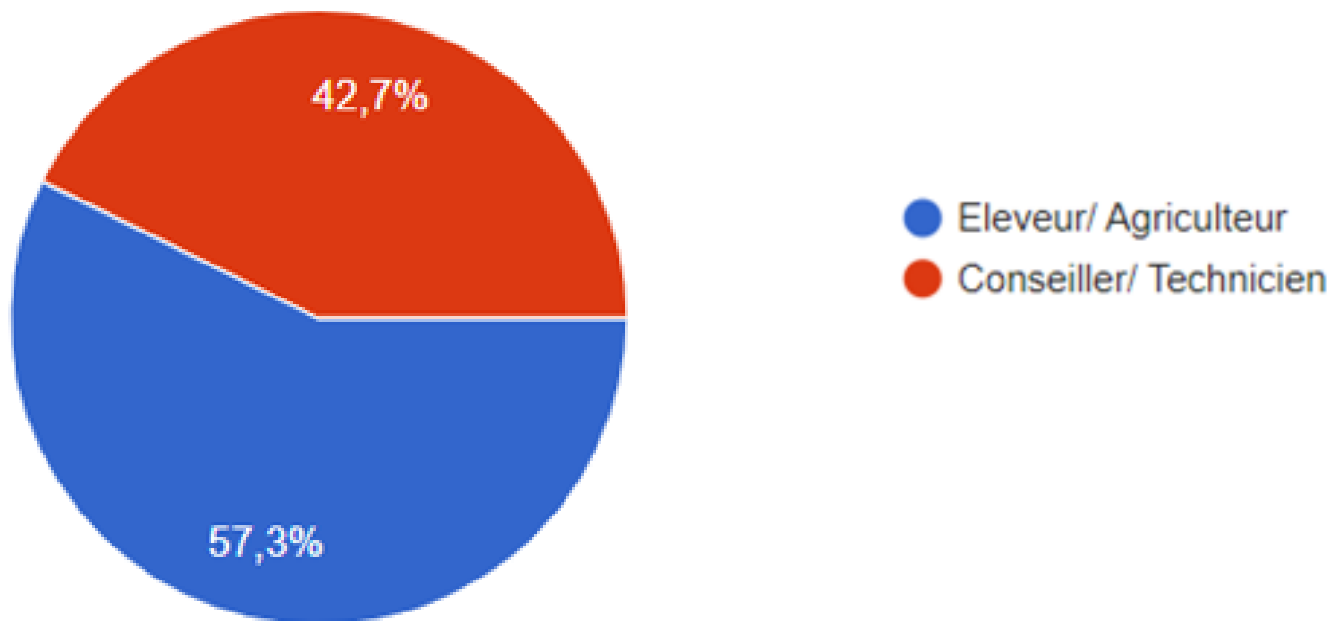
*(sources : « Méteils comment obtenir rendement ET valeur protéique », CA17-79/  
« 2017, un bon cru Limousin pour les méteils récoltés immatures », CA87,19,23 )*

- Pour le méteil grain :
- On se cale sur la maturité du protéagineux
  - Avec un taux d'humidité optimal de 15%

*(sources : « Du méteil grain pour les ovins », INOSYS réseaux d'élevage)*

# Questionnaire

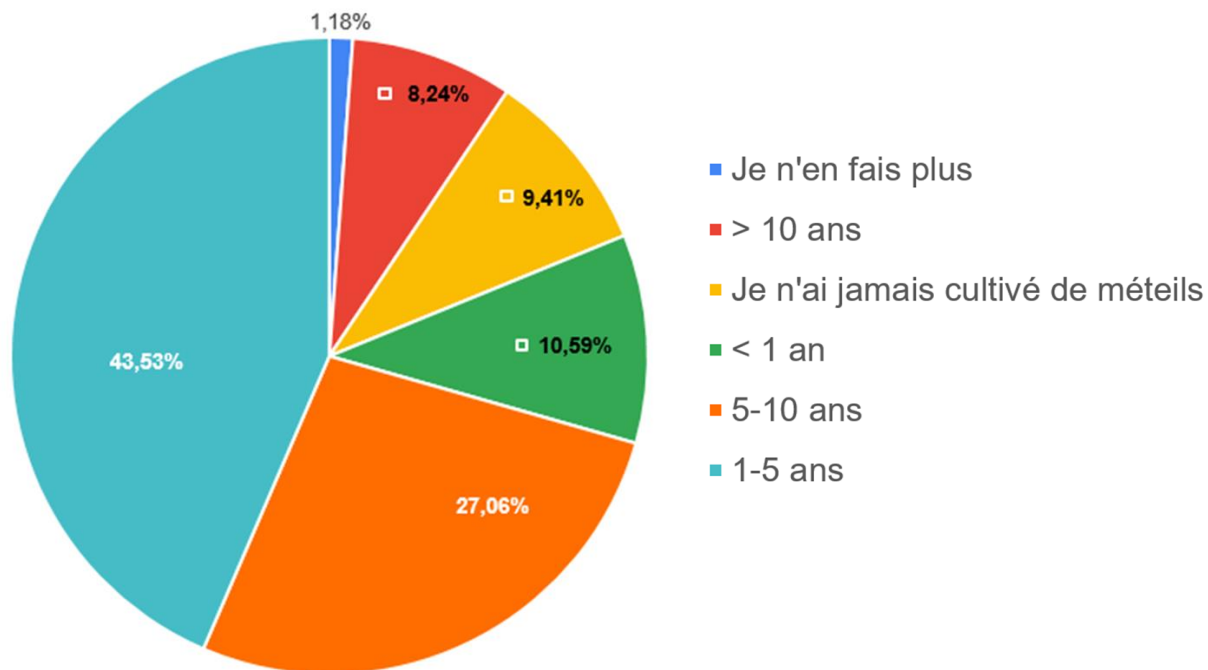
- Résultats questionnaire CARPESO : focus réponses agriculteurs
- 150 réponses, dont 57% sont des agriculteurs/éleveurs



# Questionnaire

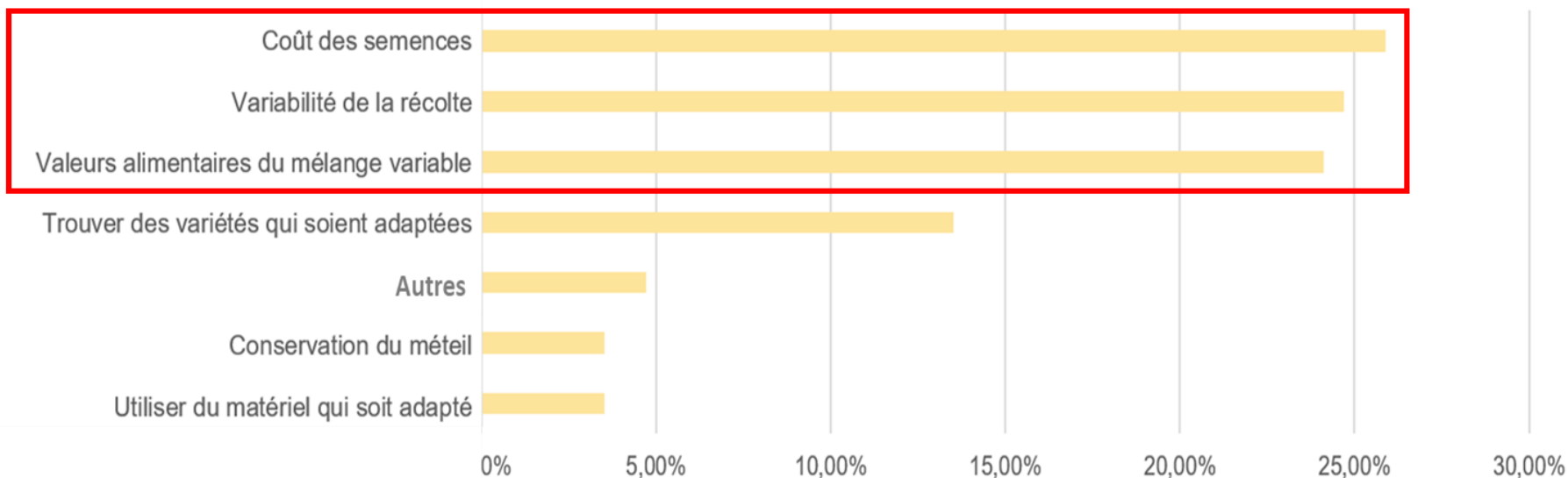
- Ancienneté en culture de méteil ? En majorité de 1 à 5 ans.

Depuis combien de temps implantez-vous du méteil ?



# Questionnaire

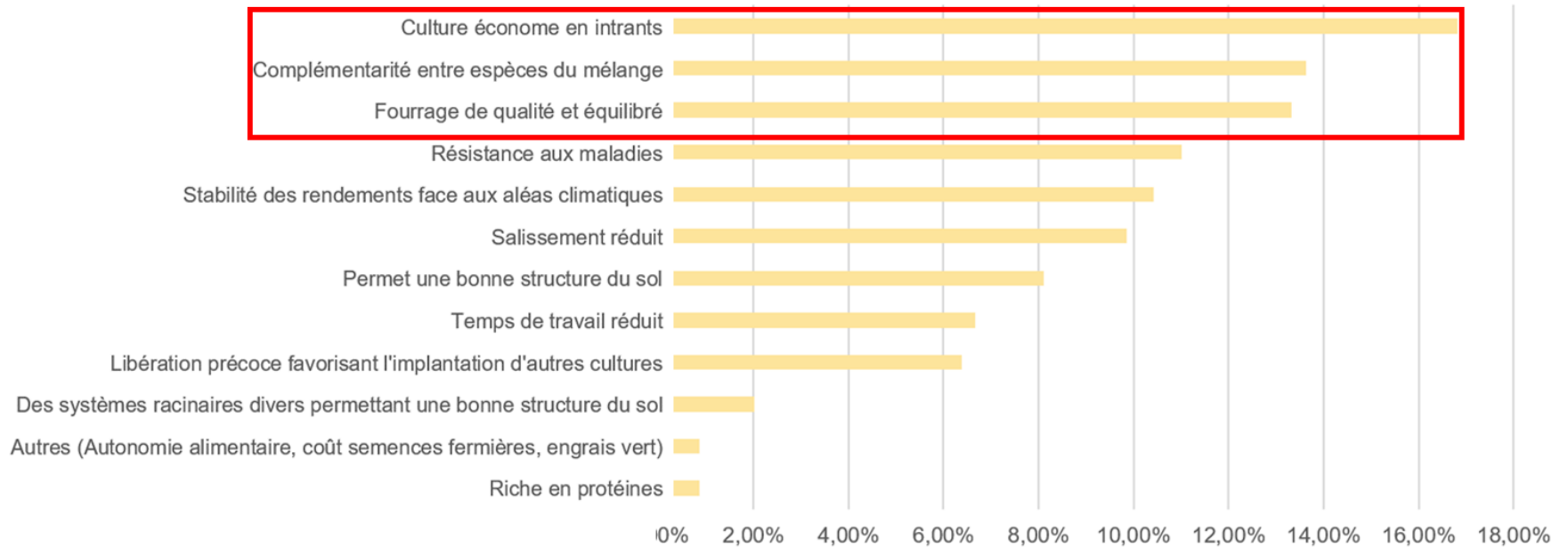
## Freins à la culture du méteil cités dans le questionnaire





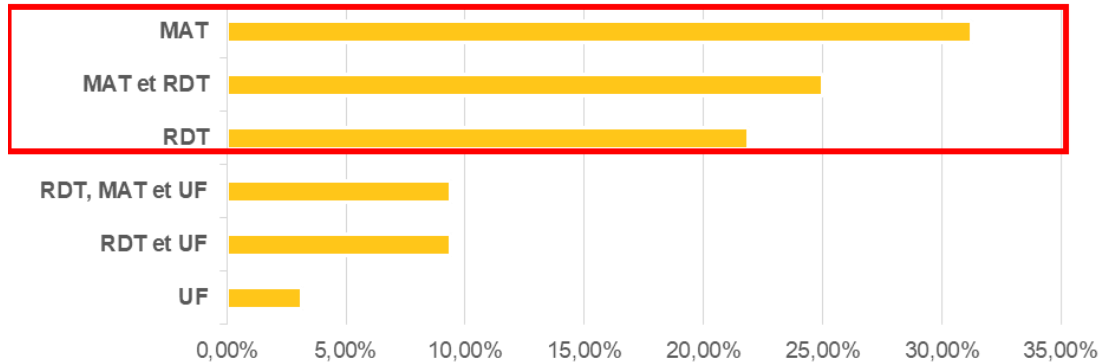
# Questionnaire

- Les avantages cités du méteil :



# Questionnaire

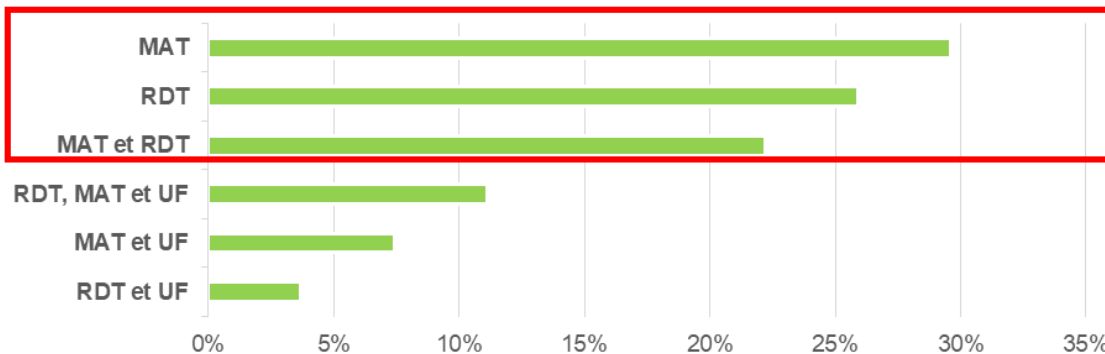
## Les objectifs de l'éleveur en terme de qualité du méteil grain



Que recherchent les éleveurs en terme de valeur alimentaire ?

- **MAT** allant de 14 à 18 %.
- **Rendement** de 3 à 6 t MS/ha.
- **Rendement** de 30 à 50 Q/ha.

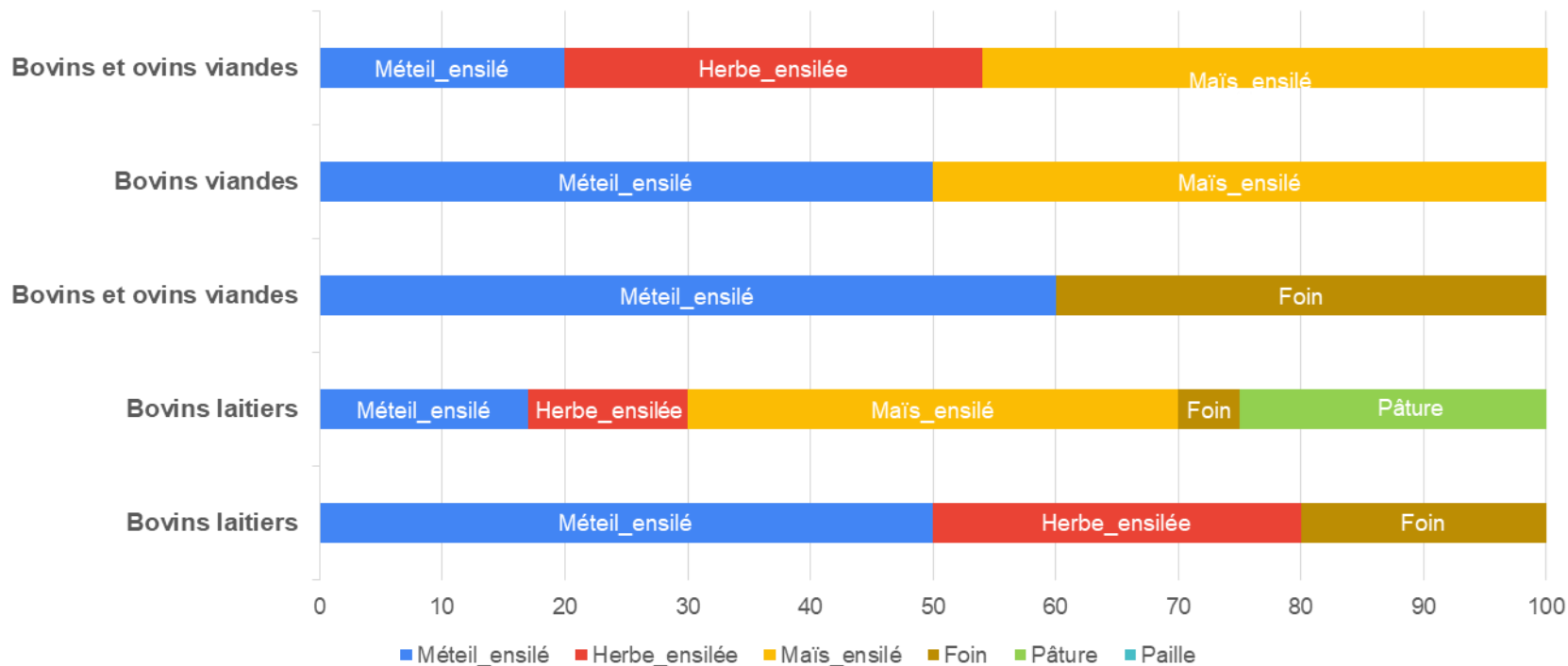
## Les objectifs de l'éleveur en terme de qualité du méteil fourrage



*(Source : questionnaire CARPESO)*

# Questionnaire

## Exemples d'intégration de méteil immature dans la ration



- Une intégration de méteil grain allant de **9 à 25 %**, dans les rations.

# Questionnaire

## Exemples d'intégration de méteil grain dans la ration



- Une intégration de méteil grain allant de **9 à 25 %**, dans les rations.

# Questionnaire



- Aliments équilibrés en énergie-protéines
- Pressions biotiques limitées
- Réduction usage d'intrants



- Production grain ou fourrage pouvant être aléatoire
- Difficilement évaluable qualitativement
- Coût des semences

# Présentation du projet

Localisation, partenaires, échantillons.

# Projet

Itinéraires techniques  
Facteurs de variation / évaluation multicritère

Méteil grain

Méteil fourrage



**CARPESO**  
Nouvelle-Aquitaine  
Occitanie

Compilation / Valorisation références  
Promotion des résultats  
Outil innovant



# Projet

Durée du projet : 01/01/2020 au 30/06/2023

**CARPESO**

- Promouvoir le développement des méteils  
- Lever les points de blocage sur la valeur alimentaire

- Accroissement autonomie alimentaire et/ou protéique  
- Réduction de 75 à 100% de l'utilisation des pesticides

## CARPESO c'est :

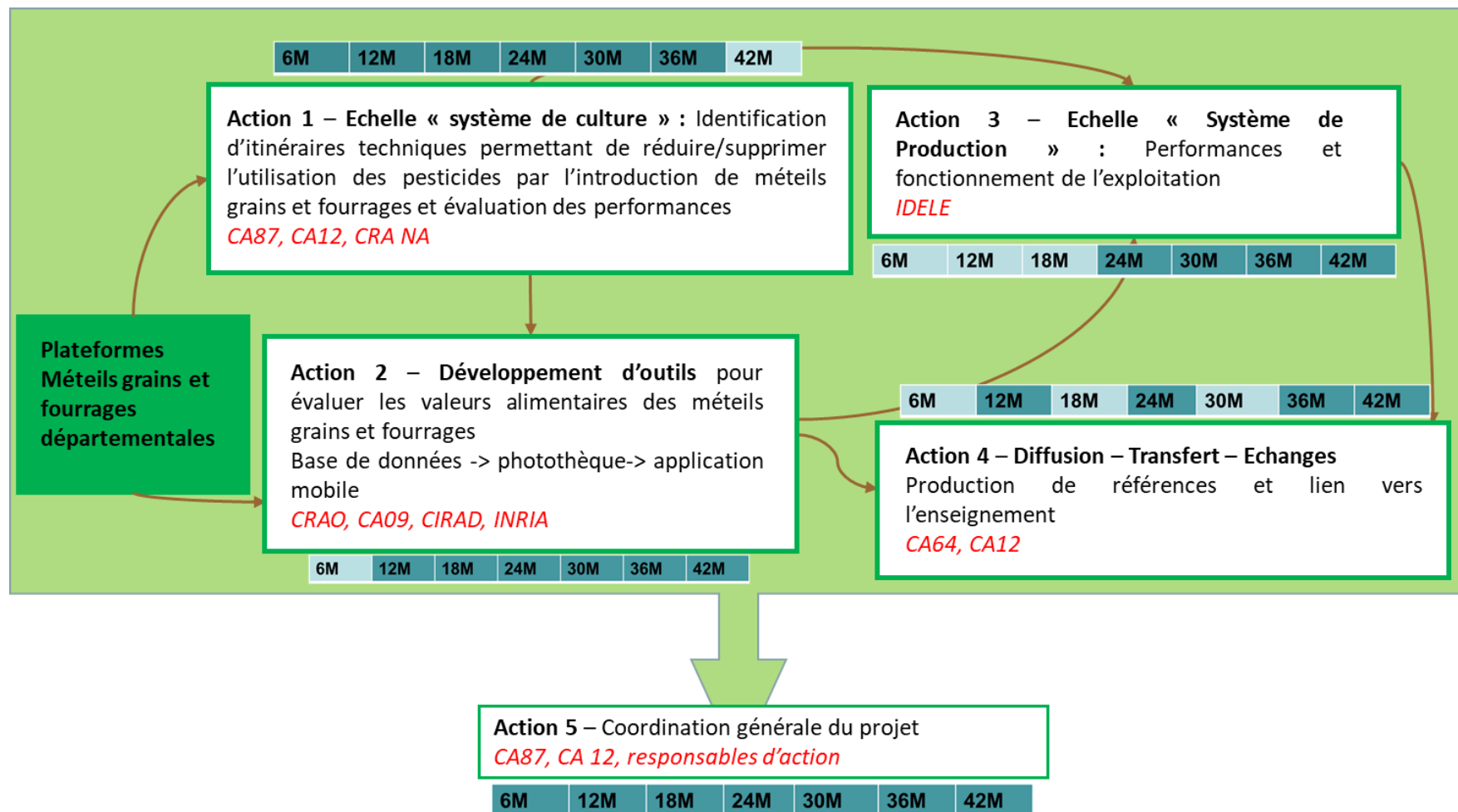
- 13 partenaires (Chambres, instituts techniques)
- 2 régions : Nouvelle Aquitaine et Occitanie
- 42 mois (2020-2023)



0 50 100 km



# Projet



# Action 1

Localisation, partenaires, échantillons.

# Bibliographie

Afin de pouvoir faire un état des lieux des connaissances que l'on sur la culture du méteil fourrage et grain, une synthèse bibliographique a été faite.

## Partie 1 : Influence de l'ITK sur le développement du méteil et de la récolte finale

### → Fertilisation du sol :

- Réduction de la fertilisation azotée pour éviter compétition entre céréales et légumineuses dans le méteil immature (ARPEB n°70, 2015)
- Performance des associations qui tend à diminuer lorsqu'il y'a une forte disponibilité précoce en azote, car la production de la légumineuse est fortement diminuée (Projet PerfCom, 2012)
- Plus le N est disponible est important et plus la MAT du pois augmente, dans les associations (Références alimentation des ruminants en AB, ITAB 2009)

# Bibliographie

## → Période de semis et de récolte :

- Semis de septembre à octobre pour le MI (Herbe et fourrages Limousin, 2014) et octobre – novembre pour le MG (synthèse Redcap, 2020)
- Pas de semis trop tôt pour éviter les maladies et limiter l'utilisation des pesticides. (Observations et témoignage INRA, CA24, 2006). Trouver le bon compromis pour éviter le gel des protéagineux (Herbe et fourrages Limousin, 2014)
- Récolte optimale en début épiaison des graminées et début floraison du pois pour MI (Herbe et fourrages Limousin, 2014). Date de récolte basée sur la maturité des protéagineux pour le MG, taux d'humidité de 15% (INOSYS, du méteil grain pour les ovins 2017)

\* MI : méteil immature ; MG : méteil grain

# Bibliographie

## → Choix de la conservation du méteil :

- Ensilage semble la méthode la plus adaptée, pour obtenir un fourrage au minimum à 30% de MS (Herbe et fourrage Limousin, autonomie alimentaire azotée 2017)
- Des travaux sur les différents mode de récolte du méteil immature et favoriser l'entrée au silo (MéliBio, Arvalis)
- En méteil grain, nécessiter de ventiler dès la récolte, afin de diminuer le risque de ravageur et augmenter la durée de la conservation (REDCap, quels méteils grain pour les chèvres de Nouvelle Aquitaine et Pays de la Loire ?, 2019)

# Bibliographie

## Partie 2 : Choix et association des variétés

### → Le choix des espèces et leurs propriétés :

- Il est conseillé de faire des mélanges simples de 4 espèces pour favoriser la complémentarité entre espèces et limiter les aléas des impacts climatiques MI (Observations et témoignage INRA, CA24, 2006).
- Les mélanges à base de triticales et/ ou blé présentent les meilleurs rendements MI (Herbe et fourrages Limousin, 2014)
- Spécificité des espèces (faible valeur énergétique de l'avoine, valeur du pois.f inférieure à celle du pois.p) (ITAB, références alimentation des ruminants en AB, 2009)

\* MI : méteil immature ; MG : méteil grain

# Bibliographie

## → Le choix des doses de semis :

- Pour éviter les maladies sur légumineuses et l'étouffement des autres espèces, ne pas semer à une dose supérieure à la dose pure (30 graines/m<sup>2</sup> pour la féverole en pure) MI (Météils comment obtenir rendement ET valeur protéique, CA17 et 79, 2018)
- Pour un bon effet tuteur de pas dépasser 80-130 g/m<sup>2</sup> pour les espèces à port dressés : céréales et/ou féverole MI (Météil précoce, un levier pour l'autonomie protéique?, CA17 et 79, 2019)
- On constate des disparités entre la proportion de chaque espèce au semis et à la récolte MI (Compte rendu essai méteil au LPA Valentées , 2014-2015)

<u>Espèce</u>	<u>Evolution de la proportion</u>
Triticale	↓
Pois fourrager	=
Vesce commune	=
Avoine	↑↑↑
Féverole	↓↓
Vesce velue	↑↑↑
Epeautre	=

*\* Évolution de la proportion entre le semis et la récolte*

# Bibliographie

## Partie 3 : Influence des conditions pédoclimatiques

- La teneur en MAT des pois varie beaucoup selon les conditions pédoclimatiques (ITAB, références alimentation des ruminants en AB, 2009)
- Printemps humides non favorables au méteils avec triticales car développement trop important et valeur alimentaire dégradée MI (Compte rendu essai méteil au LPA Valentées, 2014-2015)
- Semis de protéagineux à éviter dans les parcelles humides, sous peine de les voir disparaître MG (INOSYS, du méteil grain pour les ovins 2017)
- Sécheresse et chaleur ont un impact négatif important sur les protéagineux en fin de cycle (ITAB, références alimentation des ruminants en AB, 2009)
- Température froides fin décembre-janvier => retard de développement de la végétation (résultats de l'essai sur les méteils fourragers conduit au lycée agricole de Mirande, CA32, 2017)



# Conclusion bibliographie

La synthèse bibliographique a permis de faire un constat des différents groupes de facteurs pouvant avoir une influence sur le développement du méteil. Se distinguent alors deux type de facteurs :

→ Les facteurs sur lesquels il est possible d'avoir la main :

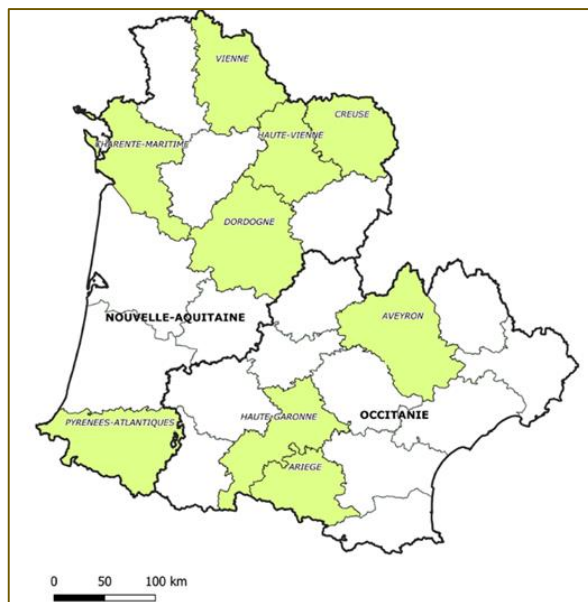
- La conduite de la culture : la fertilisation, la période de semis et de récolte.
- Le choix des espèces le nombre, et la proportion de chacune des espèces dans le mélange de départ.

→ Les facteurs que l'agriculteur ne peut modifier :

- Le contexte agropédoclimatique.
- Les évènements climatiques pouvant influencer la culture.

Dans la suite du projet c'est le premier groupe de facteurs qui a été étudié en priorité. Afin de donner indications sur des pratiques accessible par l'agriculteur.

# Action 1



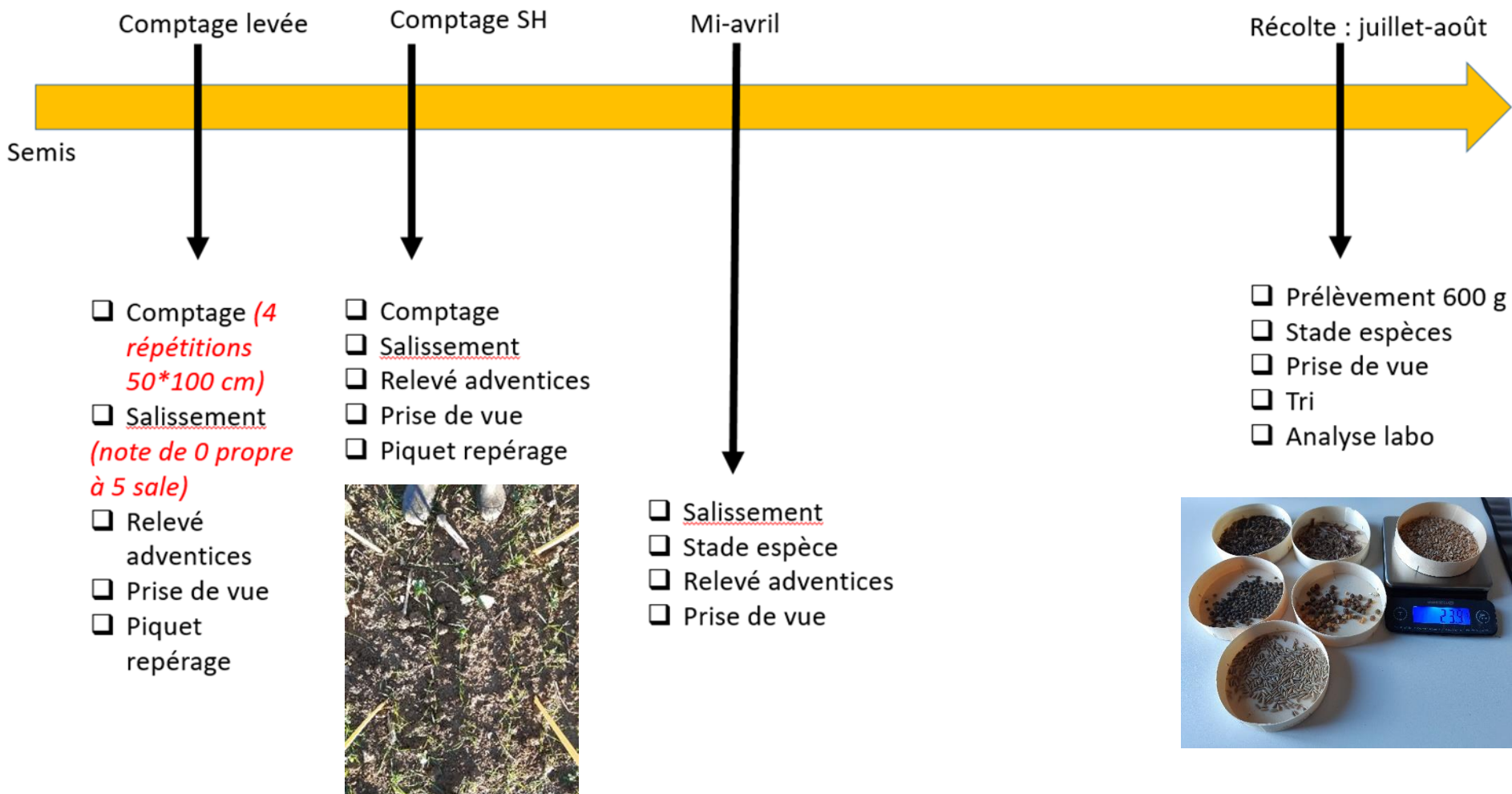
Au total : 58 parcelles ont été suivies en 2020, 20 en 2021, 30 en 2022 et 5 en 2023, sur les régions Nouvelle-Aquitaine et Occitanie.

DEPARTEMENTS	TYPE METEIL	2020	2021	2022	2023
REDCAP (Vienne en majorité)	grain	41	0	0	0
	fourrage	0	0	0	0
Charente-Maritime Deux-Sèvres	grain	0	0	0	0
	fourrage	3	4	3	0
Haute-Vienne	grain	1	1	3	0
	fourrage	0	0	1	0
Creuse	grain	1	3	3	0
	fourrage	0	1	0	1
Dordogne	grain	3	1	2	0
	fourrage	1	2	0	0
Aveyron	grain	2	1	3	0
	fourrage	1	1	0	1
Pyrénées-Atlantiques	grain	0	0	0	0
	fourrage	0	0	7	0
Haute-Garonne	grain	0	1	2	0
	fourrage	2	2	0	0
Ariège	grain	3	3	4	0
	fourrage	0	0	2	3

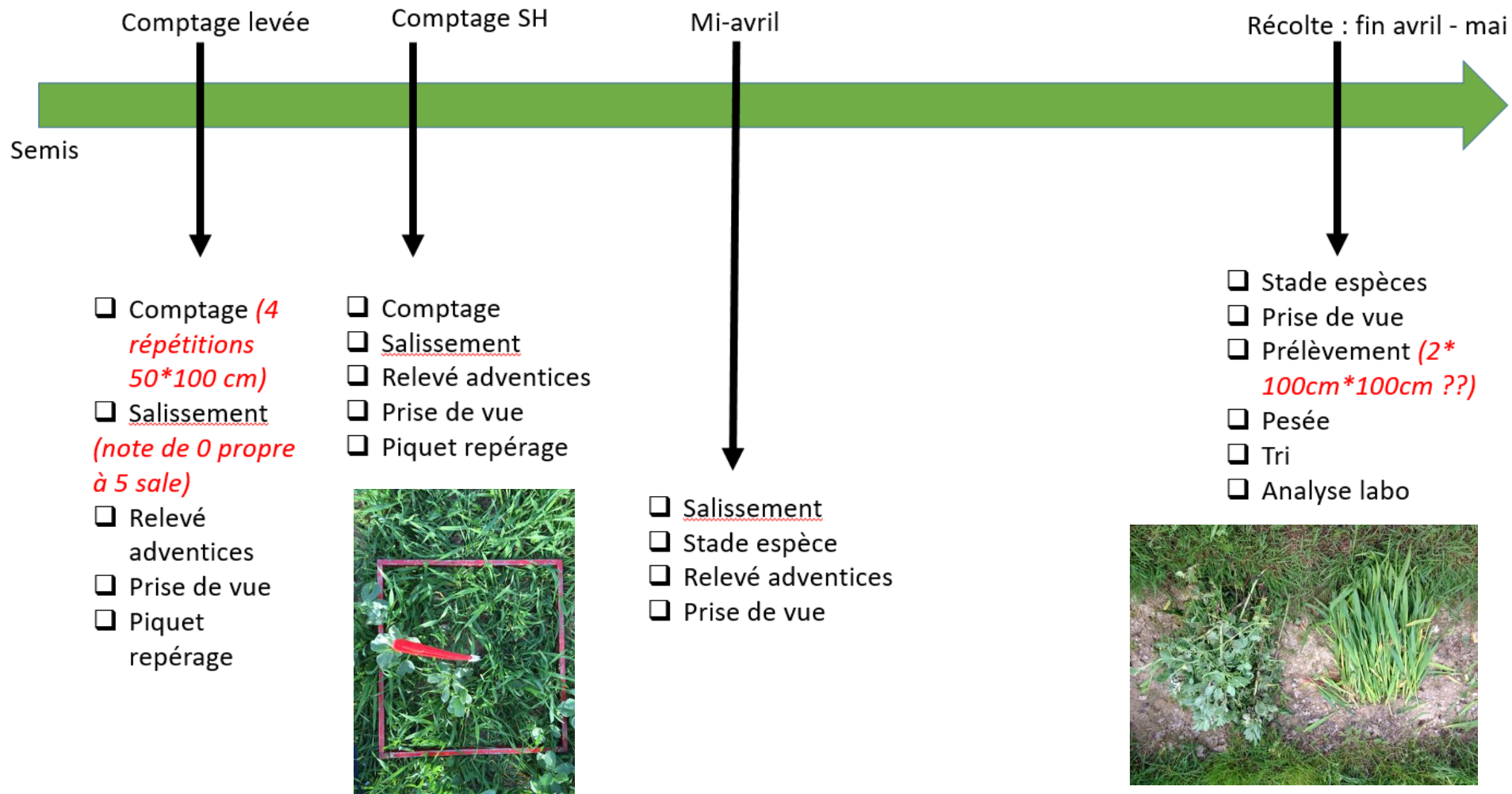
		2020	2021	2022	2023
Total PARCELLES	grain	51	10	17	0
	fourrage	7	10	13	5



# Protocole méteil grain



# Protocole méteil fourrage



# Action 2

Construction de la base, analyse, élaboration de l'outil  
ESTI'METEIL.

# Méthode d'analyse

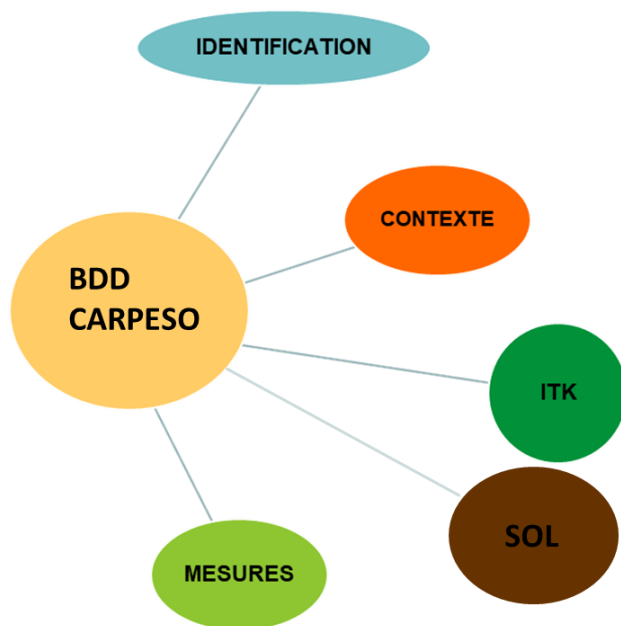
- **Constitution d'une Base de Données** : 493 données référencées (47 % suivis / 53 % bibliographie)
- 1 référence caractérisée par 142 variables
- 231 **suivis** ont été traités et analysés
- Il n'y a pas eu de travail approfondi sur le calcul de l'IFT, car manque de données.
- Analyse séparée, avec des **Tableaux Croisés Dynamiques (TCD)** :
  - méteils **grains (35%)**/fourrages (65%)
  - parcelles en **AB (29%)** ou conventionnelles (71%).

## Analyses qui ont été faites :

- *Nombre d'espèces dans le mélange*
- *Fréquence d'apparition des différentes espèces*
- *Taux de légumineuses au semis*
- *Densités moyennes de semis par espèce*
- *Répartition des échantillons par classe de fertilisation azotée*
- *Taux d'échantillons traités et types de traitements (phytosanitaires)*

# Présentation de la BDD

- **Structure de la base de données :**



- La base de données se présente sous la forme de fichier Excel regroupant les données issues de la bibliographie et des suivis de métaux.
- Une ligne correspond à un échantillon de métal.



# Présentation de la BDD

- **Structure de la base de données :**

Informations générales	Contexte/ environnement	Itinéraire technique	Caractéristiques du sol	Mesures biologiques et chimiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localisation</li> <li>- AB ou conventionnel ?</li> <li>- Type d'élevage</li> <li>- .....</li> <li>- .....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Année</li> <li>- Précédent, rotation</li> <li>- Contexte météo</li> <li>- Amendement</li> <li>- Apport organique</li> <li>- .....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densité de semis par espèces</li> <li>- Variétés</li> <li>- Taux de légumineuses semis</li> <li>- Date de semis/récolte</li> <li>- Travail de sol</li> <li>- Fertilisation</li> <li>- .....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type de sol</li> <li>- Réserve utile</li> <li>- Hydromorphie</li> <li>- Calcaire</li> <li>- Variables analyse de sol</li> <li>- ....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taux de levée avant et sortie hiver</li> <li>- Taux par espèces à la récolte</li> <li>- Variables de valeurs alimentaires</li> <li>- .....</li> <li>- .....</li> </ul>

# Type de mélange

- **Méteil fourrage (AB gauche/ conventionnel)**

Légende :

2 espèces

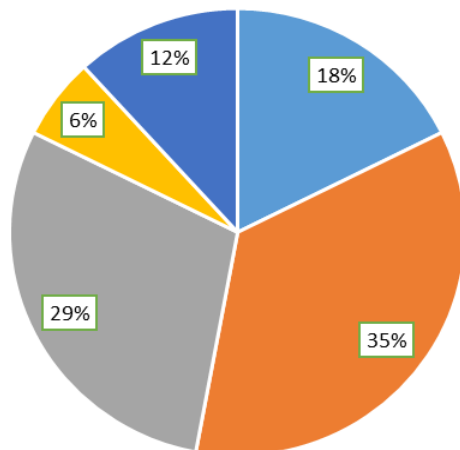
3 espèces

4 espèces

5 espèces

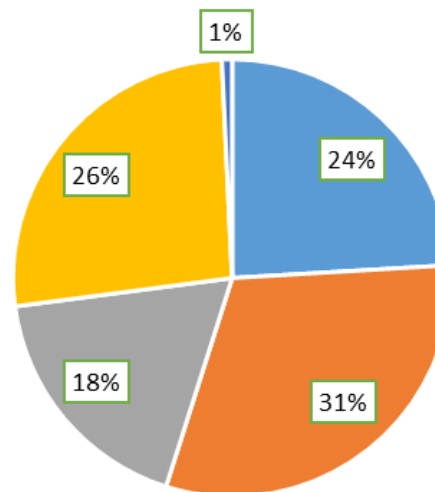
6 espèces

Nombre d'espèces, méteil fourrage AB



Dont **65 %**, provenant des essais en Charente, Deux-Sèvres.

Nombre d'espèces, méteil fourrage conv



Dont **80 %**, provenant des essais en Charente, Deux-Sèvres.

# Type de mélange

- **Méteil grain (AB gauche/ conventionnel)**

Nombre d'espèces présentes, méteil grain AB

Nombre d'espèces présentes, méteil grain conv

Légende :

2 espèces

3 espèces

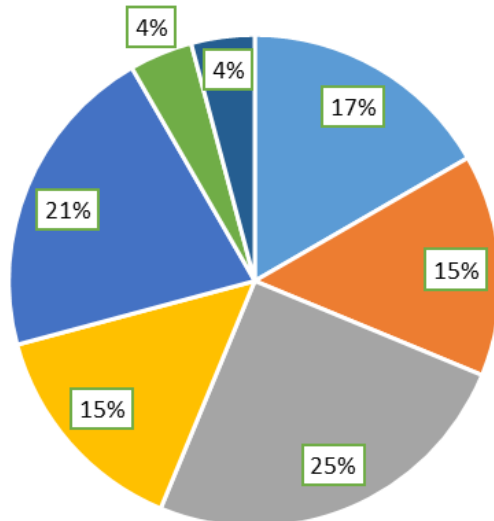
4 espèces

5 espèces

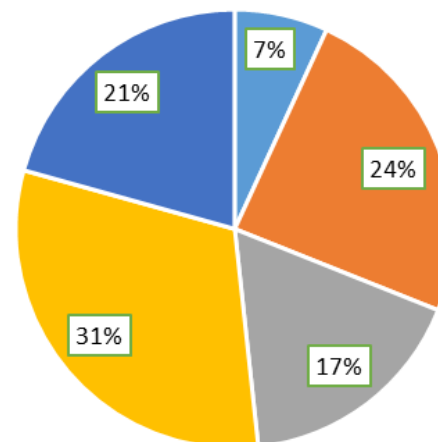
6 espèces

7 espèces

8 espèces



Dont **46 %**, provenant du réseau caprin RedCap.



Dont **41 %**, provenant du réseau caprin RedCap.

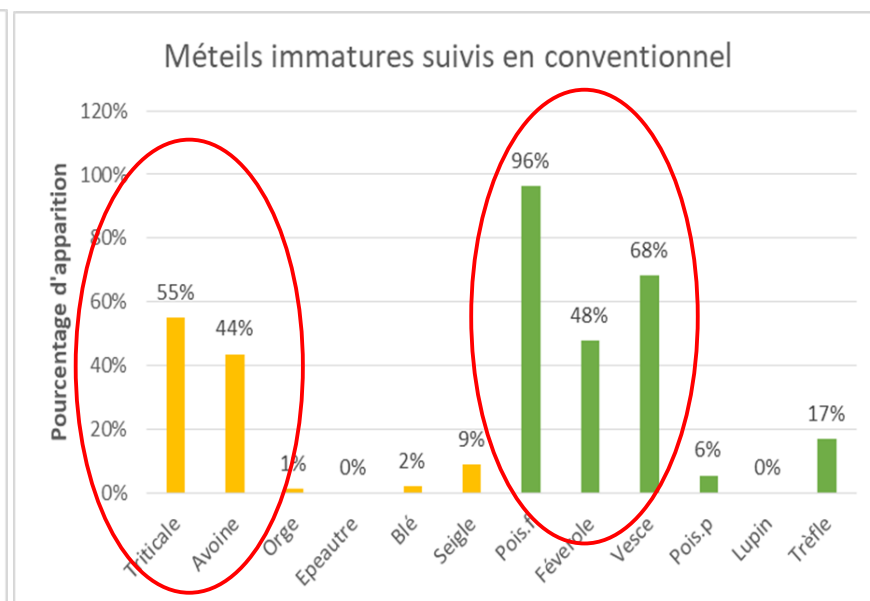
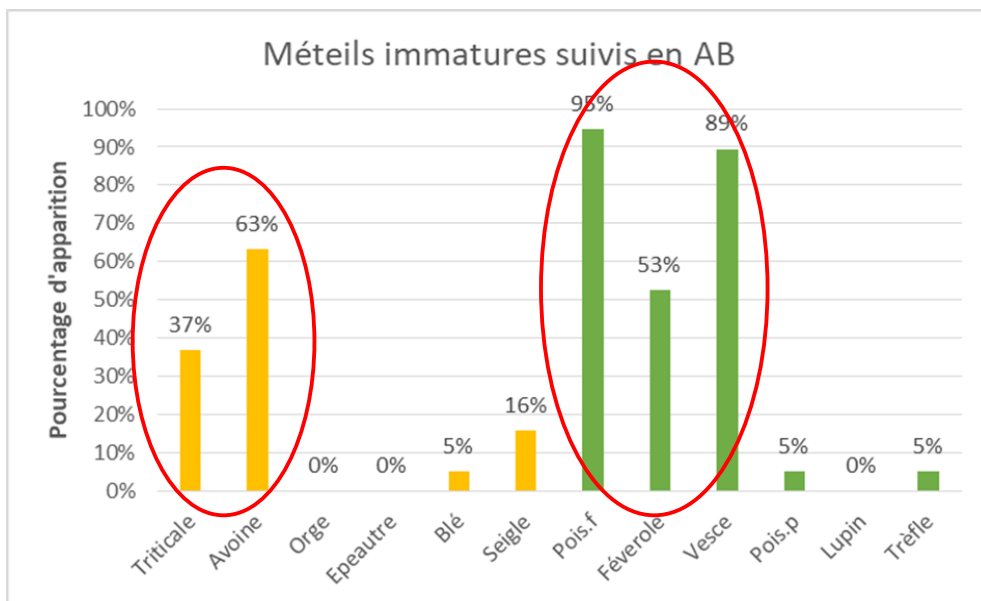


# Conclusion : type de mélange

- En moyenne, des mélanges de **2 à 4 espèces** sont le plus fréquemment utilisés dans les méteils. Pas de **différence** notable entre les méteils fourrages et les méteils grains.
- **70%** pour le méteil fourrage et **50%** pour le grain, sont des mélanges de 2 à 4 espèces.
- En AB, une plus grande variabilité **dans le nombre d'espèces utilisées.**

# Espèces fréquentes

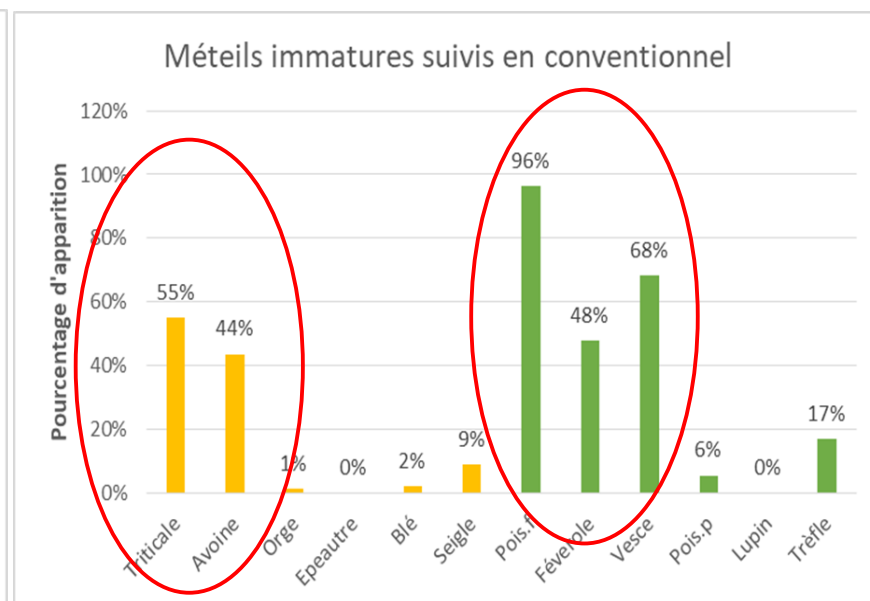
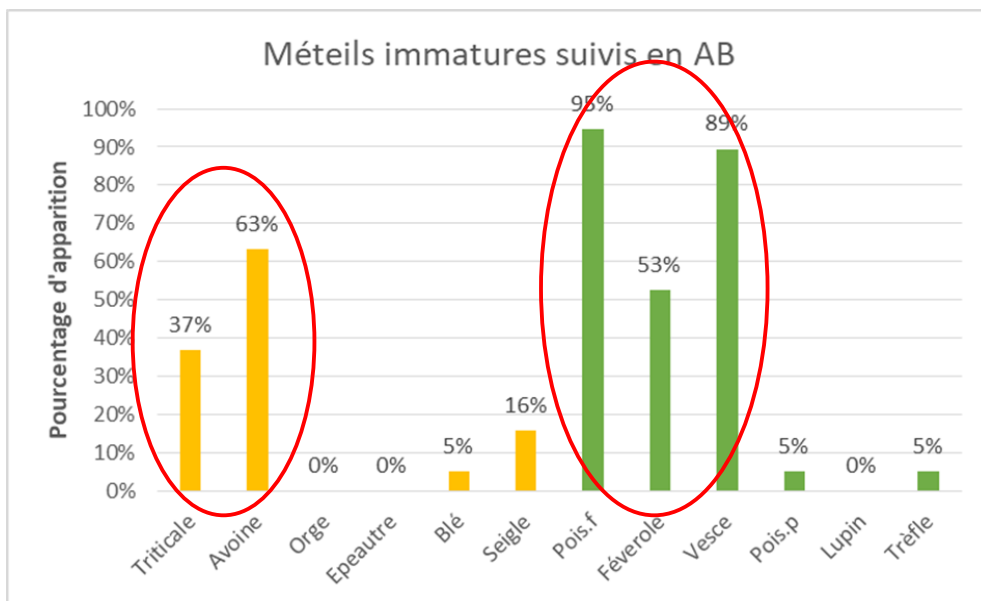
- **Fréquence d'apparition par espèces en méteil fourrage**



Que ce soit en AB ou conventionnel, les espèces les plus utilisées sont : triticale et avoine en céréales et pois fourrager, féverole et vesce en protéagineux.

# Espèces fréquentes

- **Fréquence d'apparition par espèces en méteil fourrage**



Que ce soit en AB ou conventionnel, les espèces les plus utilisées sont : triticale et avoine en céréales et pois fourrager, féverole et vesce en protéagineux.

# Avantages/inconvénients

Céréales :	AVANTAGES	INCONVENIENTS
<b>Triticale</b>	Potentiel de rendement élevé Rusticité Tolérance aux sols difficiles Bonne couverture du sol Bon tuteur	Risque d'acidose Concurrente potentielle à l'avoine
<b>Avoine</b>	S'associe avec la vesce Adaptée aux sols difficiles Bon rendement en paille, riche en cellulose (limite l'acidose)	Valeur alimentaire faible (moins que blé et triticale) Sensible aux maladies Gélive, verse possible si trop développé

Légumineuses :	AVANTAGES	INCONVENIENTS
<b>Pois.f</b>	Adapté à tous les type de sols S'associe avec de l'orge ou du triticale	Rdt et MAT qui varie beaucoup selon les conditions météorologiques Risque de verse si trop présent (en particulier pois fourrager)
<b>Féverole</b>	S'associer avec blé ou triticale Préfère les sols argilo-calcaires Graine très riches en protéines digestibles	Implantation délicate, car il est préférable de faire deux semis successifs Sensible aux attaques de pucerons
<b>Vesce (en conventionnel)</b>	Intéressante en valeur alimentaire (MAT et PDIN > au pois fourrager) Fort développement végétatif	Réservé en récolte fourrage Sensible à la verse Difficile à récolter en grain Variétés étouffantes

Source : coop de France

Assembler différentes espèces dans un mélange, c'est pouvoir bénéficier des avantages et des complémentarités de différentes espèces. Attention toutefois à être vigilant aux points faibles de certaines espèces pour pouvoir maximiser les réussites de son méteil.

# Taux de légumineuses semis

- Taux d'échantillons en méteil grain et fourrage, par classe de % de légumineuses au semis.

% LEG SEMIS	METEIL FOURRAGE		METEIL GRAIN	
	AB	CONV	AB	CONV
<b>0-25</b>	47%	48%	100%	97%
<b>25-50</b>	35%	31%	0	3%
<b>50-75</b>	12%	18%	0	0
<b>75-100</b>	6%	3%	0	0

Total = 17    Total = 157    Total = 153    Total = 108

Nom de l'espèce	PMG* (g/1000gr)
Triticale	45
Avoine	38
Orge	45
Epeautre	40
Blé	43
Seigle	32
Pois fourrager	200
Féverole	525
Vesce	63
Pois protéagineux	200

Détail des PMG qui ont été utilisés pour la conversion kg/ha en gr/m<sup>2</sup>

- La majorité des échantillons de méteils grain et fourrages, ont des % de légumineuses au semis entre 0 et 25 %.
- Qu'est-ce qui explique que 100% des échantillons de méteils grains ont moins de 25% de légumineuses semis ?



# Densité de semis

- Par type de méteil : moyenne de densité de semis par espèces (espèces les plus utilisées), selon la classe de taux de légumineuses.

% LEG SEMIS	METEIL FOURRAGE		METEIL GRAIN	
	AB	CONV	AB	CONV
<b>0-25</b>	47%	48%	100%	97%
<b>25-50</b>	35%	31%	0	3%
<b>50-75</b>	12%	18%	0	0
<b>75-100</b>	6%	3%	0	0

Total = 17    Total = 157    Total = 153    Total = 108

Nom de l'espèce	PMG* (g/1000gr)
Triticale	45
Avoine	38
Orge	45
Epeautre	40
Blé	43
Seigle	32
Pois fourrager	200
Féverole	525
Vesce	63
Pois protéagineux	200

Détail des PMG qui ont été utilisés pour la conversion kg/ha en gr/m<sup>2</sup>

- La majorité des échantillons de méteils grain et fourrages, ont des % de légumineuses au semis entre 0 et 25 %.
- Qu'est-ce qui explique que 100% des échantillons de méteils grains ont moins de 25% de légumineuses semis ?

# Valeurs alimentaires

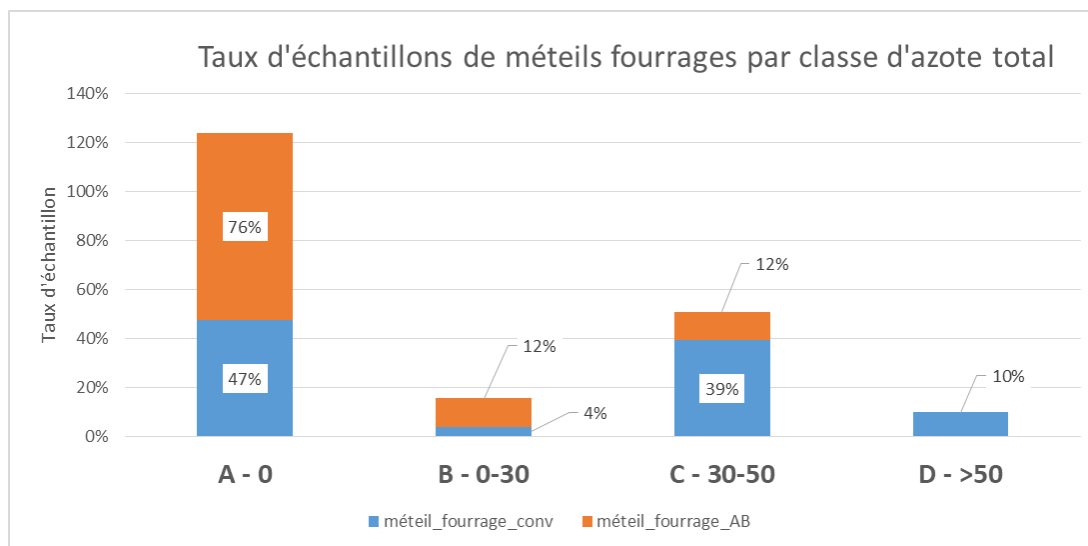
- Synthèse de la MAT, et des rendements par type de méteil.

TYPE METEIL	MAT (%)			RDT (Q/HA)			RDT (TMS/HA)		
	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN
Méteil_fourrage_AB	22	<b>13</b>	7				6	<b>4</b>	3
<i>n total</i>	<i>17</i>						<i>17</i>		
Méteil_fourrage_CONV	23	<b>15</b>	7				12	<b>5</b>	2
<i>n total</i>	<i>133</i>						<i>133</i>		
Méteil_grain_AB	23	<b>15</b>	10	45	<b>24</b>	5			
<i>n total</i>	<i>48</i>								
Méteil_grain_CONV	20	<b>15</b>	11	60	<b>38</b>	12			
<i>n total</i>	<i>29</i>								

- Pour le **méteil fourrage**, une MAT en moyenne plus élevée pour le conventionnel comparé en AB. Les rendements moyens restent proches.
- Pour le **méteil grain**, la MAT est équivalente en AB et en conventionnel. En revanche des rendements plus élevés en moyenne en conventionnel.
- Attention à la **fiabilité** des rendements !

# Fertilisation

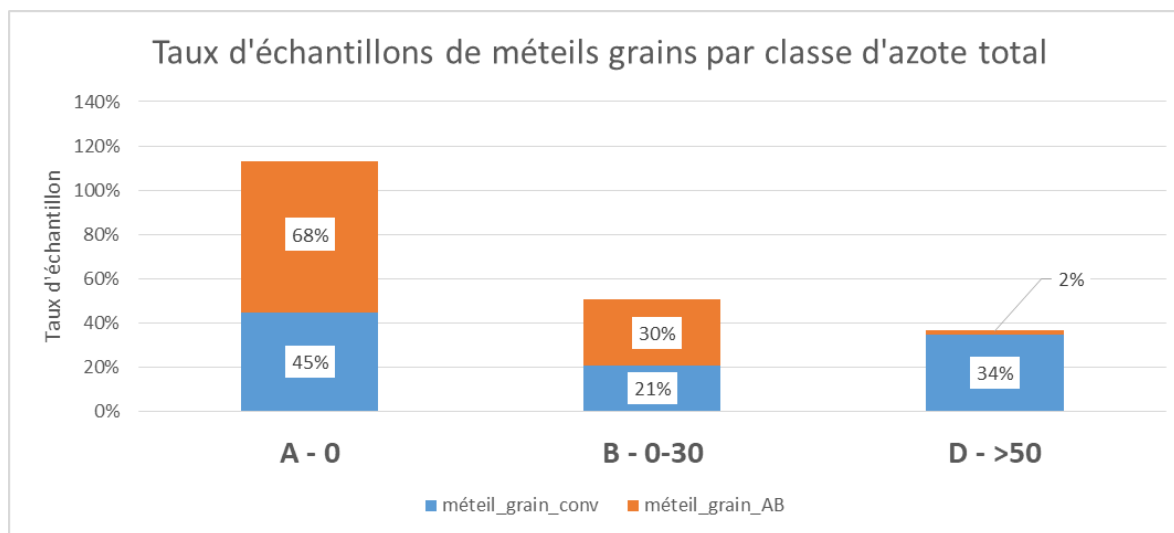
- **Taux d'échantillons de méteils fourrages par classe de fertilisation en unités d'azote (N min et orga).**



- En AB, la majorité des échantillons n'ont pas d'apport d'azote.
- En conventionnel, il y a une répartition équivalente entre les échantillons fertilisés et non fertilisés.

# Fertilisation

- **Taux d'échantillons de méteils grains par classe de fertilisation en unités d'azote (N min et orga).**



- En AB, la majorité des échantillons n'ont pas d'apport d'azote.
- En conventionnel, il y a une répartition équivalente entre les échantillons fertilisés et non fertilisés.

# Traitement phyto

- Taux d'échantillons de métaels traités par type de produit phytosanitaire.

	% de parcelles avec intervention(s) phytosanitaire(s)		
	HERBICIDE	INSECTICIDE	FONGICIDE
METEIL_FOURRAGE	0%	0%	0%
METEIL_GRAIN	7%	3%	21%

*2/27 échantillons*
*1/28 échantillons*
*5/23 échantillons*

Parmi les échantillons suivis, ce sont seulement **les échantillons de métaels grains** qui ont été traités. C'est en majorité des fongicides qui ont été appliqués pour la plupart, suite à des maladies sur protéagineux.

# Synthèse des résultats

## Synthèse pour le méteil fourrage :

- AB ou conventionnel : mélanges de 2,3,4 espèces privilégiés  
=> taux de légumineuses entre 7% et 25% ou 25%-50% au semis
- En général, aucune fertilisation. Dans les cas où il y en a eu une, ce sont des apports de 0-30/30-50 ou dans de rares cas >50 unités d'azote (organique et minéral)

	METEIL FOURRAGE (n=150)	
	AB	CONV
Type de mélange	2,3,4 espèces	
Espèces utilisées	Triticale-Avoine-Pois.f-Féverole-Vesce	
Densité de semis moyenne	Triticale : 70 à 180 gr/m <sup>2</sup> Avoine : 80 à 170 gr/m <sup>2</sup> Pois.f : 25 gr/m <sup>2</sup> Féverole : 10 gr/m <sup>2</sup> Vesce : 25 gr/m <sup>2</sup>	Triticale : 80 à 140 gr/m <sup>2</sup> Avoine : 70 à 80 gr/m <sup>2</sup> Pois.f : 25 gr/m <sup>2</sup> Féverole : 15 gr/m <sup>2</sup> Vesce : 30 gr/m <sup>2</sup>
Taux moyen de légumineuse au semis	7-25 % et 25-50%	
Fertilisation	0 (majorité)/0-30/30-50 U d'azote	0/0-30/>50 U d'azote
Traitement phyto	Pas de traitement	

70 % environ des échantillons viennent de Charente-Deux-Sèvres

# Synthèse des résultats

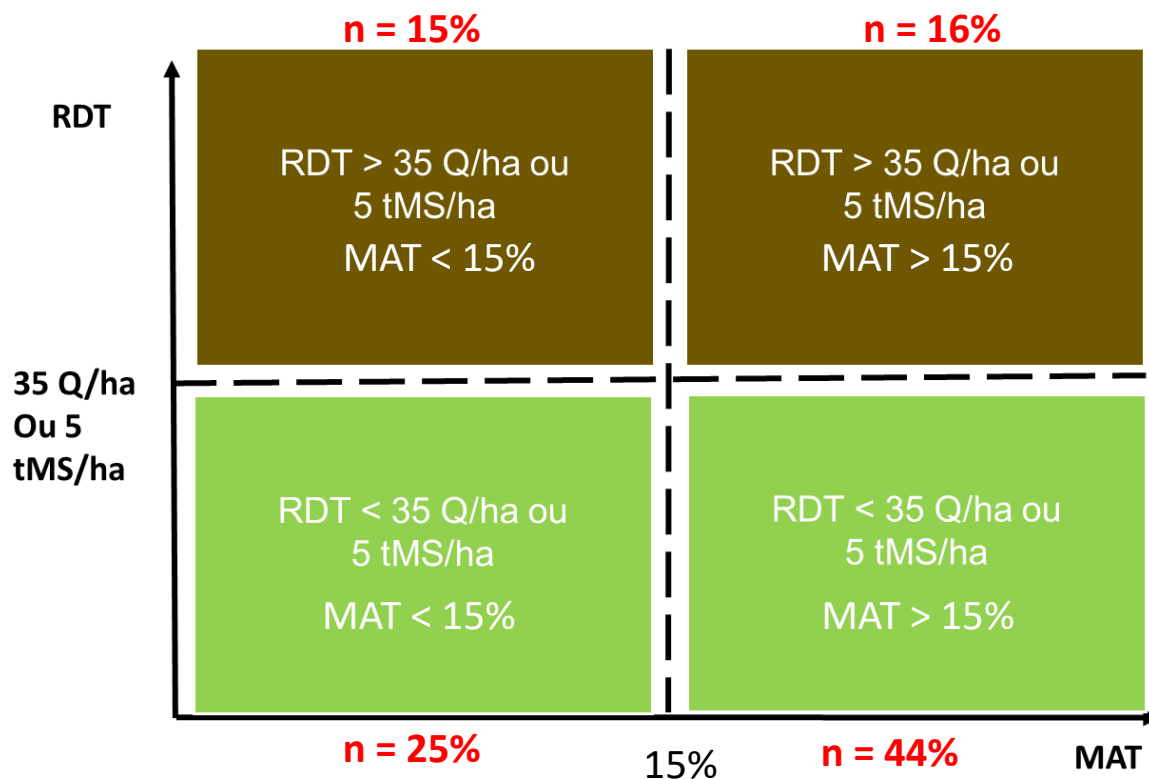
## Synthèse pour le méteil grain :

- AB ou conventionnel, mélanges avec plus de 3 espèces privilégiés  
=> taux de légumineuses entre **2% et 25% au semis**
- En général, 1 apport d'azote : **~30 U** (organique + minéral).
- Les traitements phyto restent anecdotiques.

	METEIL GRAIN (n=77)	
	AB	CONV
Type de mélange	2,4,6 espèces	3,5,6 espèces
Espèces utilisées	Triticale-Avoine-Pois.f-Féverole-Vesce	
Densité de semis moyenne	Triticale : 200 gr/m <sup>2</sup> Avoine : 70 gr/m <sup>2</sup> Pois.f : 20 gr/m <sup>2</sup> Féverole : 10 gr/m <sup>2</sup> Vesce : 20 gr/m <sup>2</sup>	
Taux moyen de légumineuse au semis	2-25 %	
Fertilisation	0/0-30 U d'azote	0/0-30/>50 U d'azote
Traitement phyto		21% fongicide, 7% herbicide, 3% d'insecticide

40 % des échantillons sont du réseau REDCap

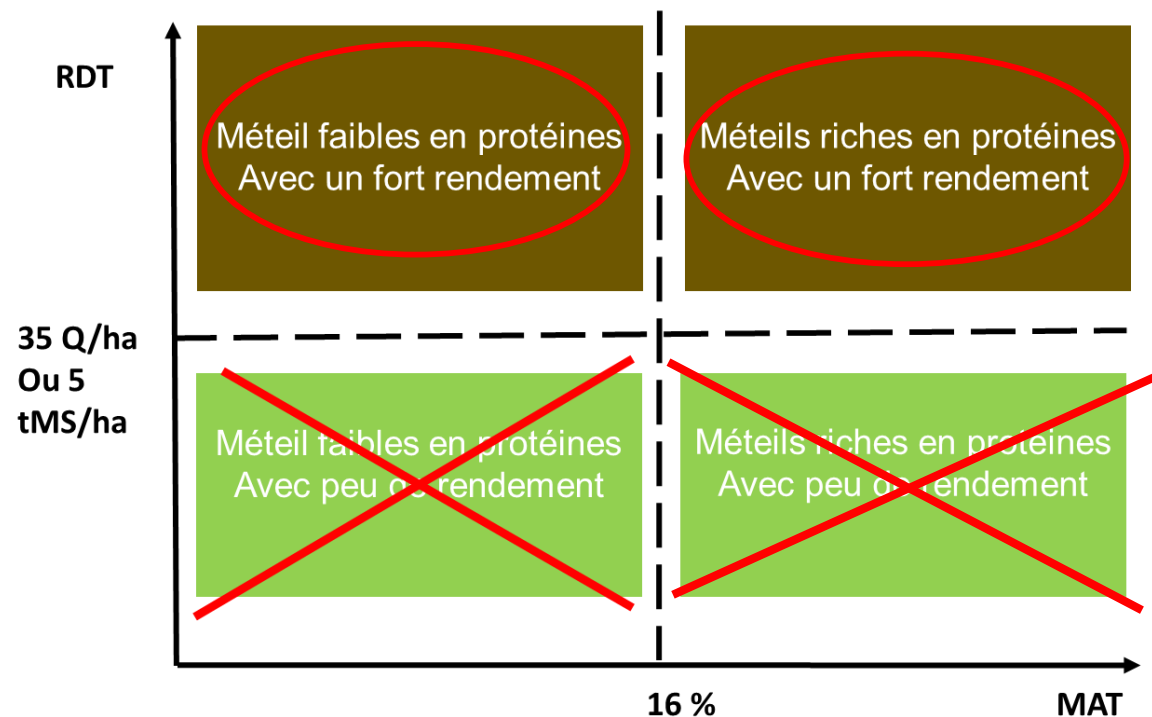
# Cas-types de méteils



- **Travail sur des groupes de méteils :**
  - Des typologies de méteils sont attribuées selon les objectifs de l'éleveur (protéines, rendement, équilibré ?)
  - En nous appuyant sur la base de données, nous avons cherché les échantillons qui répondaient à ces critères.



# Cas-types de méteils



- Se distinguent alors 4 « groupes » de méteils.
- Nous avons sélectionné les groupes répondant aux critères, les plus souvent cités par les agriculteurs.

# Méthode d'analyse

- Parmi toutes les données récupérées, des exemples ont été sélectionnés, sur la base du rendement et de la MAT sans tenir compte d'autres facteurs qui pourraient impacter ces variables (météo, la localisation,...).
- Dans les tableaux qui suivent nous donnons les critères principaux qui décrivent ces exemples de mélanges à savoir :
  - *Les espèces présentes*
  - *Les densités de semis*
  - *Le taux de légumineuses semées*
  - *La fertilisation*
  - *Les apports de phytosanitaires*

# Méteils grains

	<b>MAT&gt;15% et RDT&gt;35Q/ha n = 7</b>	<b>13%&lt;MAT&lt;15% et RDT&gt;35Q/ha n = 8</b>
<b>Mélange 1</b>	<b>AB</b> Triticale-Epeautre-Pois. F-Féverole	Triticale-Blé-Vesce-Féverole-Pois.f-Pois.p
<b>Densité 1 (gr/m<sup>2</sup>)</b>	178 - 125 - 17 - 13	178 - 186 - 5 - 8 - 5 - 5
<b>Mélange 2</b>	Triticale - Pois.f - Féverole	Triticale - Vesce - Féverole - Pois.f - Pois.p
<b>Densité 2 (gr/m<sup>2</sup>)</b>	222 - 13 - 17	256 - 8 - 13 - 10 - 8
<b>Mélange 3</b>	Triticale - Vesce - Pois.p	Triticale - Avoine - Seigle - Féverole - Vesce - Pois.p
<b>Densité 3 (gr/m<sup>2</sup>)</b>	222 - 40 - 15	200 - 47 - 47 - 2 - 17 - 15
<b>Taux de légumineuses semis</b>	9 %/ 12%/ 20 %	5,7 %/13 %/ 10%
<b>Taux de légumineuses récolte</b>	69%/ 65%/ 60%	9,0%/3%/14,7%
<b>Fertilisation totale (unité d'azote)</b>	0 / 30 / 0	142/ 115/ 52,8
<b>Phytoprotecteur</b>	Mélange 2 traité en fongicide	Non traités

- 3, 4 espèces.
- 9% à 20% de légumineuses semées.
- Pas de fertilisation en majorité.
- 1 échantillon traité.

- 5, 6 espèces.
- 6% à 10% de légumineuses semées.
- Un apport de 50 à 140 unités d'azote.
- Pas de traitement.

# Méteils fourrages

	<b>MAT&gt;15% et RDT&gt;5 tMS/ha n = 21</b>	<b>11%&lt;MAT&lt;15% et RDT&gt;5 tMS/ha n = 17</b>
<b>Mélange 1</b>	Avoine – Seigle – Vesce – Féverole – Pois.f – Pois.p	Avoine – Pois.f – Vesce
<b>Densité 1 (gr/m<sup>2</sup>)</b>	211 – 94 – 16 – 6 – 33 – 5	263 – 33 – 79
<b>Mélange 2</b>	Triticale – Féverole – Vesce	Triticale – Vesce
<b>Densité 2 (gr/m<sup>2</sup>)</b>	89 – 24 – 22	233 – 48
<b>Mélange 3</b>	Triticale – Avoine – Pois.f – Féverole – Vesce	Triticale – Avoine – Vesce – Pois.f – Pois.p
<b>Densité 3 (gr/m<sup>2</sup>)</b>	56 – 34 – 16 – 22 – 16	89 – 79 – 37 – 13 – 4
<b>Taux de légumineuses semis</b>	16 %/ 34%/ 37,4%	30 %/ 17%/24%
<b>Fertilisation</b>	0/50/50	60/0/80
<b>Phytoprotecteur</b>	Pas d'échantillons traités	Pas d'échantillons traités

AB

- 4 à 6 espèces.
- 16% à 70% de légumineuses semées.
- Pas de fertilisation en majorité.
- Pas de traitement

- 5,6 espèces.
- 17% à 30% de légumineuses semées.
- Un apport de 60-80 unités d'azote.
- Pas de traitement

# Valorisation des données

Afin de valoriser les études faites sur la base de données, des fiches techniques de plusieurs thématiques ont été rédigées :

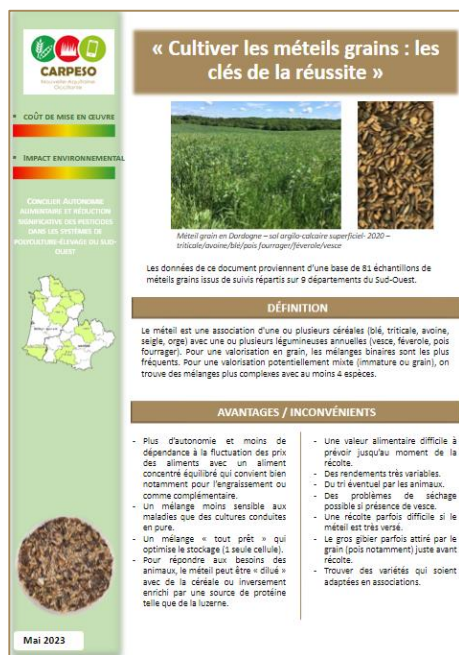
- Fiche technique **méteil grain**
- Fiche technique **méteil fourrage**

Comment composer son mélange, ITK, intérêts de la culture, valeurs alimentaires, volet économique.

- Fiche technique **simulation** à l'échelle de l'exploitation, de l'intégration du méteil. *Analyses technico-économique et environnementale, sur les filières d'élevages ovin viande et lait, bovin lait, et caprin.*

- Ces fiches seront prochainement disponibles :

<https://haute-vienne.chambre-agriculture.fr/filieres-et-innovations/productions-vegetales/carpeso/>



# Développement d'outil

Un autre objectif du projet est de pouvoir développer une application permettant d'estimer la valeur alimentaire des méteils grains. C'est en collaboration avec du CIRAD et de l'INRIA, que s'est construit l'outil.



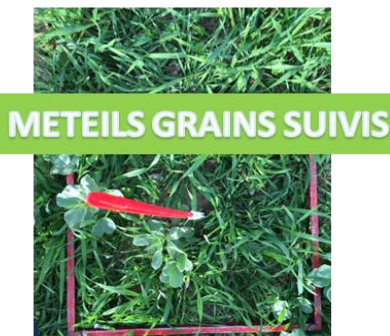
# Valorisation des photos

Une **photothèque** a été construite et sert de base pour la construction et l'entraînement de l'outil. Il y a deux sources de photos : la gamme étalon et les mélanges de méteils grain qui ont été suivis.



## GAMME ETALON

Méteils grains « sur-mesure » faits à partir de semences « pures » avec des proportions connues par espèces.



## METEILS GRAINS SUIVIS

Méteils grains, qui ont été suivis dans le réseau et triés pour avoir les proportions par espèces.



## APPLICATION D'ESTIMATION





# Construction de la gamme

**CARPESO**  
Nouvelle-Aquitaine  
Occitanie

- Afin de construire la gamme étalon, il faut tenir compte de plusieurs chose :
  - Les **associations** possibles d'espèces.
  - Les **proportions** possible d'espèces.
  - De la **quantité de graines** que peut contenir une boîte à camembert, et disponible par espèces.
- La première étape a été de commander les lots de semences pures, chez des semenciers (Caussade semences, Jouffray drillaud, Agri obtention, Sem Partner)

ESPECE	QUANTITE (g)
Triticale	3000
Avoine noire	1000
Avoine blanche	2000
Orge	2000
Blé tendre	1800
Seigle	2000
Epeautre	1000
Pois_f	3000
Pois_p	2000
féverole	2000
Vesce	1000
Lupin	2000



# Construction de la gamme

- Les possibilités de mélange étant trop nombreuses, il a été décidé de restreindre, aux types de méteils qui étaient les plus fréquents. Et aux mélanges de 2, 3, 4 espèces.
- **Cf annexe 1** (fiche Excel) pour voir la gamme de mélange en détail.
- Ci-contre un extrait de la gamme pour les mélanges à 2. Une ligne constitue un mélange, avec les poids en mg de chacune des espèces.

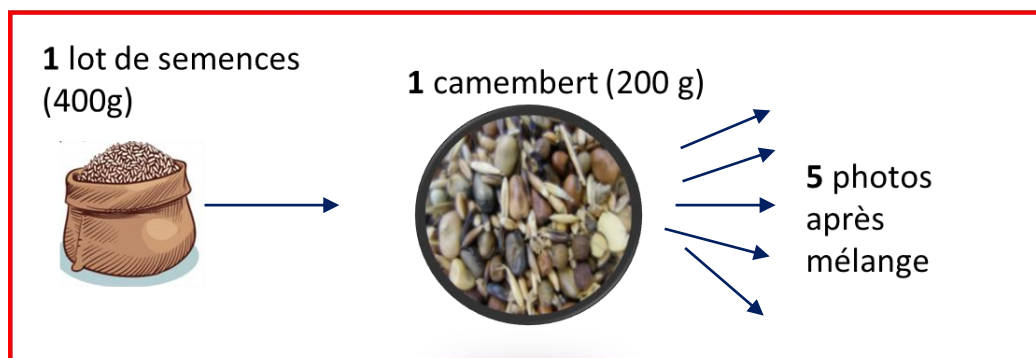
MELANGE A 2											
Triticale	Avoine noire	Avoine blanche	Orge	Blé tendre	Seigle	Epeautre	Pois_f	Pois_p	Féverole	Vesce	Lupin
60											20
	60										20
		60									20
			60								20
				60							20
					60						20
						60					20
60							20				
		60					20				
60						60			20		
	60								20		
					60				20		
	60									20	
				60			20				
				60					20		
					60					20	
		60							20		
	60						20				
			60						20		
						60	20				
60										20	
							25		25		
							25			25	
								25		25	
									25	25	



# Protocole de prise de vue

Afin d'obtenir des photos homogènes et plus simples à traiter. Un **protocole** commun est utilisé pour les prises de vue. Multiplier les prises de vue pour un même échantillon permet d'avoir toutes les conformation du mélange.

## 1 REPETITION



**x 2 répétitions (conseillers) + tri (pour connaître la proportion de chaque espèce)**

**x 2 ou 3 répétitions (coordinatrice)**

**→ Au final 25 photos par échantillon de méteil grain**

# La plateforme



L'application **ESTI'ME TEIL**, développée dans le cadre du projet [CARPESO](#), propose des estimations :

- de la proportion massique de chaque espèce d'un méteil grain
- de la valeur fourragère

Choisissez une image ou déposez la ici.

Lien internet accessible :  
<https://c4c.inria.fr/carpeso/>

L'objectif : analyser **automatiquement** une **photographie** d'un mélange de graines et d'en estimer la valeur fourragère.

# Pl@ntNet

L'équipe **Pl@ntNet** a été sollicitée pour son expertise en analyse d'images. Pl@ntNet est une plateforme participative d'observation de la biodiversité végétale basée sur l'intelligence artificielle et les technologies mobiles.



BIODIV. DATA



MACHINE LEARNING

NATURE  
OBSERVERS



# Méthode

- Nouveau challenge pour l'équipe Pl@ntNet.
- Pl@ntNet peut reconnaître des **espèces sauvages**, avec **une seule plante sur pied** en photo, dans son milieu naturel.
- Pl@ntNet reconnaît moins bien les espèces cultivées, pas encore au niveau sous-espèces ou variétés, et pas sous la forme de **mélanges** de graines **récoltées**, et encore moins sous la forme de **valeurs nutritives**.
- Il a fallu entraîner un **nouveau modèle** d'analyse d'images dédié à cette tâche.



# Méthode

- La première année a été consacrée :
  - à la mono-culture et récoltes de 10 variétés
  - la création de **mélanges contrôlés** (% précis)
  - et à la mise en place d'un **protocole d'acquisition** : la boîte de camembert !
- Les années suivantes ont permis de diversifier les prises de vues avec des “vrais” mélanges.

Mono-culture



100% Lupin

Mélanges contrôlés



75% Avoine, 25% Fèves

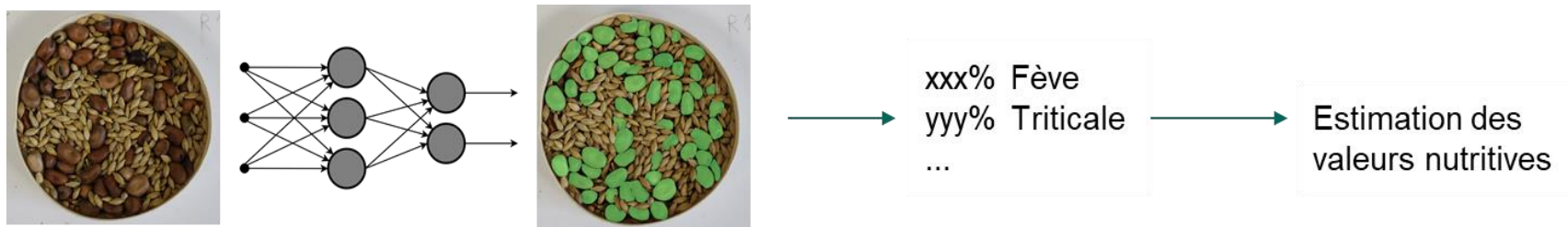
Vrais mélanges



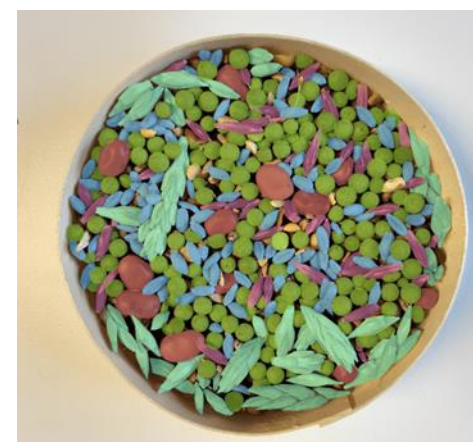
42% Avoine, 11% Orge,  
6% Pois fourrager, 14%  
Triticale, 14% Fève, 7%  
Épeautre, 6% Autres

# Méthode

Nous sommes partis sur des techniques où le but était de **détecter et identifier chaque graine individuellement** (segmentation d'instances) pour en déduire ensuite les estimations de surface puis de poids.



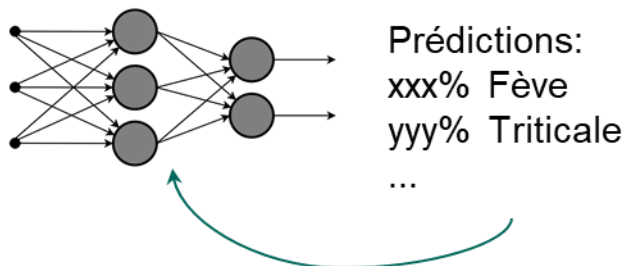
Problème : Nécessité d'annoter **intégralement** à la main toutes les graines de plusieurs images pour l'apprentissage. Trop **chronophage** !



# Méthode

Nous sommes revenus sur une **approche globale**, comme pour Pl@ntNet, mais où on ne cherche pas à prédire des probabilités d'espèces mais **directement des proportions** de chaque espèce (c'est un problème de **régression**).

*Durant l'apprentissage*



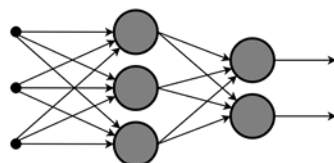
*fonction de coût (prédictions, vraies valeurs)*



# Méthode

Nous sommes revenus sur une **approche globale**, comme pour Pl@ntNet, mais où on ne cherche pas à prédire des probabilités de d'espèces mais **directement des proportions** de chaque espèce (c'est un problème de **régression**).

*En production*



Prédictions:  
xxx% Fève  
yyy% Triticale  
...

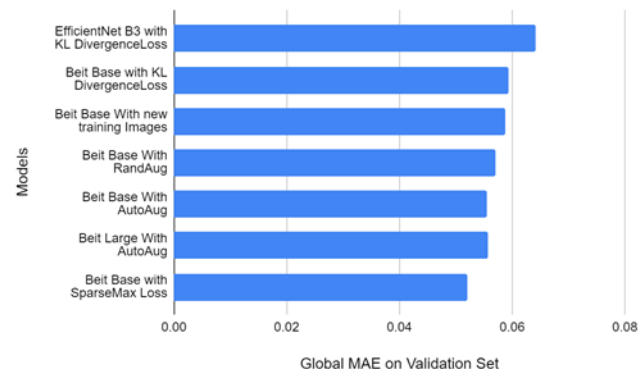
Estimation des valeurs nutritives

Seed Variety	Starch g/kgMS	TNC g/kgMS	mfu/kgMS
Triticale	678	115	1.17
Oats	419	108	0.99
Barley	600	112	1.09
Spelt		121	0.93
Wheat	691	126	1.19
Rye	620	97	1.19
Forage Peas	513	233	1.25
Faba Bean	442	295	1.26
Vetch	425	279	1.26
Protein Peas	513	233	1.25
Lupine	48	337	1.34

TNC: Total Nitrogen Content  
mfu: milk fodder unit

# Choix du modèle

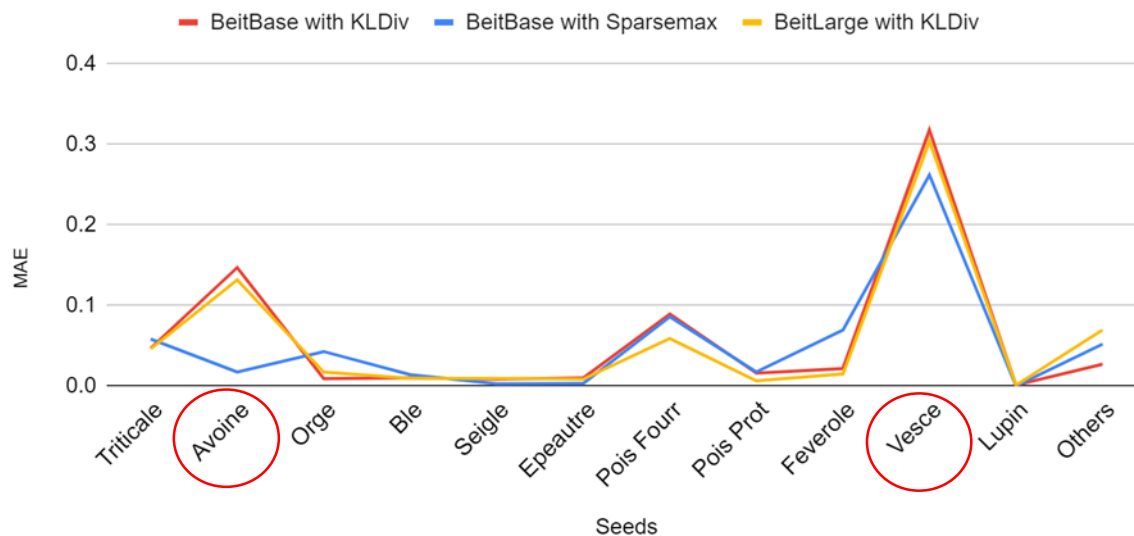
- Nous avons testé différentes architectures de modèles, différentes fonctions de coût, d'astuces usuelles en "apprentissage profond" pour obtenir les meilleurs résultats possibles.



- Un modèle **état de l'art (au printemps 2022)** a été retenu : un "Vision Transformer" (ViT) nommé BEiT.
- Sa particularité** : avoir été pré-entraîné sur des millions d'images, sans annotation, puis avec annotations, avant que l'on le spécialise sur notre problème d'estimation de mélanges.

# Performance

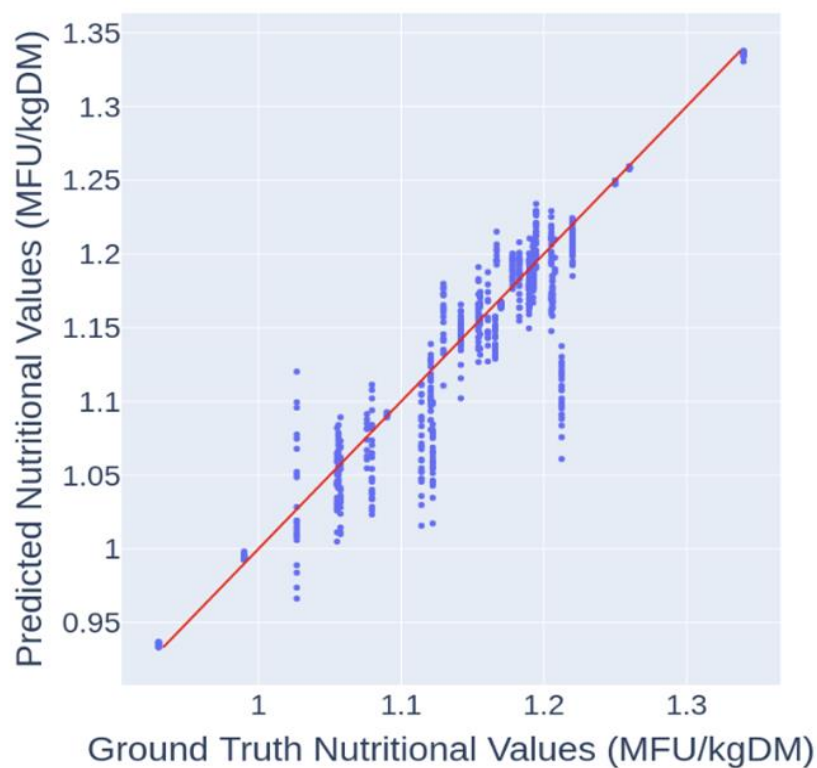
- Les performances sont bonnes mais inégales selon les espèces (un système d'estimation ne pourra jamais être parfait).



- Par exemple la **vesce tend à être confondue** avec d'autres type de graines comme le pois fourrager, peut-être parce qu'il y a des couleurs similaires et que la taille des graines est mal capturée par les modèles entraînés.

# Performance

Cependant, ce n'est pas vraiment l'erreur d'estimation des proportions qui doit être évaluée mais les erreurs d'estimation des valeurs nutritives.



# Performance

- Pour atténuer les erreurs d'estimations, une bonne pratique consiste à prendre plusieurs fois en photo un mélange de graines (typiquement 4-5 photos d'un prélèvement secoué entre chaque prise de vue, ou mieux 4 ou 5 photos de différents prélèvements d'un même sac).

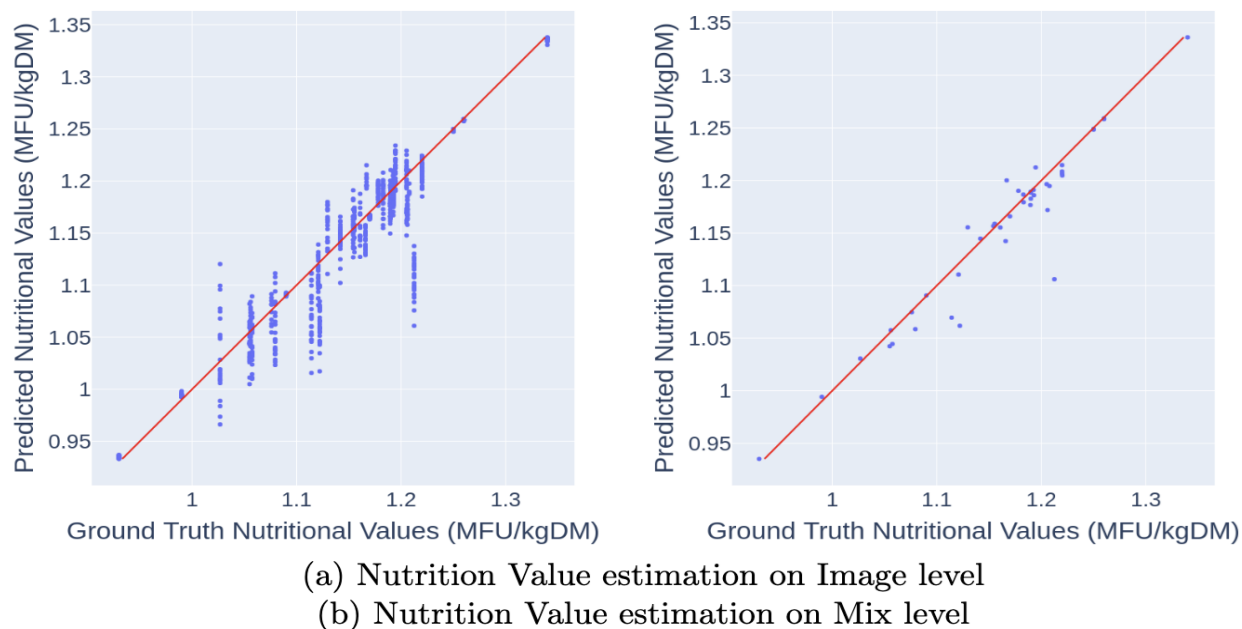



Figure 7: Nutritional value prediction vs ground truth


# Performance

- Enfin, dans la plupart des cas, l'utilisateur connaît à l'avance les graines composant son mélange : il peut encore améliorer la qualité des estimations en présélectionnant les variétés présentes dans les photos.
- Une **fiche technique** dédiée, au protocole de prise de vue et à l'utilisation de la plateforme d'estimation sera disponible à l'adresse : <https://haute-vienne.chambre-agriculture.fr/filieres-et-innovations/productions-vegetales/carpeso/>
- Place à la **démonstration** !



**CARPEO**  
Nouvelle-Aquitaine  
Occitanie


CONCILIER AUTONOMIE ALIMENTAIRE ET RÉDUCTION SIGNIFICATIVE DES PESTICIDES DANS LES SYSTÈMES DE POLY CULTURES-ELEVAGE DU SUD-OUEST DE LA FRANCE



Applicatif utilisable en France métropolitaine

**C'est quoi un méteil grain ?**

- Association d'espèces annuelles
- Céréales + protéagineux
- Récolte en grains
- Utilisation : principalement en alimentation animale



Avril 2023

**METEIL GRAIN**  
ESTIMER RAPIDEMENT LA PROPORTION DES ESPÈCES À LA RÉCOLTE


**ESTI'METEIL**

*Une application innovante d'estimation de la proportion de chaque espèce et de la valeur alimentaire de votre méteil*


**C'est quoi ESTI'METEIL ?**

- o Une application internet développée dans le cadre du projet CARPEO et permettant d'estimer par traitements d'images une proportion massive des différentes espèces composant un méteil grain

Partenaires :



- o Accessible à : <https://c4c.inria.fr/carpeso/>



**AVANTAGES / INCONVENIENTS**

**Avantages**

- o Opérationnel, rapide de compréhension et d'utilisation
- o Gratuit

**Inconvénients**

- o Estimation basée sur des valeurs alimentaires moyennes issues du projet CARPEO, INRAE
- o Respect du mode opératoire pour la prise de photographies et leurs utilisations

**1**

# Démonstration

- **ETAPE 1 : la prise de vue**

- Se munir d'un fond de boîte de camembert
- Remplir complètement la boîte avec le méteil grain
- Prendre 5 photos en cadrant sur les bords de la boîte de camembert
- Mélanger systématiquement la boîte entre chaque photographie (*ou vider et remplir à partir du méteil d'origine*)



# Démonstration

## • ETAPE 2. Utilisation de l'application ESTI'METEIL – 1ère évaluation

- Depuis un ordinateur, aller sur : <https://c4c.inria.fr/carpeso/>
- Récupérer les photographies du méteil à estimer
- L'application s'utilise aussi bien sur ordinateur que sur smartphone.



Récupérer les photographies  
de méteil grain



L'application **ESTI'METEIL**, développée dans le cadre du projet **CARPESO**, propose des estimations :

- de la proportion massique de chaque espèce d'un méteil grain
- de la valeur fourragère

Choisissez une image ou déposez la ici.



# Démonstration

- **ETAPE 2. Utilisation de l'application ESTI'METEIL – 1ère évaluation**

- Le mélange utilisé en exemple est un méteil grain provenant de Haute-Vienne et à destination d'un élevage de bovins viandes. Voici sa composition :

Espèces présentes	Taux (%)
Triticale	38,6
Avoine	10,9
Seigle	28,8
Féverole	0,27
Vesce	11,68
Pois.p	2,72
Impuretés	7,07



# Démonstration


- **ETAPE 2. Utilisation de l'application ESTI'METEIL – 1ère évaluation**

- On charge au minimum 5 photos du mélange :
- Toutes les espèces sont cochées par défaut, pour affiner le résultat il faut cocher les espèces réellement présentes.
- Le calcul se fait automatiquement.

L'application **ESTI'METEIL**, développée dans le cadre du projet [CARPESO](#), propose des estimations :

- de la proportion massique de chaque espèce d'un méteil grain
- de la valeur fourragère

Ajouter des images du méteil



Espèces présentes dans le méteil

<input checked="" type="checkbox"/> Avoine	<input checked="" type="checkbox"/> Blé tendre	<input checked="" type="checkbox"/> Épeautre
<input checked="" type="checkbox"/> Féverole	<input checked="" type="checkbox"/> Lupin bleu	<input checked="" type="checkbox"/> Orge
<input checked="" type="checkbox"/> Pois fourrager	<input checked="" type="checkbox"/> Pois protéagineux	<input checked="" type="checkbox"/> Seigle
<input checked="" type="checkbox"/> Triticale	<input checked="" type="checkbox"/> Vesce commune	

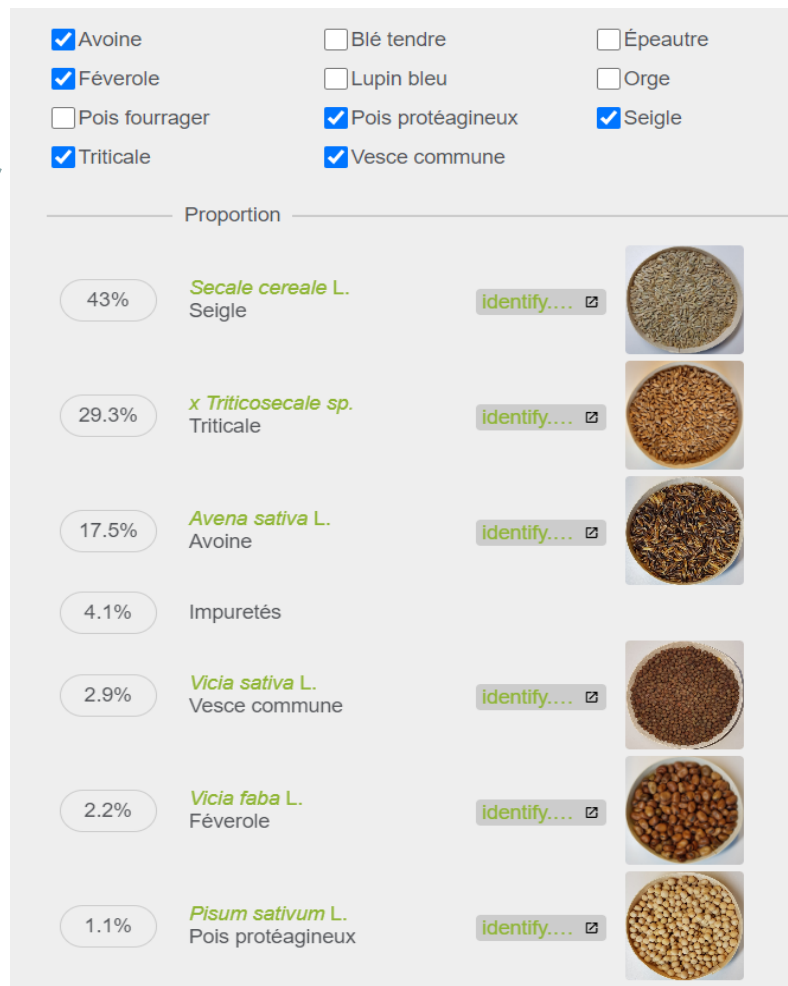
Espèces présentes dans le méteil  
et sélectionnées par utilisateur

# Démonstration







- ETAPE 2. Utilisation de l'application ESTI'METEIL – les résultats**

Espèces présentes dans le méteil et sélectionnées par utilisateur

Proportion des espèces



The screenshot shows the application interface with a list of selected species and their proportions. A green arrow points from the text 'Espèces présentes dans le méteil et sélectionnées par utilisateur' to the selected species list. A blue bracket points from the text 'Proportion des espèces' to the percentage values in the list.

Proportion	Species	Image
43%	<i>Secale cereale</i> L. Seigle	
29.3%	<i>x Triticosecale</i> sp. Triticale	
17.5%	<i>Avena sativa</i> L. Avoine	
4.1%	Impuretés	
2.9%	<i>Vicia sativa</i> L. Vesce commune	
2.2%	<i>Vicia faba</i> L. Féverole	
1.1%	<i>Pisum sativum</i> L. Pois protéagineux	

# Démonstration

- ETAPE 2. Utilisation de l'application ESTI'METEIL – les résultats**

Valeurs fourragères du méteil grain :

Valeurs estimées pour la matière brute :

<b>UFL</b>	<b>1.01</b>	Energie nette pour la lactation (UFL/kg)
<b>MAT</b>	<b>104.19</b>	Matières azotées totales (N x 6.25) (g/kg)
dMO	84.82	Coefficients de digestibilité apparente de la Matière Organique
UFV	1.02	Energie nette pour la production de viande (UFV/kg)
PDIA	21.19	Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (g/kg)
PDI	73.31	Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire et microbienne (g/kg)
NDF	164.95	Fibre insoluble dans le détergent neutre (g/kg MS)
CB	42.01	Cellulose brute (g/kg)
BPR	-13	Balance protéique du rumen (g/kg MS)
Amidon	511.98	Amidon (g/kg)

Composition en %/Brut	
Humidité	9.27
Mat.minérale %brut	2.09
Mat.azotée %brut	13.49
Cellulose %brut	3.76

	Val. Nut.g/kg/sec	g/kg/brut
UFL	1.14	1.03
UFV	1.15	1.05
PDIA	35.04	31.79
PDIN	97.03	88.03
PDIE	126.68	114.94
Ph		
DSC	89.06	89.06
DMO	0.92	0.92

Valeurs alimentaires calculées avec ESTI'METEIL

Valeurs alimentaires du laboratoire

# Action 3

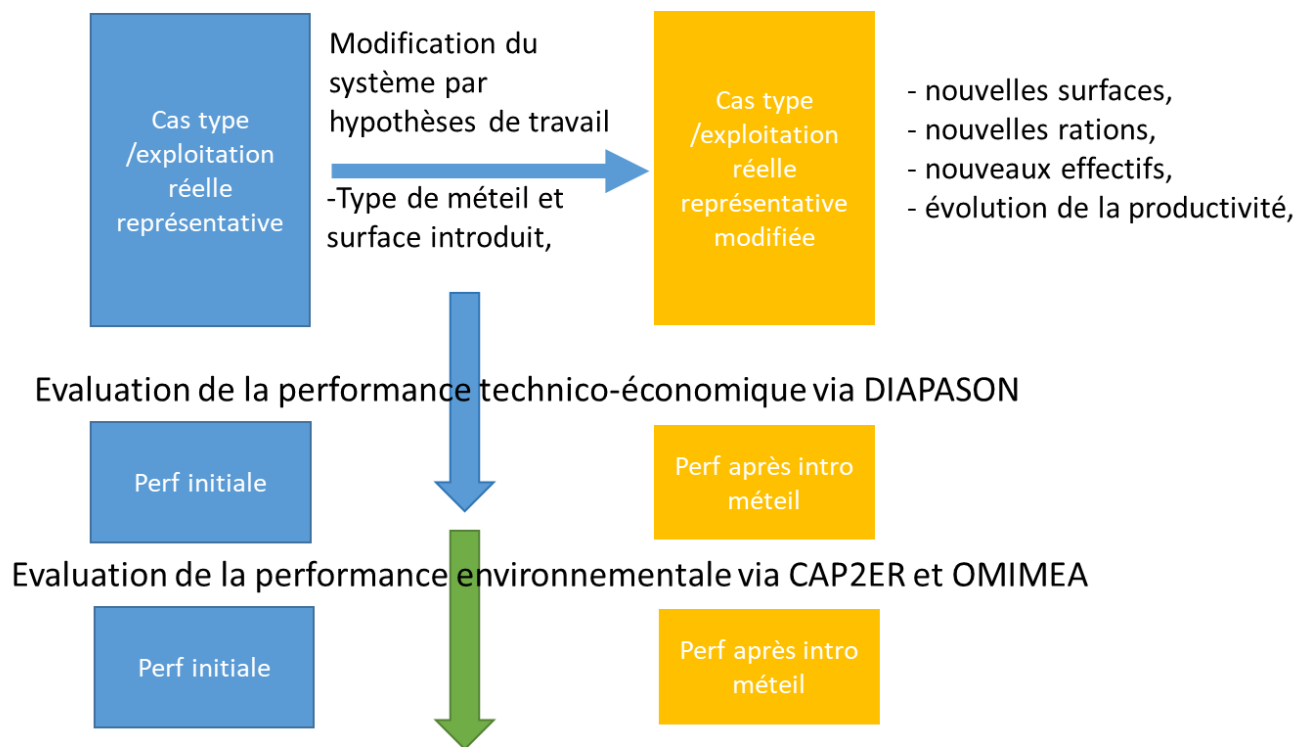
Intégration du méteil à l'échelle de l'exploitation.

# Action 3

- 3.1. Evaluer les conséquences sur les rations du troupeau (autonomie et performances)
- 3.2. Quantification des réductions de pesticides à l'échelle des SdP étudiés.
- 3.3. Evaluation de la triple performance (GES, efficacité énergétique, ... effets économiques et sociaux)

# Action 3

- **Présentation méthode pour évaluer l'impact de l'introduction de méteils sur les performances :**



Comparaison des performances « initiale » et après introduction des méteils et analyse des impacts de cette introduction d'un point de vue multicritère dans les différentes situations étudiées.

# Action 3

- **Détail du «cahier des charges » :**

- Sources des données utilisées :

- Cas type

- Exploitations réelles représentatives dont les données sont déjà saisies sous diapason,

- Avoir au moins une simulation par catégorie animale (BL,BV, OV,OL,Caprins)

- Confier les hypothèses de simulation aux collègues qui vont faire l'analyse, avec la « philosophie » suivante : des hypothèses d'introduction de métaux les plus cohérentes avec le système en place,

- Ne retenir qu'une hypothèse de simulation par système,

- Le traitement des données se fait par des collectifs déjà en place (réseaux d'élevage), en utilisant au maximum les données existantes,

- L'interprétation des résultats et la production de ressources s'appuiera sur l'expertise des membres du projet CARPESO,



# Action 3

- **Etat des lieux des filières/systemes envisagés :**
  - **Filière Bovins Lait** : Pilotage Adèle Marsault (Idele) :
    - Travail à partir d'exploitations réelles représentatives,
    - 2 types de systèmes retenus « pâturage significatif » et « stock maïs ensilage »
  - **Filière Bovins viandes** : => Mobilisation impossible
  - **Filière Ovin viandes** : Pilotage Camille Ducourtieux (CA 24) et Carole Jousseins (Idele),
    - Travail à partir de cas-types,
    - Analyse réalisée sur les systèmes spécialisés herbager (présentation Camille)
  - **Filière Ovin lait** : pilotage Emmanuel Morin (Idele)
    - Travail à partir du cas type « Ovin lait Pyrénées Atlantiques : livreur non transhumant en zone de coteaux »

# Action 3

- **Filière Caprin** : Pilotage Jérémie Jost (Idele),
  - 3 systèmes retenus pour l'étude :
    - Polyculture élevage caprin,
    - Système herbager avec pâturage,
    - Système ration mélangée,

# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances technico-économiques : Diapason** : génération des calculs et des sorties graphiques directement depuis l'outil de saisie (sorties déjà présentées précédemment),

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER** : transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE),

**Performances environnementales (IFT) : OMIMEA** : saisie de l'assolement initial et simulé de l'exploitation étudiée, et calcul d'un IFT « théorique » à partir de références issues du réseau DEPHY,

# Action 3

- **Avancées dans le traitement des données :**
  - **Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

## Rappels :

- Base de travail : cas-type ovin spécialisé herbager Nouvelle Aquitaine
- **Système** : agneaux lourds bergerie / 1 UMO exploitant + 0,1 salarié
  - 450 brebis, PN = 1,35
  - 70 ha de SAU
  - Zone : Dordogne, Gironde, Landes, Lot et Garonne

- Modélisation : introduction de méteil immature et grain sans modifier profondément le système fourrager et le fonctionnement du troupeau.
- plus d'autonomie dans la ration des agneaux : remplacement des achats de tourteau et de céréales par le méteil grain
- de l'enrubannage de méteil dans la ration des brebis + pâturage d'une dérobée estivale pour un lot de 180 brebis.

# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

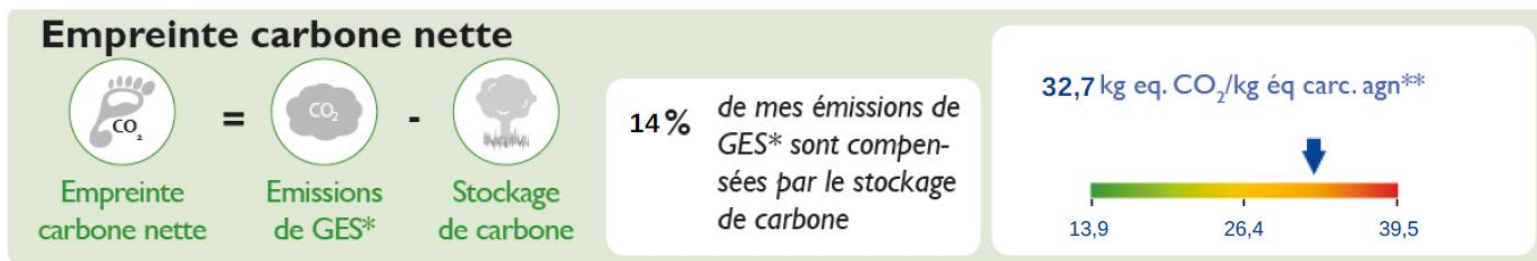
Cas type de base	surface	production	fertilisation	CARPESO	surface	production	fertilisation
Céréales à paille	9 ha	425 qx 36 T de paille	80 N 20 t de fumier	Céréales à paille	9 ha	425 qx 36 T de paille	80 N 15t de fumier
Luzerne	9 ha	67.5 TMS foin	50 P et 150 K	Luzerne	9 ha	67.5 TMS foin	50 P et 150 K
PT courte durée RG/trèfle	3 ha	12 TMS enrubannage	40 N 15t de fumier	Méteil immature + sorgho fourrager	<b>3 ha</b>	<b>15 TMS</b> enrubannage + 45 jours pâturage 180 FML	30 N + 15/t fumier
PT courte durée RG/trèfle	3 ha	12 TMS enrubannage	40 + 30 N	PT courte durée	3 ha	12 TMS enrubannage	40 + 30 N 10 t fumier
				Méteil grain	<b>5 ha</b>	<b>200 qx</b> 15 TMS paille	15 t de fumier
PT longue durée	32 ha	102 TMS foin	15 t de fumier / ha ou 30+30 N	PT longue durée	<b>27 ha</b>	86 TMS foin	15 t de fumier ou 30+30 N
PN	14 ha	pâturage	10 t fumier/ha	PN	14 ha	pâturage	10 t fumier

# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

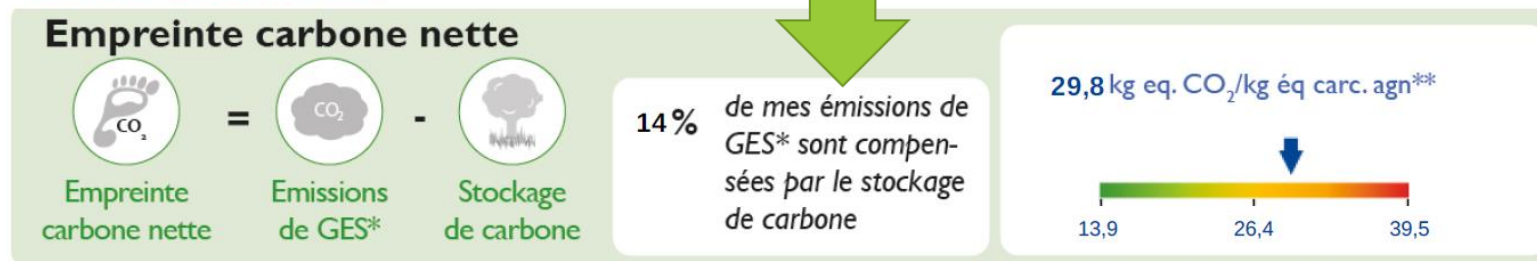
### Systeme Initial



\*GES : Gaz à Effet de Serre

\*\*kg eq carc. agn. : Productivité pondérale équivalente \* EMP

### Simulation

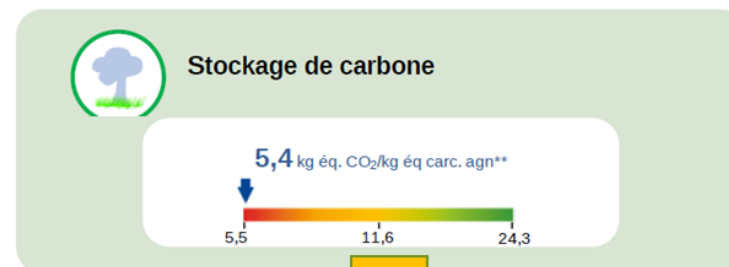
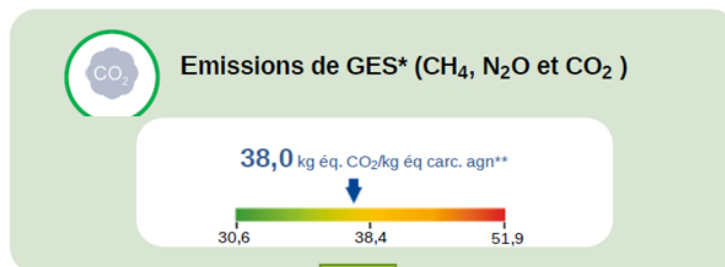


# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculés par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

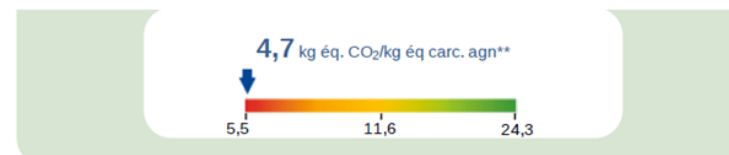
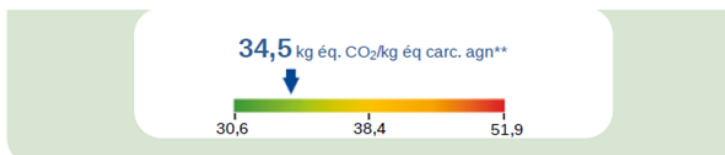
### Système Initial



**-9,2% émissions**

**-13% stockage**

### Simulation

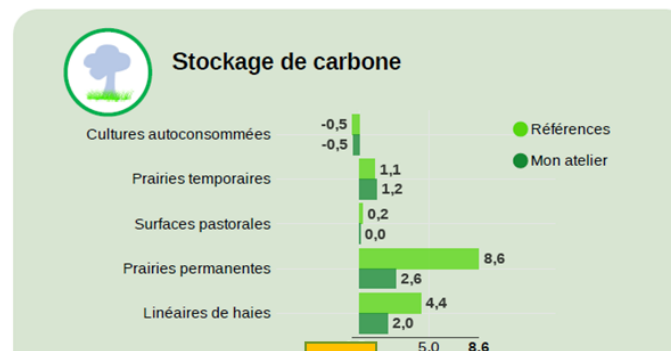
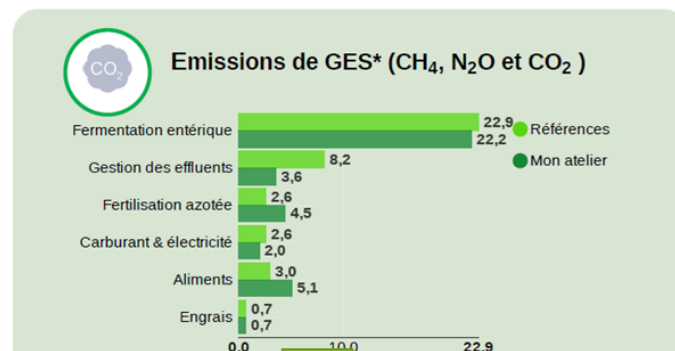


# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

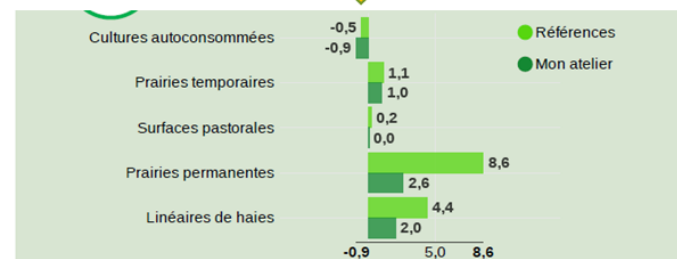
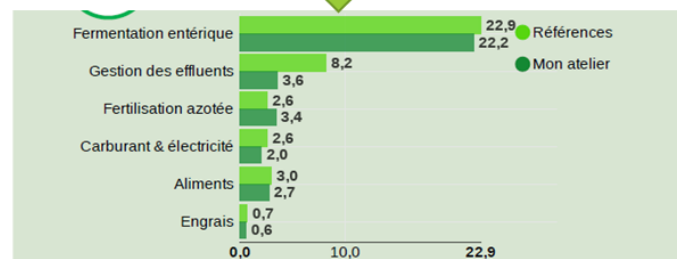
### Système Initial



**-9,2% émissions**

**-13% stockage**

### Simulation





# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

### Système Initial

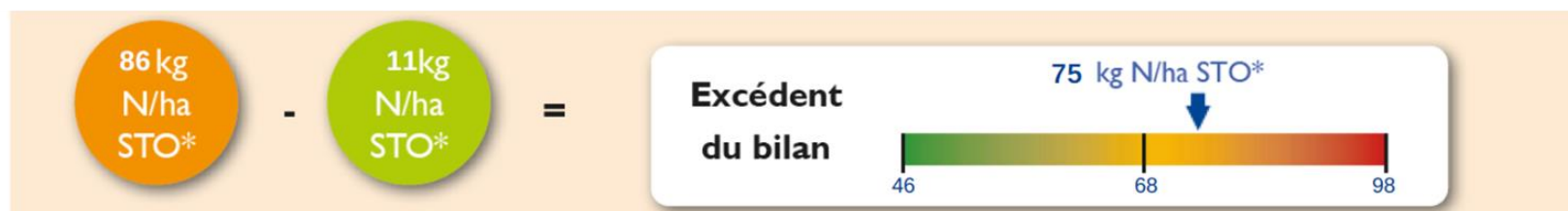


STO= Surface totale Ovine= SFP atelier ovin + surfaces autoconsommées par l'atelier

**-21% excédent N**



### Simulation



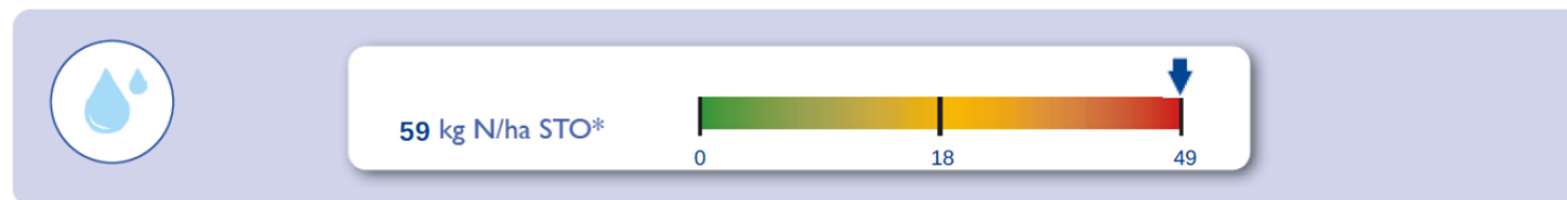
# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER** : transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculées par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

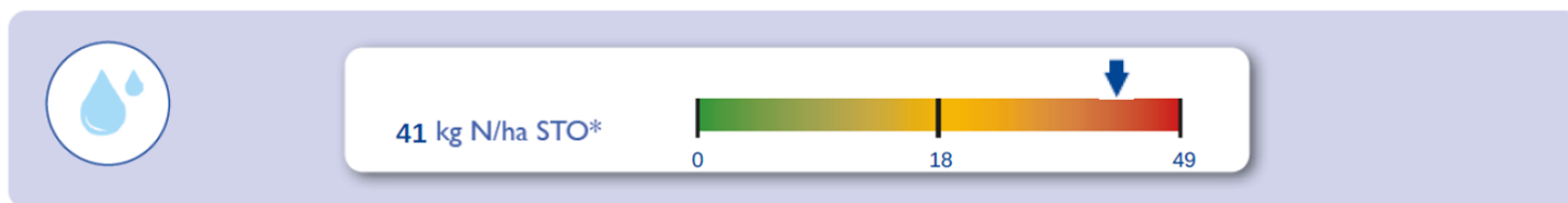
Systeme Initial

**MES PERTES POTENTIELLES D'AZOTE VERS L'EAU (LESSIVAGE)**



STO= Surface totale Ovine= SFP atelier ovin + surfaces autoconsommées par l'atelier

Simulation



**-30% pertes  
potentielles N  
lessivage**

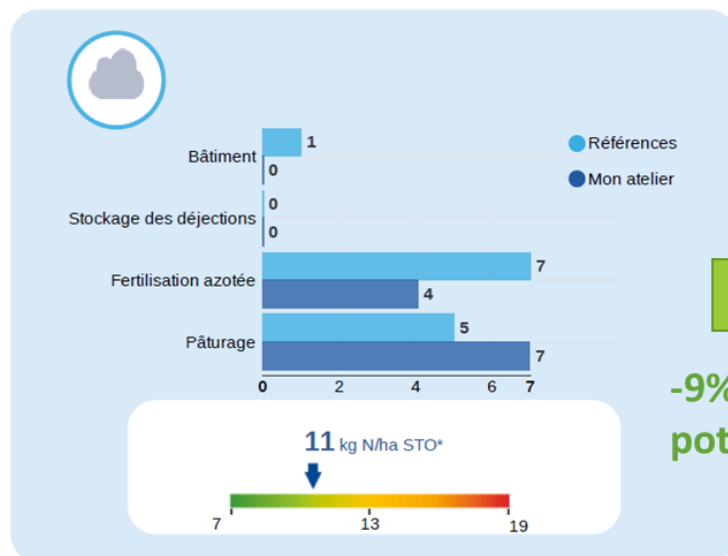
# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculés par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

### Système Initial

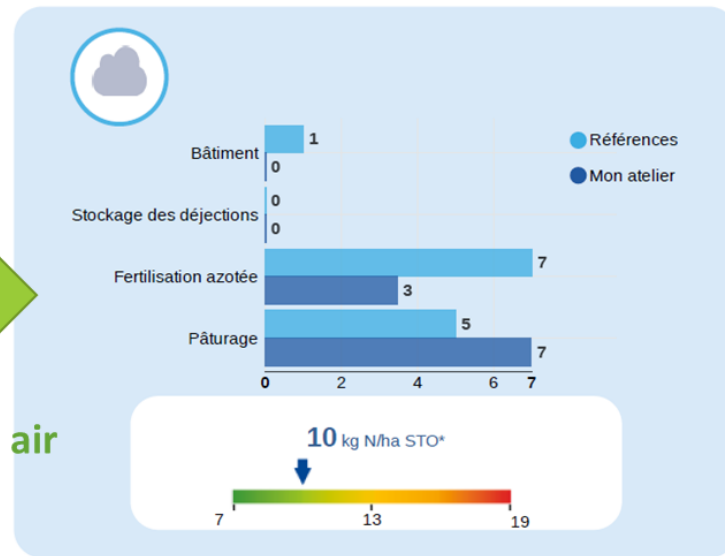
#### MES PERTES POTENTIELLES D'AZOTE VERS L'AIR (AMMONIAC)



\*Surface Totale Ovine (STO) = SFP de l'atelier ovin (SFPo) + Cultures autoconsommées par l'atelier ovin  
Comparais

### Simulation

#### MES PERTES POTENTIELLES D'AZOTE VERS L'AIR (AMMONIAC)



\*Surface Totale Ovine (STO) = SFP de l'atelier ovin (SFPo) + Cultures autoconsommées par l'atelier ovin  
Comparais

-9% pertes  
potentielles N air

# Action 3

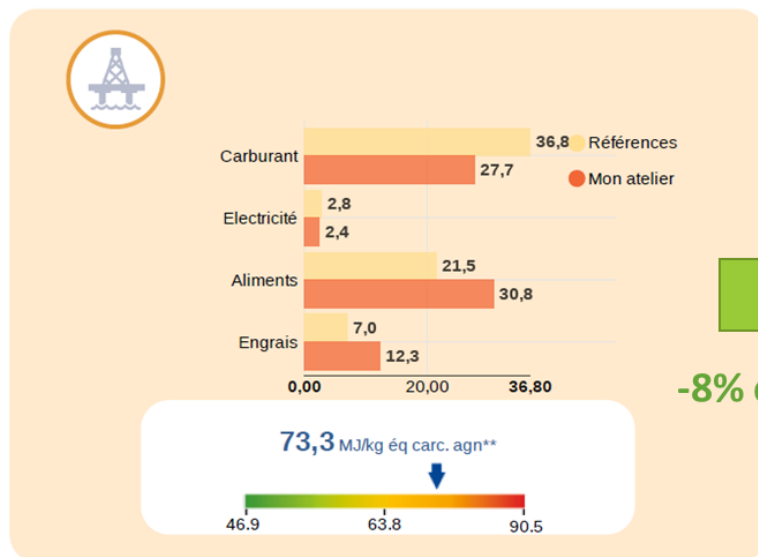
## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (sauf IFT) : CAP2ER :** transfert des données saisies sous DIAPASON, puis génération des indicateurs calculés par CAP2ER (équipe IDELE), exemple pour système Ovin Viande Aquitaine herbager

### Système Initial

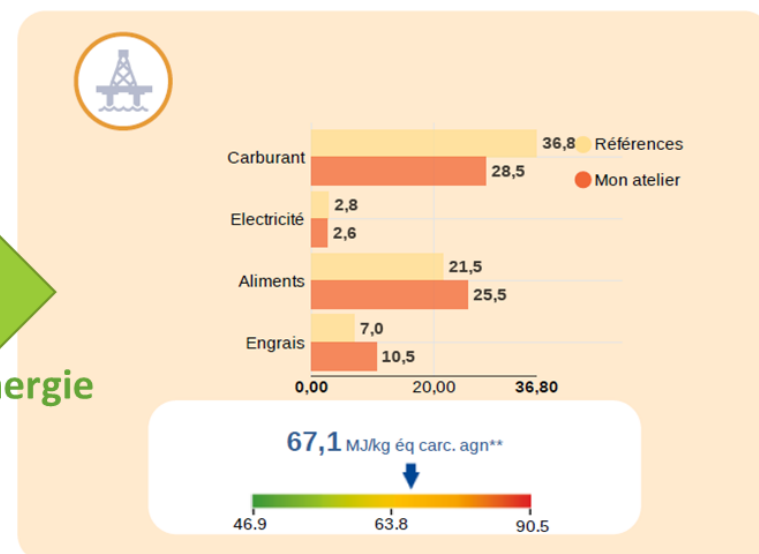
### Simulation

#### MES CONSOMMATIONS D'ENERGIE



**-8% conso énergie**

#### MES CONSOMMATIONS D'ENERGIE



ystème équivalent

\*\*kg eq carc. agn : Productivité pondérale équivalente \* EMP

ystème équivalent

\*\*kg eq carc. agn : Productivité pondérale équivalente \* EMP

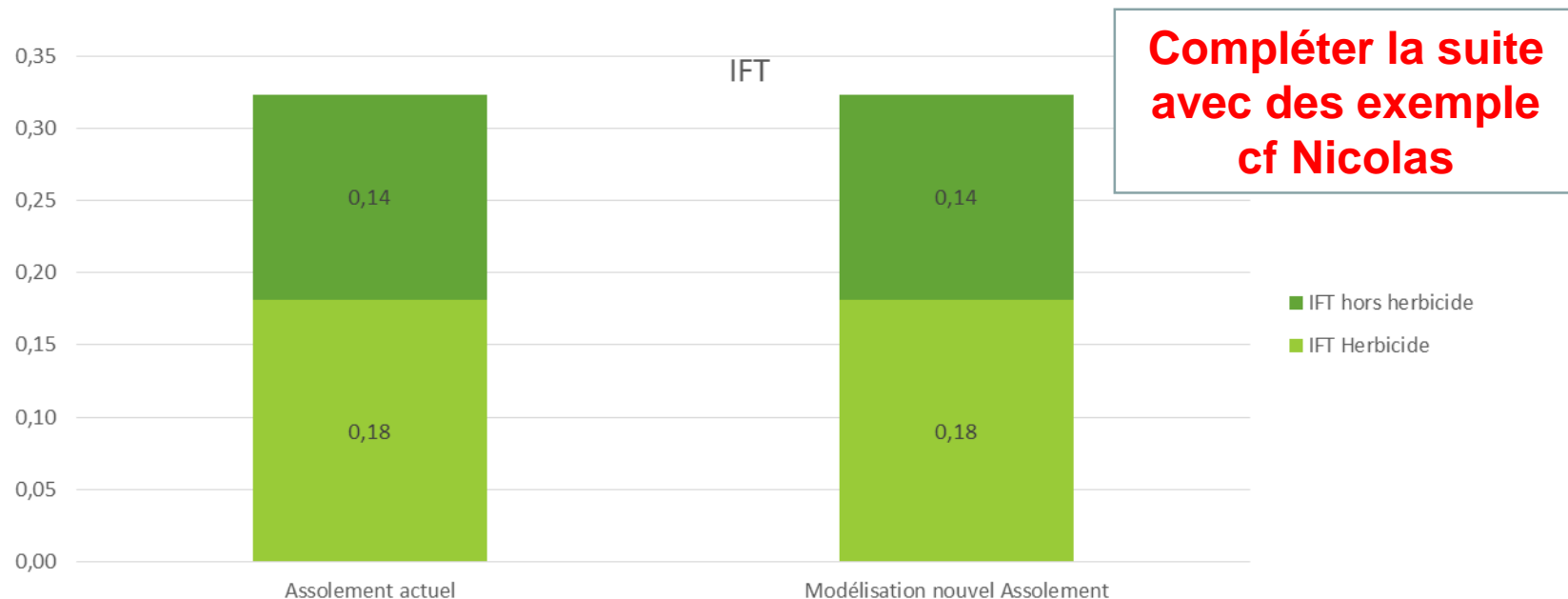
# Action 3

## Avancées dans le traitement des données :

**Performances environnementales (IFT) : OMIMEA** : saisie de l'assolement initial et simulé de l'exploitation étudiée, et calcul d'un IFT « théorique » à partir de références issues du réseau DEPHY,

IFT très bas inchangé (on remplace des cultures à 0 IFT par d'autres cultures à 0 IFT)

170 grammes de matières actives appliquées à l'hectare,



# Action 4

Actions de communication.

# Action 4

Différents modes de diffusions ont été utilisés dans le cadre du projet CARPESO, afin de toucher le plus large public possible.

- **Les journées techniques :**

- Journées techniques herbe et fourrage (mars 2021), (mars 2022)
- Biennales conseillers fourrages.(octobre 2021)
- Webinaire « méteil fourrage » organisé par la ferme des Bordes.(janvier 2022)
- Journée autonomie protéique (juin 2022)
- Journée technique en Creuse (avril 2023)

- **Rédaction d'articles techniques :**

- 2 articles techniques diffusés dans une revue agricole (GTI : 850 abonnés), Newsletter (Agro'infos 600 abonnés) et le réseau de conseillers partenaires.



# Action 4



## Techniques alternatives aux semis des prairies : Les associations avec méteils prometteuses

*Le projet CARPESO - Concilier Autonomie alimentaire et Réduction significative des Pesticides dans les systèmes Polyculture-Élevage du Sud-Ouest - engagé en début d'année 2020, est réalisé en partenariat entre 12 structures régionales et nationales (Chambres d'agriculture, associations, établissements publics, établissements d'enseignement agricole). Il a pour objectifs principaux d'encourager l'utilisation du méteil (grain et fourrage) et d'apporter des solutions face aux points de blocage sur la valeur alimentaire. Également le méteil présente de multiples bénéfices : moindre utilisation de phytosanitaires, car peu d'exposition aux ravageurs malades et pouvoir éouffant face aux adventices. La présence de protéagineux, permet une fertilisation azotée moindre, voire nulle. Le semis de prairie sous couvert de méteil peut être une façon d'intégrer ce type de culture dans la rotation des systèmes de polyculture élevage.*

Les semis de prairie sont de plus en plus délicats à réaliser : les aléas climatiques plus fréquents limitent les fenêtres d'intervention et brouillent les repères classiques. Les conseillers en agronomie de la Chambre d'Agriculture de l'Aveyron accompagnent les éleveurs pour trouver des solutions alternatives stables. Les pistes étudiées ces dernières années étaient des semis de fourragères en mars dans la céréale, mais c'est une solution qui échoue quand il fait trop chaud à l'arrivée de l'été. Plus récemment, des semis de fourragères en même temps qu'un méteil immature, à l'automne, ont été testés sur des parcelles en Aveyron. Elles pourraient présenter une alternative durable dans la gestion des rotations à

base de prairies et ouvrir de nouvelles perspectives sur la place des méteils immatures dans les rotations (au-delà du schéma classique du méteil en dérobée entre 2 maïs). Cet article a pour vocation de faire un premier bilan, après une première campagne d'étude, des résultats obtenus sur ce type d'association.

**Semis de prairie avec un méteil à l'automne : 100 % de réussite en 2021**  
Cette technique offre des perspectives intéressantes : de la souplesse dans le choix de l'itinéraire d'implantation (adaptable en fonction des outils disponibles chez l'éleveur), dans le choix des espèces (prairies courtes ou longues durée), et c'est surtout un levier agronomique répondant à beaucoup de

problématiques (autonomie fourragère, limitation du risque érosion en diminuant le nombre de semis, économie d'intrants...).

Depuis la date d'implantation de ces différentes parcelles (de mi-septembre à courant octobre 2020), plusieurs observations et mesures ont été réalisées afin de s'assurer de la réussite des semis : comptages et observations en entrée et sortie d'hiver sur les méteils et les prairies, note d'occupation du sol (entre les bonnes espèces, les adventices et les trous), mesures de biomasse à chaque exploitation (au moment de la coupe principale de printemps puis à chaque nouvelle exploitation de la prairie).



## Projet CARPESO Promouvoir l'utilisation du méteil dans les exploitations de polyculture-élevage

**Le projet CARPESO, déjà abordé dans le GTI n°192, a pour objectif de promouvoir et valoriser la culture du méteil au sein des systèmes polyculture-élevage du Sud-Ouest. Il a principalement pour but de lever des points de blocage agronomiques et zootechniques quant à l'intégration du méteil dans les rations des ruminants. Il doit aussi permettre d'élaborer les outils qui évaluent la qualité alimentaire des méteils moissonnés afin de faciliter leur utilisation dans les calculs de ration.**

Les méteils, grain et fourrage, se caractérisent par une grande variabilité de composition, ce qui induit des particularités sur la conduite culturale et sur l'utilisation des différentes récoltes pour les animaux. Les trois étapes du projet CARPESO (voir GTI n°192) doivent permettre de « démo-

strer » cette culture pour favoriser son développement dans les exploitations de polyculture-élevage. Après une première année de suivi de parcelles, voici les premiers éléments de réponse et enseignements techniques.

**Amélioration des connaissances agronomiques**  
L'amélioration des connaissances techniques sur la culture des méteils s'appuie sur les références bibliographiques connues à ce jour et sur un travail de récupération des données. Toutes les données d'essais et de suivi de parcelles de méteils sont capitalisées et analysées pour repérer les

facteurs influençant le développement du méteil. Trois points majeurs ont ainsi été identifiés :  
• Les étapes de l'itinéraire technique qui influencent le développement du méteil : la fertilisation du sol, les conditions de semis et de récolte, l'intégration dans la rotation et l'assolement.  
• Le choix et l'association des espèces : les préconisations pour un choix adapté aux objectifs de l'éleveur, les choix des doses de semis.  
• Les conditions pédoclimatiques et les espèces qui s'y adaptent : hydromorphie et PH du sol, température, pluviométrie.  
Cette base bibliographique servira de socle pour des analyses statistiques afin de caractériser les

Chambre d'agriculture de l'Aveyron



GTI Magazine - N°194

## Systèmes de polyculture-élevage du Sud-Ouest de la France Concilier autonomie alimentaire et réduction significative des pesticides

Malgré les bénéfices apportés par le méteil, les éleveurs hésitent encore à l'introduire dans leurs rotations, principalement à cause du caractère aléatoire, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, des récoltes. Face à ce constat le projet CARPESO a été engagé. Il vise à promouvoir le développement des méteils (grains et fourrages) en démontrant leur intérêt et lever des points de blocage agronomiques et zootechniques par rapport à son utilisation dans les rations alimentaires des ruminants.

Le projet Carpeso - Concilier Autonomie alimentaire et Réduction significative des Pesticides dans les systèmes Polyculture-Élevage du Sud-Ouest - engagé en début d'année 2020, est réalisé en partenariat entre 12 structures régionales et nationales (Chambres d'agriculture, associations, établissements publics, établissements d'enseignement agricole).

Il a pour objectifs principaux d'encourager l'utilisation du méteil (grain et fourrage) et d'apporter des solutions face aux points de blocage sur la valeur alimentaire.

**Le méteil : une culture mal aimée et pourtant...**  
Le méteil est une culture atypique de par sa composition et sa conduite agronomique, mais cette particularité lui apporte de multiples bénéfices. Elle est moins exposée aux pressions biotiques et possède un pouvoir éouffant face aux adventices, de ce fait elle nécessite peu ou pas de pesticides. La présence de légumineuses dans le mélange permet une fertilisation azotée, moindre. Le mé-

teil montre aussi un intérêt par rapport à sa qualité de fourrage équilibré en énergie-prolène et sa fibrosité. Son itinéraire technique simplifié en fait une production à moindre coût et temps de travail. Enfin, le méteil immature, récolté en ensilage ou ensilage, va permettre une libération précoce et une préparation de la parcelle pour la culture suivante. Pourtant, sur le terrain, subsistent de nombreuses réticences quant à son introduction dans la rotation. Le caractère quantitatif et qualitatif des récoltes, souvent jugé comme irrégulier lui donne une image d'une culture difficile à mener, de la parcelle jusqu'à l'auge et fait hésiter bien des éleveurs. Le projet



1



# Action 4

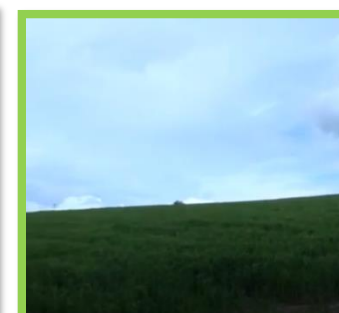
- **Présentation du projet dans les établissements scolaires**
  - Intervention à Bordeaux Science Agro (rajouter les dates)
- **Vidéos :**
  - Vidéos en collaboration avec DEPHY GAEC Joffre Moreau dans le 87.



**PRÉPARER SES  
MÉTEILS AVEC  
UNE MELANGEUSE**



**RÉDUIRE SES  
CHARGES GRÂCE  
AUX MÉTEILS**



**UTILISER SES  
SEMENCES POUR  
LE METEIL IMMATURE**



# Action 4

## • Les numériques :

- Page du projet sur le site de la CA87, et sur le site RAIN (Réseau pour l'Agriculture et l'Innovation en NA).
- Présentation du projet dans les Newsletter du RMT SPICEE & Protéines NA.

Vous êtes ici : Accueil > Environnement > CARPESO

### ENVIRONNEMENT

- EAU
- NATURA 2000
- CARPESO
- ECOPHYTO
- LA MÉTHANISATION

### CARPESO



#### CARPESO : Concilier Autonomie alimentaire et Réduction significative des Pesticides dans les systèmes de polycultures-Elevage du Sud-Ouest de la France

Dans les systèmes d'élevage conventionnels ou biologique, le méteil d'hiver représente un intérêt dans la production d'un fourrage équilibré en énergie-protéine. De plus, il a d'autres avantages tels qu'une exposition moindre à la pression biotique, et donc la baisse de l'utilisation de pesticides. Malgré les bénéfices apportés par le méteil, les éleveurs conventionnels hésitent encore à introduire cette culture dans leurs rotations, à cause du caractère aléatoire quantitatif et qualitatif des récoltes. C'est dans ce contexte que le projet CARPESO a pour objectif de promouvoir et valoriser l'installation de méteils au sein des systèmes polyculture-élevage du Sud-Ouest, et donc d'en faciliter la transition agro-écologique. Pour cela, le projet sera mené en collaboration entre différents partenaires : chambres départementales et régionales, Institut technique (IDEL) et organismes de recherche (INRIA, CIRAD).



#### L'objectif du projet :

- Promouvoir le développement des méteils (grains et fourrages) en démontrant leurs intérêts
- Lever les points de blocage sur la valeur alimentaire des méteils

#### Les étapes du projet :

1. Complition des référentiels et valeurs alimentaires existantes sur les méteils en fonction de leur composition et création d'une base de données compilant des références.
2. Complition des itinéraires et résultats obtenus dans les différentes structures en favorisant les

### CONTACTS

Claire BRAJOT  
Chef de projet  
Tél. : 05 87 50 40 57  
claire.brajot@haut-eleve-normandie.chambagri.fr

Sophie CHAU  
Conseillère spécialisée  
Tél. : 05 87 50 40 95  
sophie.chau@haut-eleve-normandie.chambagri.fr

### PARTENAIRES

8 Chambres Départementales : 09, 12, 17, 23, 24, 31, 54, 87  
1 Institut Technique : IDELE  
2 Chambres Régionales : CRA Occitanie & CRA Nouvelle Aquitaine  
2 Organismes de recherche : INRIA, CIRAD  
Et des partenaires techniques (hors financement) : 4 Lycees agricoles - CRB (dans le cadre du projet Herbage - Agri'Aune)

### A TELECHARGER

Feuille de synthèse du projet CARPESO  
Feuille de communication agricole

### QUESTIONNAIRE

Vous êtes éleveur/agriculteur ou bien conseiller et vous souhaitez participer au projet en nous faisant part de vos besoins, concernant la culture du méteil ? Répondez au questionnaire suivant : [tally.so/abtblA](https://tally.so/abtblA)



**RAIN**  
Réseau pour l'Agriculture et l'Innovation en Nouvelle-Aquitaine

A PROPOS ○ PROJETS ○ APPEL À PROJETS ○ ACTUALITÉS ○

**PROJET**

**CARPESO**  
Concilier Autonomie alimentaire (fourragère et/ou protéique) et Réduction significative des Pesticides dans les systèmes de polycultures-Elevage du Sud-Ouest de la France

**AGRICULTURES & TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE NOUVELLE-AQUITAINE

La Chambre régionale d'Agriculture de Nouvelle Aquitaine (CRANA) est un établissement public, tête de réseau régionale de la profession agricole et porte-parole de l'agriculteur ...

**INSTITUT DE L'ÉLEVAGE IDELE**

La vocation de l'institut de l'élevage est d'améliorer la compétitivité des élevages

**CARPESO**

# Action 4

- **Webinaire de clôture :**

- Webinaire de 1h30, le 24/05/2023, présentation de résultat et de la plateforme ESTI'METEIL ainsi que son utilisation.
- Le lien de rediffusion sera disponible à l'adresse suivante : <https://haute-vienne.chambre-agriculture.fr/filieres-et-innovations/productions-vegetales/carpeso/>



The image shows a webinar presentation slide on the left and a video call interface on the right. The slide features the following text and graphics:

- CARPEO** (large green text)
- Produire et valoriser du méteil grain** (large green text)
- 24/05/2023** (large brown text)
- Three circular icons: a green circle with a plant, a red circle with a flame, and a green circle with a smartphone.
- CARPEO** (smaller text below icons)
- Nouvelle-Aquitaine - Occitanie
- CARPEO** (large text)
- Concilier Autonomie alimentaire et Réduction significative des Pesticides dans les productions végétales
- Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR
- Logo of the **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION** with the motto "Liberté Égalité".

The video call interface on the right shows four participants:

- Muriel Six ca 12
- Sebastien MINETTE (with a microphone icon)
- Sophie CHAU
- Hervé GOEAU

# Merci pour votre attention !

Partenaires :

