

# Project F2E COMBITAN (2017-2020)

**COMBINing TANNin containing resources to control gastro intestinal nematodes (GINs) and to reduce GHG emission and bloat in small ruminants**

**Hoste H<sup>1</sup>, Niderkorn V.<sup>2</sup>, Barbier E.<sup>3</sup>, Gerfault V.<sup>3</sup> Gay M.<sup>4</sup>, Jean H.<sup>4</sup>,  
Mueller Harvey I<sup>5</sup>, Sokrates S<sup>5</sup>, Salminen J.P<sup>6</sup>.**

1. INRAE UMR 1225 IHAP Interactions Hôte Agents Pathogènes. F-31076 Toulouse, France
2. Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès, France S
3. Société MG2Mix, F35220 Chateaubourg, France
4. Société Inovchâtagne F24400 St Médard Mussidan France
5. School of Agriculture, Policy and Development, University of Reading, RG6 6AT U.K
6. University of Turku, Dept of Chemistry, Natural Chemistry Research Group, FI-20014 Turku, Finland



# BIOSOLUTIONS:

## Evolution des systèmes techniques en Elevage et Processus d'Innovations

1 **Le CONTEXTE:** Nouveaux objectifs associés à l'élevage des Ruminants au pâturage

2 **Le SAINFOIN** Un modèle de plante AGROECOLOGIQUE MULTIFONCTIONNELLE

**Innovation 1 :** La filière **MULTIFOLIA** de bouchons de sainfoin deshydratés

3 **Le projet F2E COMBITAN** Modèle des co produits des agro industries de noix

**Innovation 2:** des granulés enrichis **Natuviamix (MG2mix)**

4 **Un projet Life MICLIFEED**

D'autres ressources riches en polyphénols à exploiter en Europe

**Innovation 3 ?**

# Contexte = Une Approche Agro Ecologique de l'Elevage

## ■ Pâturage = Nutrition des Ruminants

Attentes sociétales

- Réduire les impacts environnementaux
- Veiller au bien-être des animaux



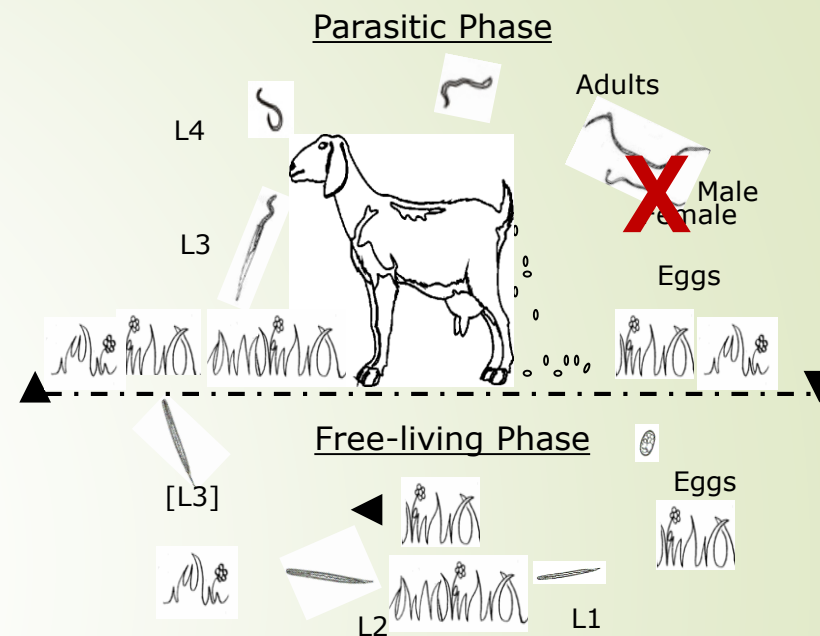
## ■ Ruminants = Emissions de Gaz à effets de Serre (GES)

## ■ Pâturage = Parasitisme par des Nématodes Gastro Intestinaux (NGIs = Strongles)

CO<sub>2</sub>  
CH<sub>4</sub>



# La GESTION des NGIs (1960-2000) = Les ANTHELMINTHIQUES de SYNTHÈSE



## Limites des AHs de synthèse disponibles

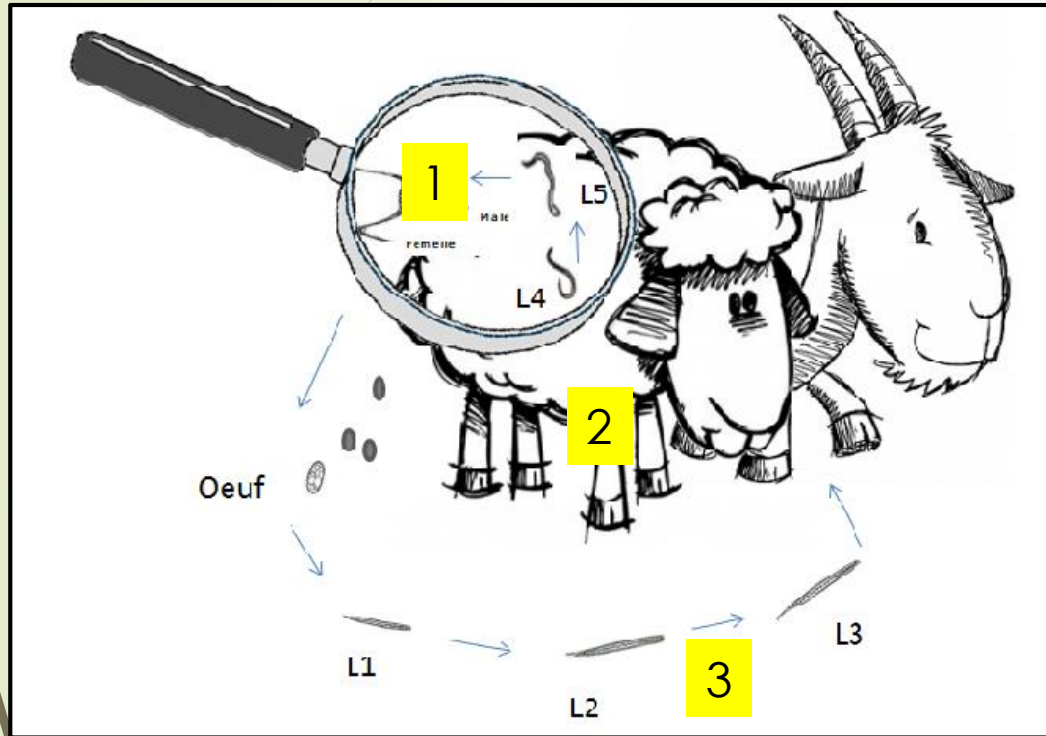
- 1) Résistances aux AHs dans les populations de vers
- 2) Contraintes de régulations Résidus = Restriction d'emploi des AHs en particulier en élevages Ov/Cp LAIT,
- 3) Attentes sociétales Moins d'intrants chimiques en élevages / Démarche vers l'Agroécologie | Agriculture Biologique)

## Vers une gestion intégrée de la gestion des parasites en élevage



# GÉRER les NÉMATODES GASTRO INTESTINAUX ...sans AH ?

## Vers une Gestion Durable et Intégrée



### Mieux employer les AHs

(Quand ? Qui Traiter ? )

1

### «Traiter » autrement

(Alicaments = Plantes à tannins)

### Améliorer la réponse de l'hôte

Vaccins ?

Amélioration de la Nutrition

Sélection génétique ?

2

### Gérer le risque parasitaire

en gérant le pâturage

3

Déjà en 1794

Le sainfoin reconnu comme une solution agronomique et un fourrage d'excellence



#### AUX LABOUREURS.

*M*ES AMIS & MES FRÈRES, c'est pour vous que j'écris. Le desir de contribuer à votre bonheur m'a dicté le Mémoire que je vous adresse sur la Culture du Sain-Foin. Ce ne sont point des nouveautés que je vous propose, je ne fais que vous retracer les anciennes pratiques de nos Pères. Les Ecrivains qui nous ont laissé des règles sur l'Agriculture, il y a plus de deux cents ans, nous parlent des Prairies Artificielles en Luzerne, en Treffle & en Sain-Foin. Cette dernière est celle qu'il convient le mieux d'établir dans la haute Champagne, & les différentes épreuves que j'en ai faites, m'ont mis en état de vous détailler cette Culture dans tous ses points, & les avantages qui en doivent ré-

# Le sainfoin et autres Légumineuses riches en tannins condensés

## LE CONCEPT D'ALICAMENT EN ELEVAGE ET EN MEDECINE VETERINAIRE

Un aliment (un fourrage) présentant des effets positifs associés pour la nutrition et la santé des animaux (Andlauer & Furst, 2002).

Pour avoir un effet sanitaire, l'alicament doit être consommée au-delà d'un certain niveau de concentration dans la ration pendant plusieurs jours en continu.

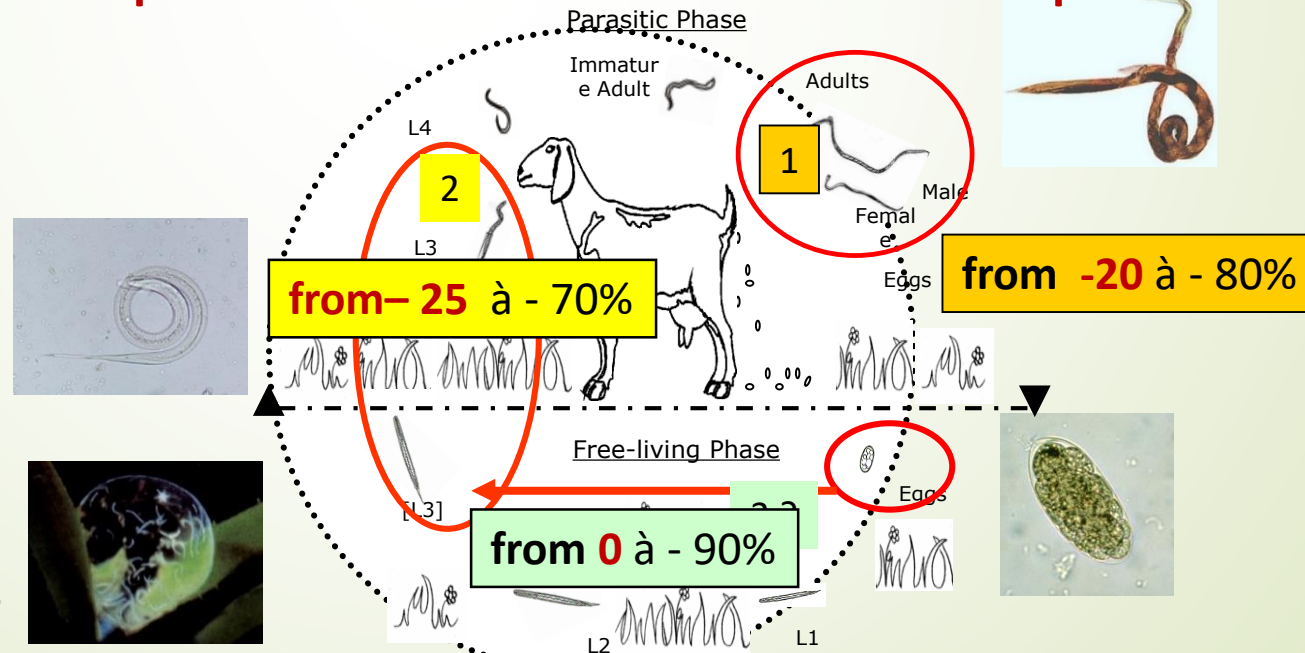
Un alicament n'est pas **imposé mais proposé** aux ruminants.

Donc les effets antiparasitaires dépendent de l'ingestion et de l'appétence de la ressource

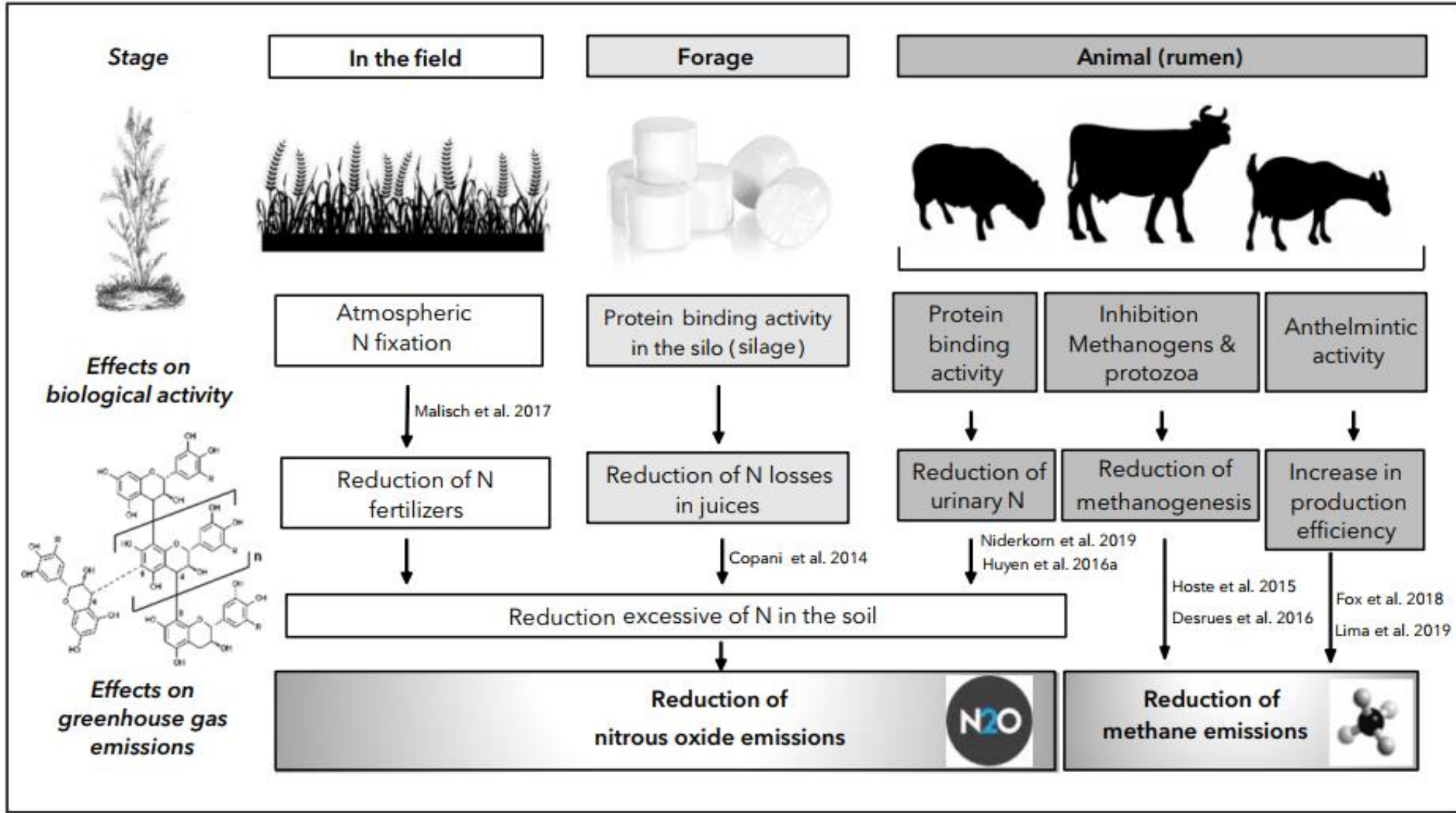
**La bioactivité dépend de la présence de métabolites secondaires des plantes = MSP** (Ex = Tannins)



CIAG-COMBITAN 2023



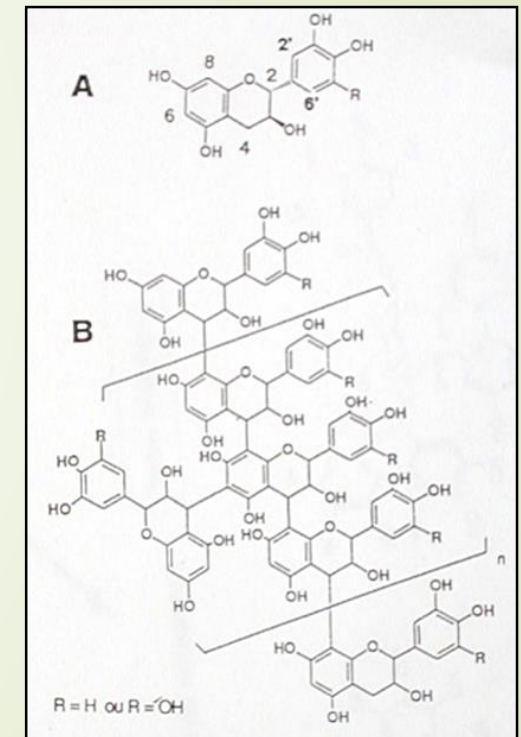
# Effets liés à la culture ou à l'incorporation de sainfoin dans la ration de ruminants pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)





# LE SAINFOIN: un MODÈLE de LÉGUMINEUSE BIOACTIVE

- Une LÉGUMINEUSE rustique
- Adaptée à des conditions sèches, pH basique
- Plante appétente à bonne valeur nutritive
- Prévention de météorisation (*Le Foin Sain*)
- Alicaments à propriétés AHs
- Réduction d'émissions de CH<sub>4</sub>
- Excrétion de N<sub>2</sub> dans les fèces plutôt que vers l'urine
- Plante mellifère
- **Contient des tannins condensés (TC).**



# PLANTES BIOACTIVES: ROLE des MSP / CONDITIONS d'EFFICACITE

**Plantes bioactives** : Plantes dont la consommation affecte la physiologie ou la santé des animaux

- **Les composés actifs = MSP**

(Polyphénols = tannins condensés et flavonoïdes)

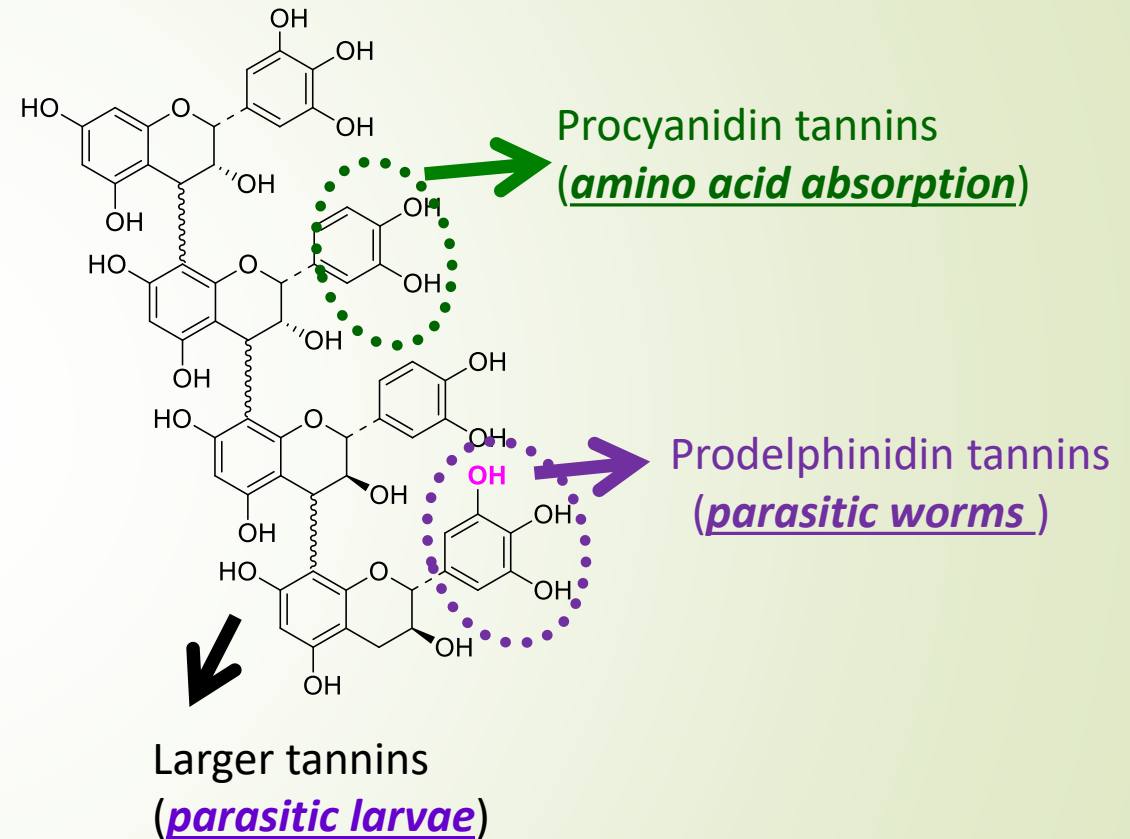
- **Propriétés des tannins:** formation de complexes avec les protéines

- **Un seuil de concentrations** dans la ration à dépasser

- **Une durée prolongée** de consommation

- **Qualité des Tannins Condensés ?**

- Taille (mDP) ?
- Ratios Prodelphinidines (PD) / Procyanidines (PC) ?



# Des DIVERSITES de MODES POTENTIELS d'EXPLOITATION

## 1. Pâturage direct

## 2. Formes conservées

Production en conditions agronomiques optimales

Standardisation des ressources

Facilité d'analyse et de distribution / Exportation

MAIS

**Y a-t-il préservation des propriétés des tannins et autres MSP ? (Wolfe et al 2008)**

|                             | Ressources               | Références ( <i>In vivo</i> )                           |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>FOIN</b>                 | Sainfoin                 | Paolini et al, 2003, 2005, Heckendorn et al, 2006       |
|                             | <i>Lespedeza cuneata</i> | Shaik et al, 2004, Lange et al, 2006; Terril et al 2009 |
| <b>ENSILAGE</b>             | Sainfoin                 | Heckendorn et al , 2006,2007                            |
| <b>GRANULÉS DÉSHYDRATÉS</b> | <i>Lespedeza cuneata</i> | Terrill et al, 2009; 2012                               |
|                             | Sainfoin                 | Girard, 2013                                            |

# INNOVATION1: Une filière de productions de granulés deshydratés de sainfoin

Parce que la nature a des idées,  
nous avons la responsabilité de l'écouter...

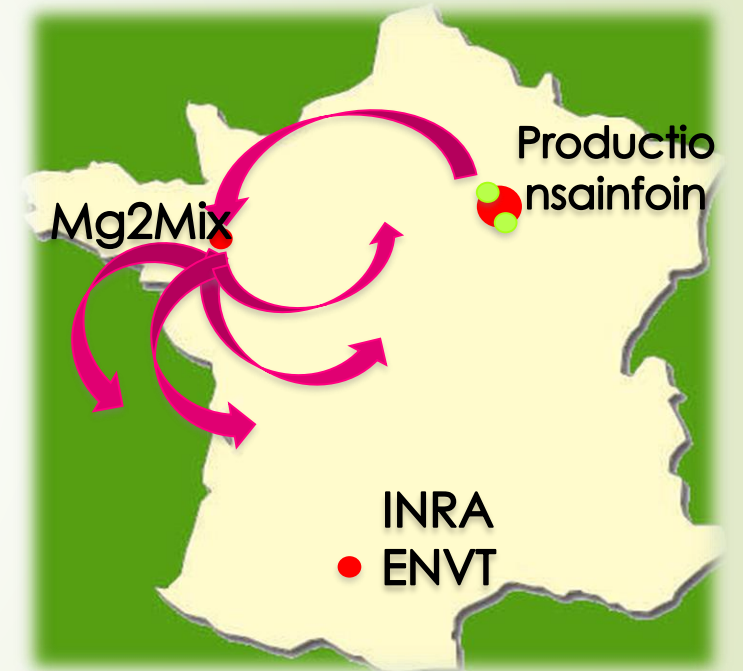


**Meilleurs vœux 2011**

*Le sainfoin une culture à ré-inventer*



MULTIFOLIA



# LE PROJET COMBITAN: EXPLOITATION de CO PRODUITS AGRO INDUSTRIELS RICHES en TANNINS pour AMELIORER la SANTE et la NUTRITION des RUMINANTS

## Analyses des modes d'action: Rôle des Tannins condensés

- Grande diversité (géographique et botanique) de ressources riches en tannins
- Parmi ces ressources, des co-produits agro industriels (ex bois, viticulture, café, chocolat, caroube ..)



## Intérêt des co produits agro industriel (Agro-Industrial By-Products = AIBP)

- Grande diversité (géographique et botanique) et potentialités d'exploitation
- Ressources de faible valeur initiale;
- Exploitation d'AIBP= valorisation de déchets
- Répond au concept d'économie circulaire



## « Preuve du concept » obtenue sur de multiples modèles

- Extraits d'écorce (industrie du bois exotique)
  - Quebracho (*Athanasiadou et al, 2000, 2001, Paolini et al 2003 a,b*)
  - Acacia sp (*Cenci et al, 2007, Minho et al 2008; Max et al, 2010, Zabre et al, 2018*)
- Co produits de la production de caroube (*Silanikove et 2006, Manolaraki et al, 2010, Sotiraki et al, 2013*)
- Co produits (péricarpe) des noix sensu largo Ex Noisettes (*Desrués et al, 2012, Girard et al, 2013*)



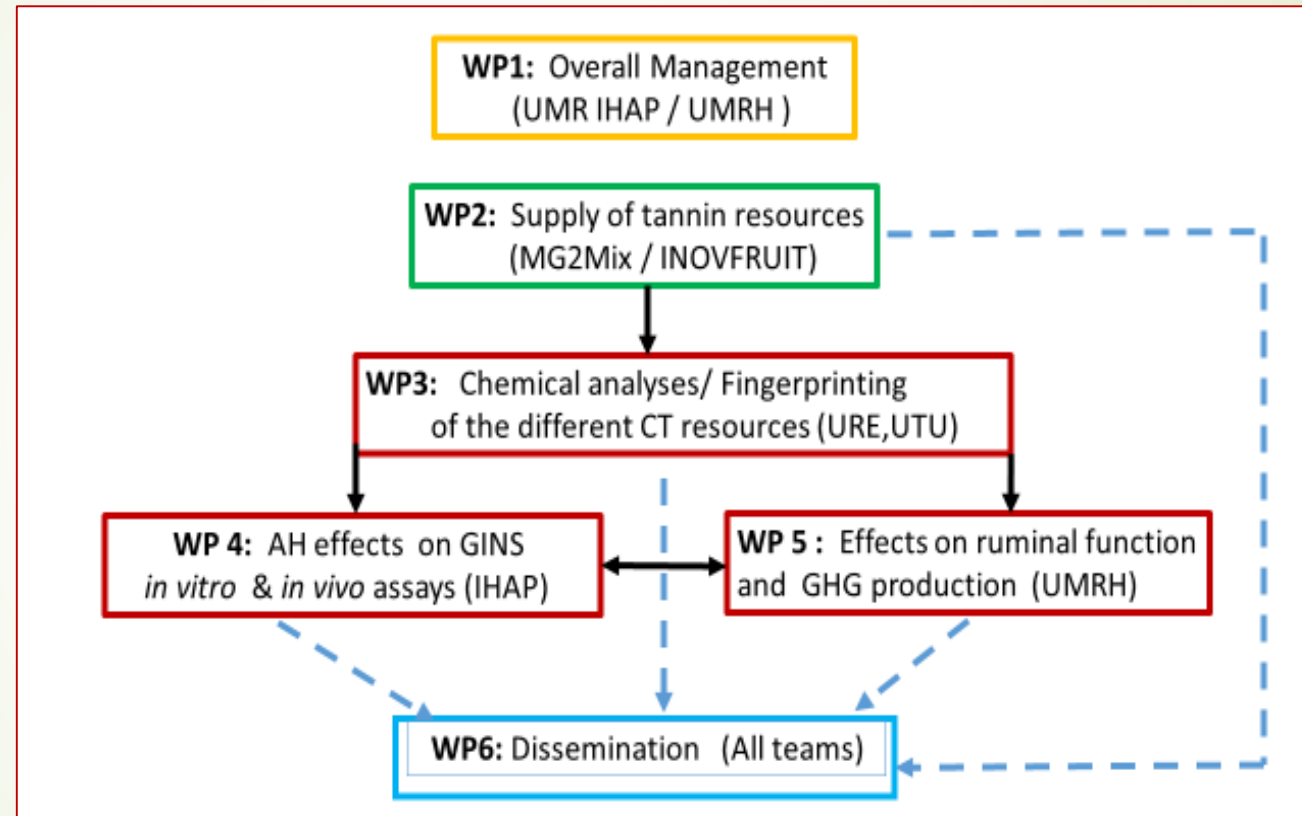
## Objectif du projet COMBITAN

- Examiner les effets sur les infestations parasites et l'émission de GES de petits ruminants en associant 2 types de ressources riches en tannins = le sainfoin + AIBP (industrie des noix)



# Le Projet F2E COMBITAN : ORGANISATION

COMBINing TANNin containing resources to control GINs  
and to reduce GHG emission and bloat in small ruminants

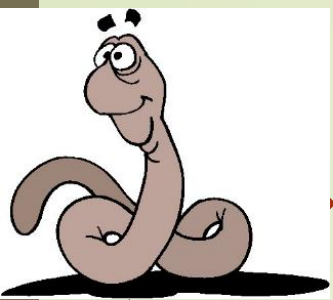


**4 partenaires scientifiques** INRAe : UMR IHAP 1225 / UMRH  
Reading Univ (UK) / Turku Univ (Finlande)

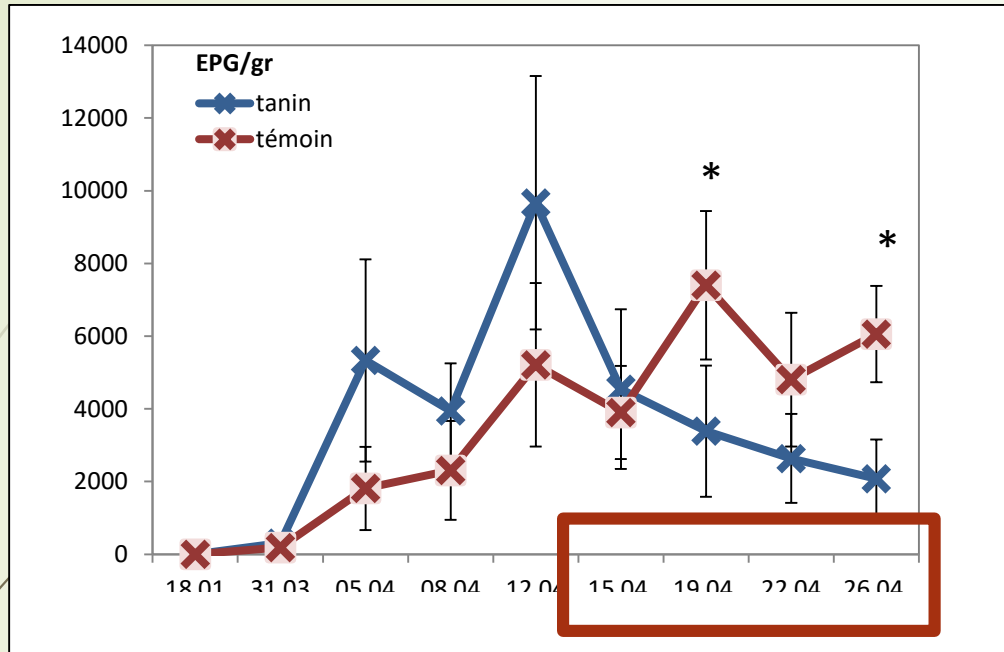
**2 partenaires industriels** MG2Mix / INOVFRUIT

# ASSOCIATION d'AIBP de CHATAIGNES et de GRANULES de SAINFOIN: RESULTATS *in vivo*

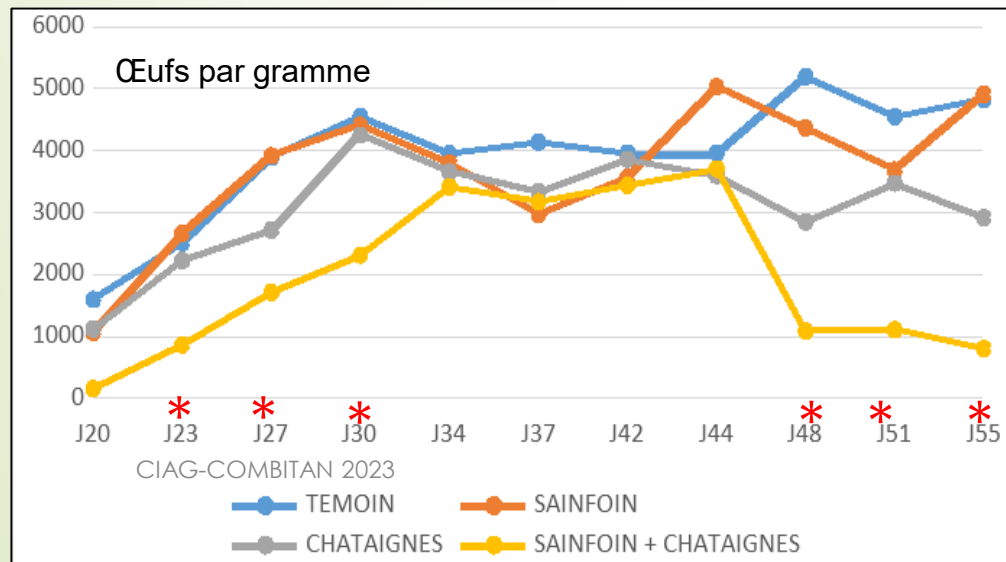




# PROJET COMBITAN: EXEMPLES de RESULTATS *in vivo*



|                            | Nombre de vers | Fertilité    |
|----------------------------|----------------|--------------|
| Témoin Hc                  | 2945           | 760          |
| Pellicules de Noisettes Hc | 2980           | <b>534 *</b> |
| Témoin Tcol                | 1500           | 27,1         |
| Noisettes Tcol             | 840            | 26,1         |



|                      | <i>H. contortus</i> | <i>T. col</i> |
|----------------------|---------------------|---------------|
| Témoin               | 1716                | 372           |
| Sainfoin             | 2155                | 340           |
| Châtaigne            | 2300                | 537           |
| Sainfoin + chataigne | <b>864 *</b>        | 432           |



# Fermentations ruminales: Essai *in vitro*

**CO<sub>2</sub>**  
**CH<sub>4</sub>**




Tester les effets sur les fermentations ruminales par inclusion de 20 % co produits de châtaignes

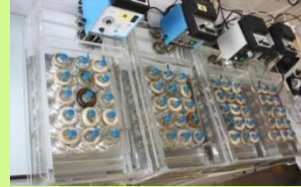
## CO PRODUITS DE CHÂTAIGNE (CC)

- 2 variétés
- 2 méthodes de préparation (four vs micro-onde)
- 2 modes de production (conventionnel vs organique)



## FERMENTATION *in vitro*

- ❖ 24h-incubation dans du jus de rumen tamponné (ovin) 
- ❖ Conditions anaérobies à 39°C simulant l'environnement chez l'animal



## MESURES

- Dégradation *in vitro* de la MS
- Production Totale et composition de gaz (y compris le méthane = **CH<sub>4</sub>**)



## Dégradabilité *in vitro* (g/g)

0,55

0,5

0,45

0,4

Basal diet

Basal diet + CS  
(mean)

1,6

1,5

1,4

1,3

1,2

## CH<sub>4</sub> production (mmol/g DM)

Basal diet

Basal diet + CS  
(mean)

- L'inclusion de CC réduit *in vitro* la dégradabilité de la ration et la production de CH<sub>4</sub>
- Pas de différences entre les variétés, les méthodes de préparation techno et le type de production

# INNOVATION 2= Un produit commercial issu des résultats du projet COMBITAN

## NATUVIAMIX

### Objectif

**Natuviamix** est un complément granulé riche en complexe synergique alliant :

- du sainfoin MULTIFOLIA (variété *Perly*)
- des tanins de quebracho
- des extraits de plantes
- des huiles essentielles

Il permet de compléter l'action des tanins condensés présents dans le sainfoin sur différents parasites internes des ruminants et agit en prévention sur les affections pulmonaires et sur la gestion du risque coccidien.

### Composition





LIFE  
miCliFEED

LIFE MiCliFeed (LIFE20 CCM/GR/001703)

Mitigating climate impact of small ruminants  
through innovative feeding approaches

The LIFE MiCliFeed (LIFE20 CCM/GR/001703)  
project is co-funded by the LIFE programme  
of the European Union



INRAE  
la science pour la vie, l'humain, la terre



TERRAnova

# Gérer les Nématodes gastro intestinaux (NGIs) des caprins et ovins sans anthelminthiques (AH) de synthèse ?

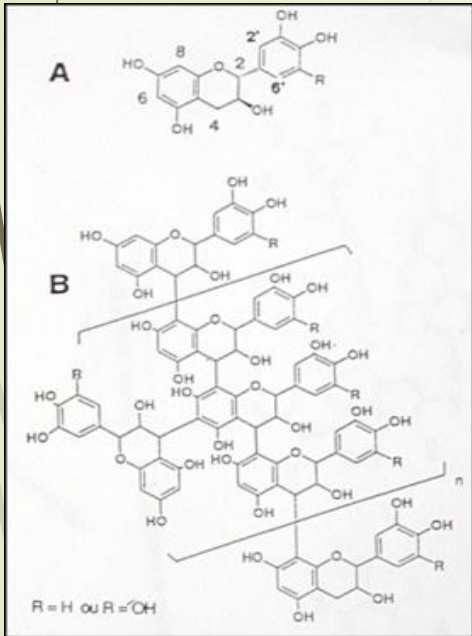


## Comprendre les interactions Tannins x NGIs

- Caractérisation des effets sur les divers stades et espèces de NGIs
- Identifier les MSPs actifs
- Conséquences fonctionnelles et structurales pour les vers
- Devenir des TC dans les divers organes digestif

## Pour exploiter au mieux les alicaments en élevages

- Inclure les nutriments dans la gestion durable des NGIs
- Forme conservée de sainfoin
- Autres ressources à exploiter ? ( des co-produits industriels)
- Caractériser les ressources avant usage



CIAG-COMBITAN 2023



# REMERCIEMENTS

Projets européens = ITN Marie Curie et Projet EMIDA ERANET CARES



Projets FR = Métaprogramme GISA STREP, Projet F2E COMBITAN et Bourse Cifre



Partenaires industriels



# SCIENTIFIC ARTICLES and COMMUNICATIONS RELATED TO THE COMBITAN PROJECT

- Hoste h., Torres acosta jfj., Sotiraki s., Houzangbe adote s., Kabore a., Costa junior l., Louvandini h., Gaudin e., Mueller harvey i.. 2018. Des plantes contenant des tannins condensés: un modèle d'aliment pour gérer les vers parasites en élevages des petits ruminants. *Innovations Agronomiques*, 68, 19-29
- V. Niderkorn, I. Mueller-Harvey, JP Salminen, D. Macheboeuf, E. Barbier, A. Torrent, H. Hoste. *In vitro* rumen fermentation of diets including chestnut skins and prototypes of pellets containing sainfoin and chestnut skins as sources of condensed tanins. *Animal Nutrition*
- V. Niderkorn, E. Barbier, F. Anglard, A. Torrent, H. Hoste. Performances, nitrogen balance and methane emissions in growing lambs fed prototypes of pellets containing sainfoin and chestnut skins. *Animal*
- **Hoste H, Griselda Meza Ocampos, Marchand S. , Sotiraki S , Sarasti K., Blomstrand B., Andrew R. Williams AR. Thamsborg SM, Athanasiadou S. Einemark H.,Torres Acosta JFJ, Mancilla-Montelongo G., Sandoval Castro C., Livio M. Costa-Junior LM, Louvandini H, Mesquita Sousa D., Salminen JP, Charlier J, Morgan E. 2022. Use of agroindustrial by-products containing tannins for the integrated control of gastro intestinal nematodes in ruminants. Parasite Special issue COST ACTION COMBAR**

# SCIENTIFIC ARTICLES and COMMUNICATIONS RELATED TO the COMBITAN PROJECT

- DAHAL J., KETAVONG S., PARDO E., BARBIER E., GAY M., JEAN H., NIDERKORN V., HOSTE H. 2018. In vitro screening of the anthelmintic effects of by-products from the chestnut industry against parasitic nematodes of sheep and goats EAAP 69th Conference 27th-30th August Dubrovnik Croatia
- MARCHAND S., KETAVONG S., BARBIER E., GAY M., JEAN H., NIDERKORN V., SOKRATES S., SALMINEN JP., HOSTE H. 2019 In vivo assessment of the anthelmintic effects of by-products (peels) from the chestnut industry. *EAAP 70th Conference 27th-30th August Ghent Belgium*
- M. KARONEN, M. ENGSTRÖM, J-P SALMINEN and H. HOSTE 2019. Ellagitannins as potential natural anthelmintics COMBAR- ACSRPC meeting Ghent 27th-29th August 2019
- H. HOSTE, J.F.J TORRES-ACOSTA, S. SOTIRAKI, S. M. THAMSBORG, A. R. WILLIAMS, V. NIDERKORN, C. SANDOVAL CASTRO, I. MUELLER HARVEY, J.P. SALMINEN. 2019. Agroindustrial by-products containing tannins as potential natural resources to control gastro intestinal nematodes in ruminants: What ? Why ? How ? COMBAR- ACSRPC meeting Ghent 27th-29th August 2019
- HOSTE H, GRISELDA MEZA OCAMPOS, MARCHAND S., SOTIRAKI S, SARASTI K., BLOMSTRAND B., ANDREW R. WILLIAMS AR. THAMSBORG SM, ATHANASIADOU S. EINEMARK H.,TORRES ACOSTA JFJ, MANCILLA-MONTELONGO G., SANDOVAL CASTRO C., LIVIO M. COSTA-JUNIOR LM, LOUVANDINI H, MESQUITA SOUSA D., SALMINEN JP, CHARLIER J, MORGAN E. Use of agroindustrial by-products containing tannins for the integrated control of gastro intestinal nematodes in ruminants. EMOP conference 2021 Beograd October 2021

## REPORTS OF MSC PROJECT

- Jinata DAHAL 2017. The interaction between gastro intestinal nematodes and ruminants: the possible use of natural compounds to control parasites ENSFEA Toulouse Juillet 2017
- Auriane FOURNIER 2017 Validation des effets anthelminthiques en élevages caprins pâturant de ressources riches en tannins dérivées d'écorces de châtaigniers IUT Brest Morlaix Co encadrement avec F Guillaume GDS Bretagne
- Sarah MARCHAND 2018 « Comparaison des effets anthelminthiques in vivo de prototype de granulés déshydratés de sainfoin et/ou de châtaignes chez des agneaux expérimentalement infestés par des Nématodes gastro intestinaux »

