

**Le sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) et la chicorée (*Cichorium intybus*):
deux modèles de plantes bioactives pour répondre
aux défis agroécologiques en élevage des ruminants**

Hervé Hoste¹, Vincent Niderkorn²

1 : INRA, UMR 1225 IHAP, 23, Chemin des Capelles, F-31076 Toulouse
h.hoste@envt.fr

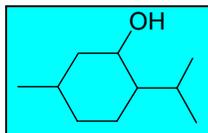
2: Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgroSup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle
vincent.niderkorn@inra.fr



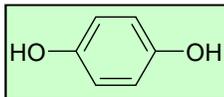
DEFINITIONS

- ❑ **Plantes bioactives:** Plantes caractérisées par la présence de composés phytochimiques, responsables d'effets thérapeutiques ou toxiques chez l'homme ou les animaux.
- ❑ **Alicament (« Nutraceutical »):**
Plante combinant une valeur nutritionnelle ET des propriétés sanitaires. Elles sont proposées aux animaux pendant plusieurs jours, avant tout pour prévenir le parasitisme par les vers et leurs conséquences
(Andlauer et Furst 2012, Hoste et al, 2015)
- ❑ **Métabolites secondaires des plantes (MSPs):**
Molécules de faible PM impliquées dans la défense des plantes face à des agresseurs ou dans des fonctions d'attraction / de reproduction

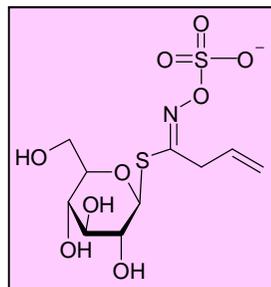
LES MÉTABOLITES SECONDAIRES DES PLANTES (MSPs)



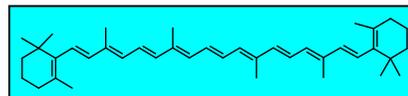
Terpenoides et
Huiles essentielles



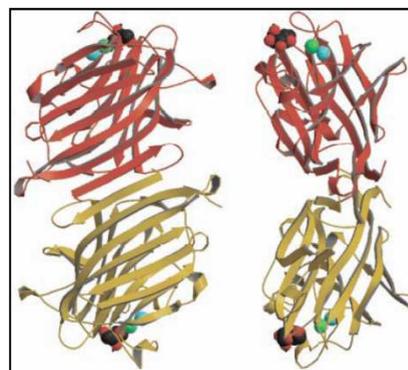
Phenols



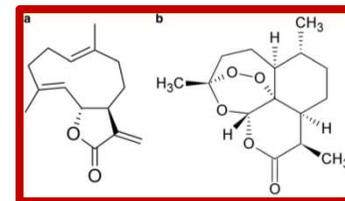
Glucosinolates



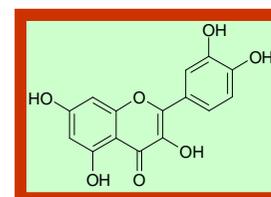
Carotenoids



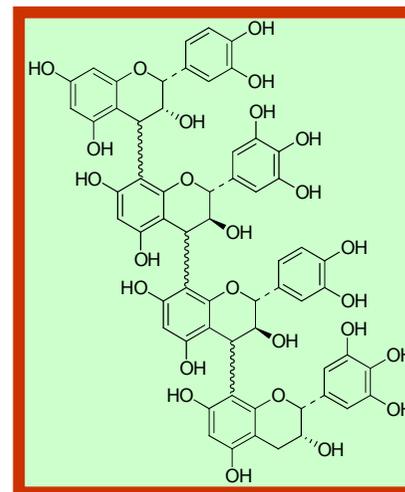
Proteins, lectins, enzymes:
e.g. cysteine proteases,



Sesquiterpene Lactone



Flavonoids

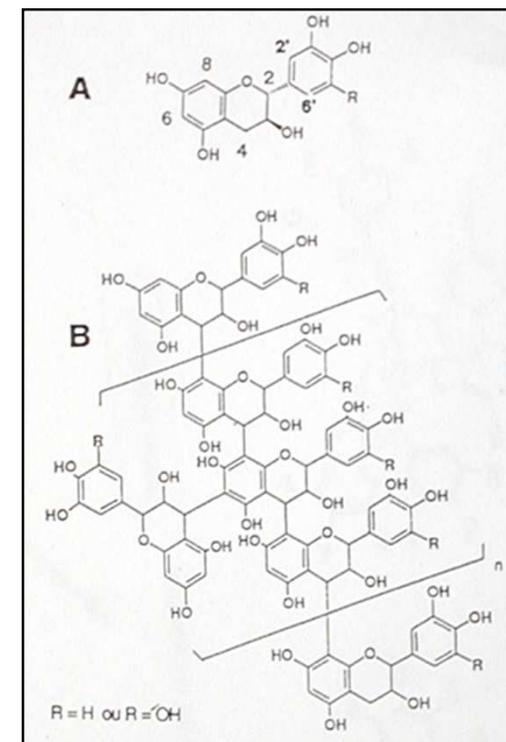


Tannins

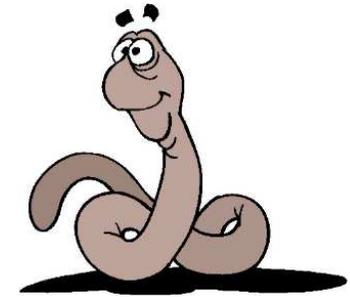
Courtesy of Pr I Mueller Harvey

LE SAINFOIN: Un modèle de légumineuse riche en tannins

- Une LÉGUMINEUSE rustique
- Adaptée à des conditions sèches, pH basique
- Plante appétente à bonne valeur nutritive
- Réduction d'émissions de CH₄
- Excrétion de N₂ dans les fèces plutôt que l'urine
- Plante mellifère
- Prévention de météorisation (*Le Foin Sain*)
- Alicaments à propriétés AHs ?
- Contient des tannins condensés (TC).



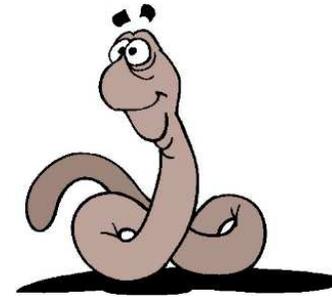
1. Effets antiparasitaires (Hervé Hoste)



2. Valeurs alimentaires et effets sur les processus digestifs des Ruminants (Vincent Niderkorn)



1. Effets antiparasitaires



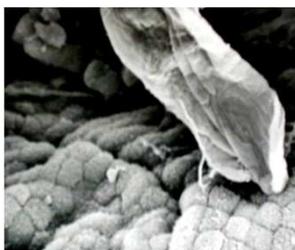
LES NEMATODES GASTROINTESTINAUX des PETITS RUMINANTS



Haemonchus



Teladorsagia

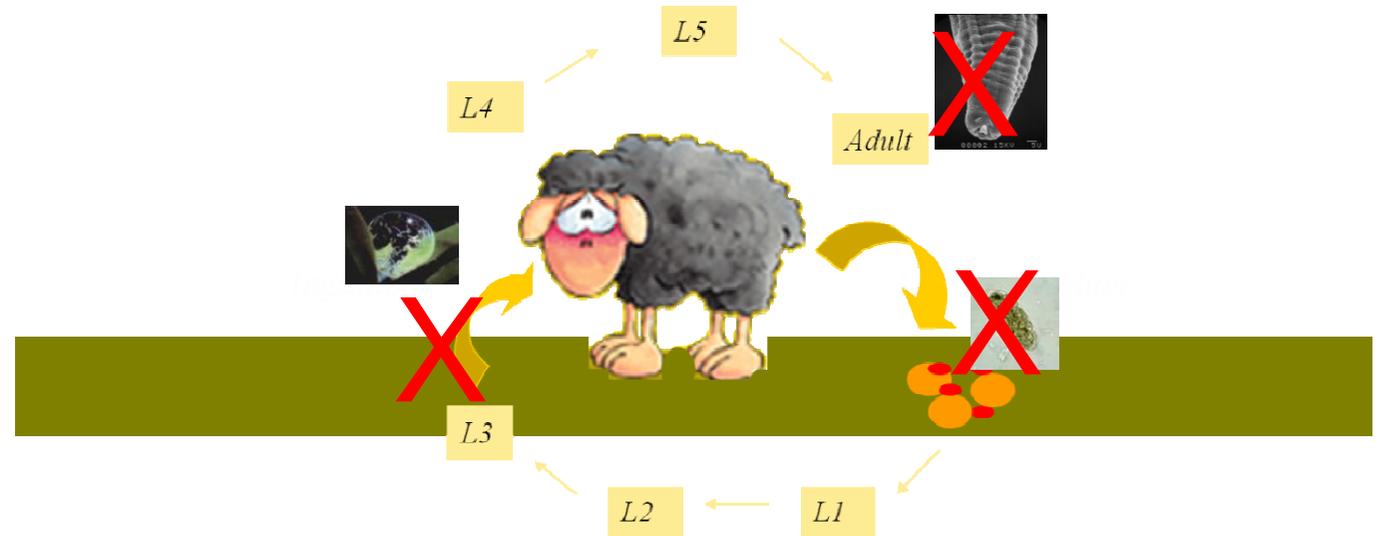


Trichostrongylus

- Pâturage = NGIs
- Ubiquistes
- Conséquences pathologiques graves
- Pertes zootechniques:
Quantitatives et qualitatives
- Selon la FAO, à l'échelle mondiale,
une des pathologies parasitaires
majeures en élevage.



La MAITRISE USUELLE des STRONGYLOSES DIGESTIVES : les ANTHELMINTHIQUES de SYNTHÈSE



LIMITES des AHS de SYNTHÈSE:

- Démarches vers l'Agroécologie = Moins d'intrants chimiques en élevage.
- Résistances aux AHs dans les populations de vers =
Utilisés seuls, les AHs de synthèse ne sont pas une solution durable pour gérer les NGIs

Des légumineuses riches en tannins à propriétés AH

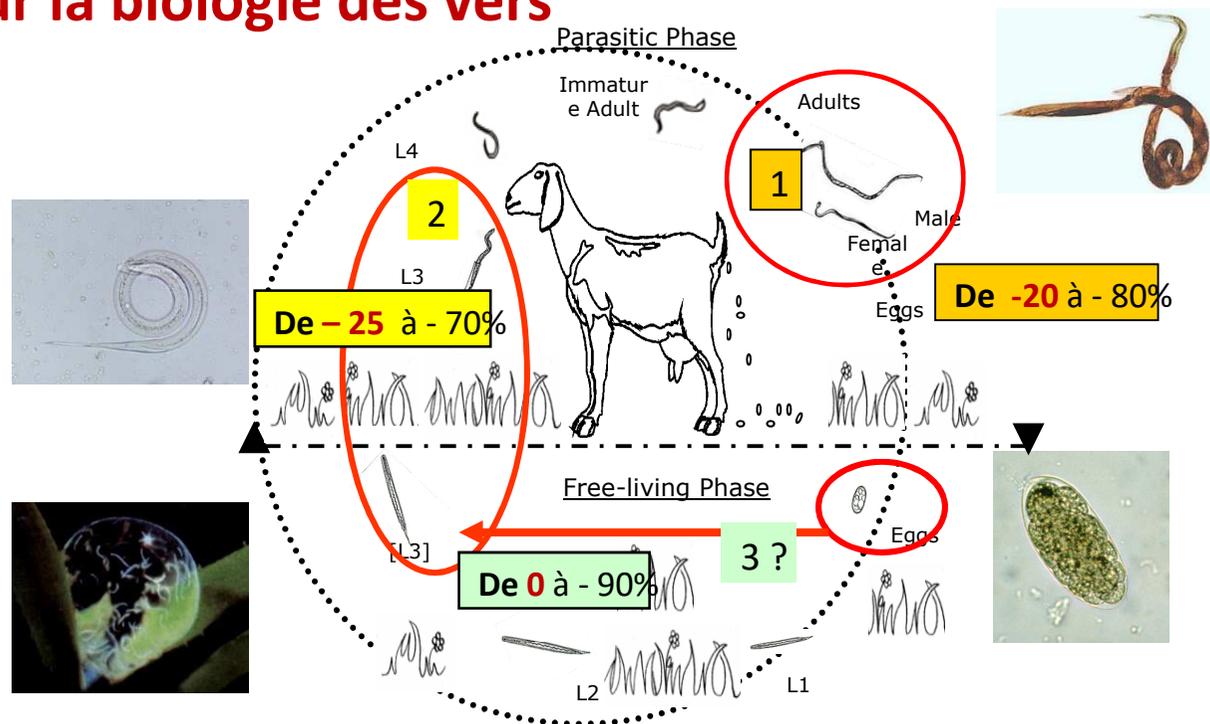
- Etudes initiales en NZ (Données empiriques)
- Confirmation en Australie, USA, Europe (y compris France)
- Plusieurs Légumineuses, contenant des tannins, identifiées
 - Sulla (*Hedysarum coronarium*) (Niezen et al, 1995,1998,2002)
 - Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) (Niezen et al , 1998)
 - Lotier pédonculé (*L. pedunculatus*) (Niezen et al, 1998)
 - Sericea lespedeza (Lange et al, 2006 Shaik et al, 2004)
 - **Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*)** (Paolini et al, 2003,2004, 2005)
(Heckendorn et al, 2006, 2007)
- Confirmation fondée sur des résultats *in vitro* et *in vivo*



9

RESULTATS *in vivo*

1. Effets sur la biologie des vers



2. Facteurs de variabilité des effets liés au fourrage consommé

- la concentration des tannins dans la ration (effet seuil)
- la qualité des tannins
- la durée de distribution

Une DIVERSITE de MODES d'EXPLOITATION

1. Pâturage direct

2. Formes conservées

Production en conditions agronomiques optimales

Standardisation des ressources

Facilité d'analyse et de distribution / Exportation

	Ressources	Références (<i>In vivo</i>)
Foin	Sainfoin <i>Lespedeza cuneata</i>	Paolini et al, 2003, 2005, Heckendorn et al, 2006 Shaik et al, 2004, Lange et al, 2006 Terril et al 2009
Ensilage	Sainfoin	Heckendorn et al , 2006,2007
Granulés déshydratés	<i>Lespedeza cuneata</i> Sainfoin	Terrill et al, 2009; 2012 Girard, 2013
Co-produits Agro industriels	Sous produits de l'industrie des noix, de la vigne, du cacao, café	Desrues et al, 2012; Girard, 2013

Une DIVERSITE de PLANTES BIOACTIVES AH riches en TANNINS

1. Des Légumineuses fourragères (Sainfoin, Lotiers, Sulla)



2. Des plantes de systèmes sylvo pastoraux

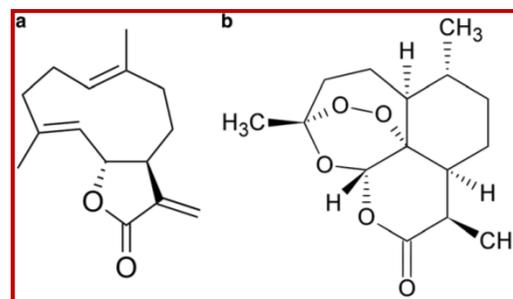


3. Des légumineuses tropicales



4. Des co produits agro industriels

Une DIVERSITE de PSMs à EXPLOITER = La CHICOREE Un AUTRE MODÈLE de PLANTE BIOACTIVE ANTHELMINTHIQUE



Sesquiterpene Lactone

- Effets AHs confirmés sur les NGIs des ovins et bovins.
- Principalement sur des espèces abomasales
- Variabilité de résultats liés aux seuils de concentration dans la ration
- Utilisation en pâturage direct ou en ensilage

2. Valeurs alimentaires et effets sur les processus digestifs des Ruminants (Vincent Niderkorn)



Valeur alimentaire du sainfoin

Par rapport à la luzerne:

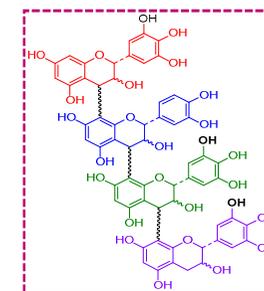
- Teneur comparable en composés pariétaux
- Davantage de sucres solubles
- Moins de MAT, teneur qui diminue également plus rapidement au cours du premier cycle de végétation (diminution plus rapide du rapport feuilles/tiges à la floraison)
- Pas d'effet des TC sur l'ingestibilité du sainfoin (concentration modérée)



Ingestibilité du sainfoin similaire à luzerne

Teneur et bio-activité des TC du sainfoin

- TC principalement localisés dans les feuilles
- La teneur en TC diminue avec le stade de végétation (comme rapport feuilles/tiges)



- Large variabilité dans les profils en TC (concentration et caractéristiques structurales) entre variétés mais aussi au sein d'une même variété (Malisch et al., 2015)



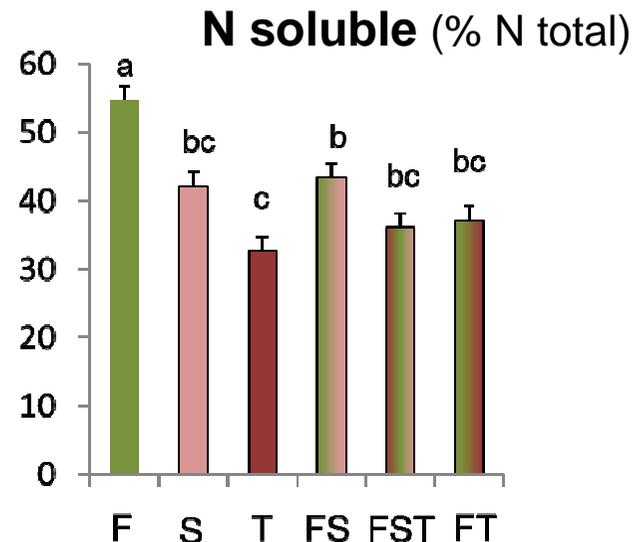
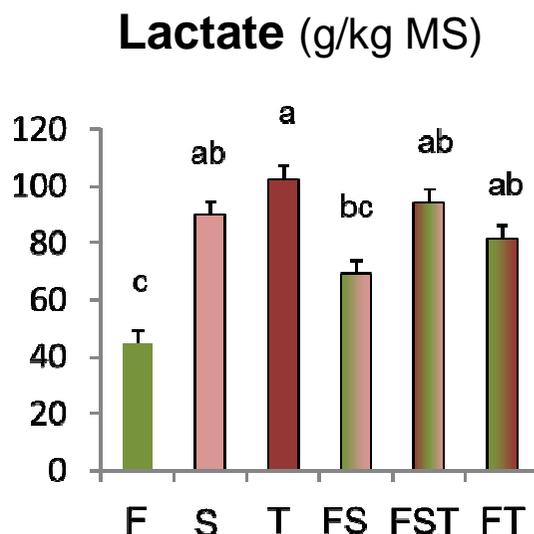
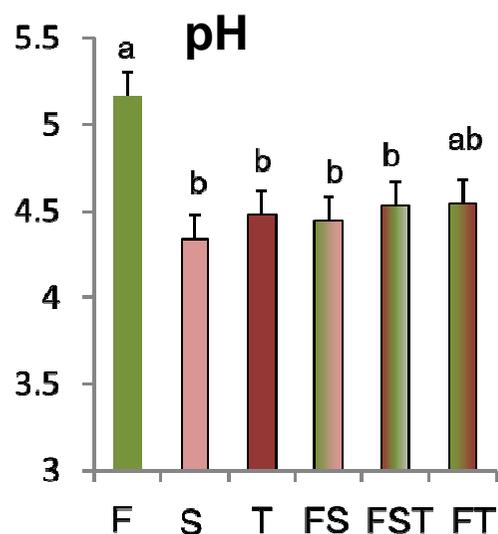
Possible amélioration du sainfoin à travers des programmes de sélection.

- Activité TC: capacité à former des complexes avec les protéines (foliaires, salivaires, enzymes microbiennes et endogènes)
 - ➔ Rôle de la structure des TC (degré de polymérisation) **et** de la structure des protéines

Impact du sainfoin sur la conservation des fourrages

- VA et activité biologique varient selon que le sainfoin est consommé pâturé, sous forme de foin (potentielle perte de feuilles), en ensilage ou en granulés déshydratés (plante entière)

• Inclusion dans les ensilages



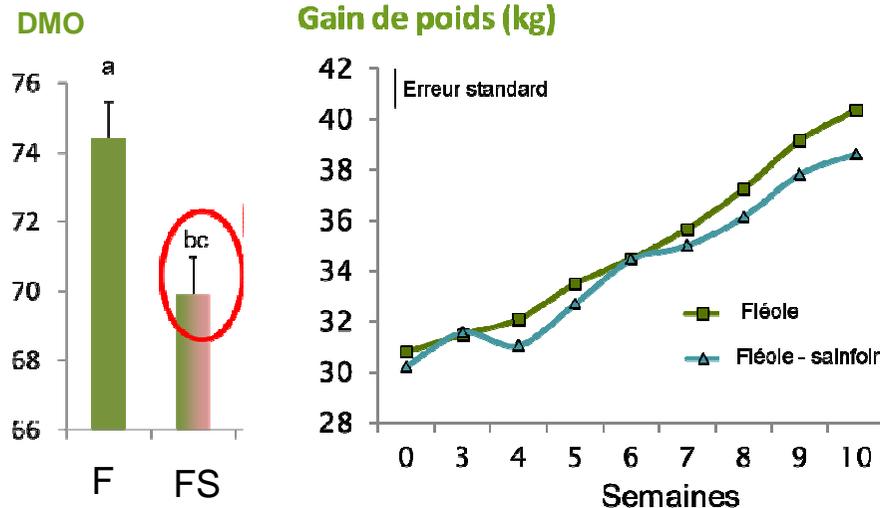
F: 100% fléole; S: 100% sainfoin; T: 100% trèfle violet
 FS: 50% fléole + 50% sainfoin
 FST: 50% fléole + 25% sainfoin + 25% trèfle violet
 FT: 50% fléole + 50% trèfle violet

Amélioration fermentation
 et protection des protéines
 dans les silos

(Copani et al., 2014)

Effet du sainfoin sur les performances et les émissions de méthane

- **Chez le mouton (ensilages):**



Emissions de méthane

	F	FS
CH ₄ , g/kg MS ingérée	35.7 ^a	29.7 ^b
Acetate: propionate ratio	4.0 ^a	3.4 ^b

(Copani et al., 2016)

L'inclusion de sainfoin dans l'ensilage d'herbe diminue la digestibilité et les émissions de méthane, mais ne réduit pas significativement le gain de poids

- **Chez la vache laitière:** inclusion de 50% de sainfoin dans une ration VL (ensilage herbe, concentré)

➔ Baisse digestibilité et méthane (5-6%), gain de prod. lait (22>24 kg/j)

(Huyen et al., 2016)

Impact du sainfoin sur l'utilisation de l'azote

- **Constante dans les essais sur ruminants:**

- Réduction de la protéolyse ruminale
- Réduction de l'azote urinaire
- Augmentation de l'azote fécal



Mais il est rarement mis en évidence une augmentation de l'azote fixé par les animaux

Question du devenir des complexes TC-protéines dans les compartiments post-rumen

Bénéfice environnemental: l'azote fécal est moins volatile que l'azote fécal (moins de N_2O)

Intérêts et composition de la chicorée

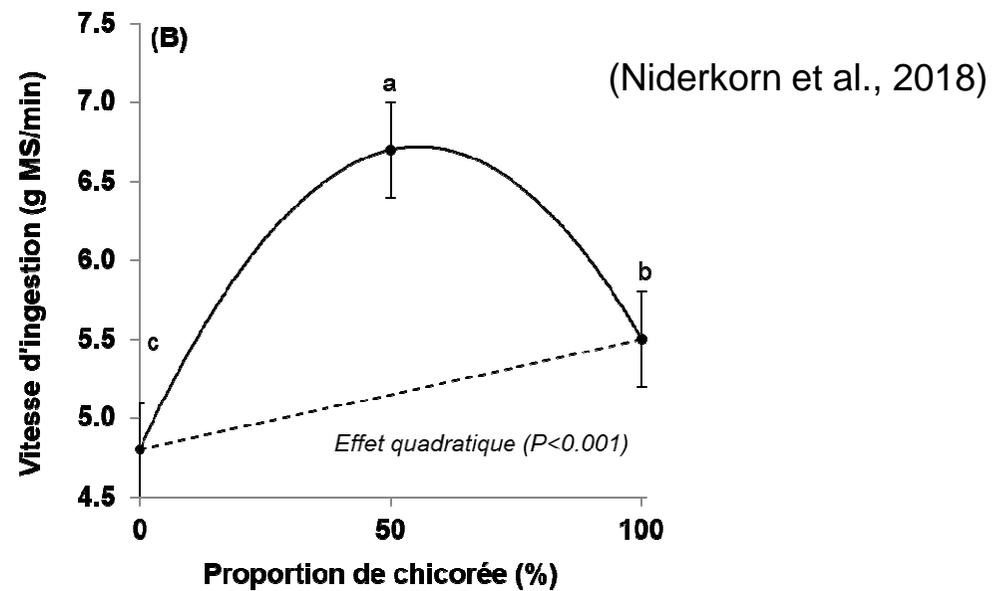
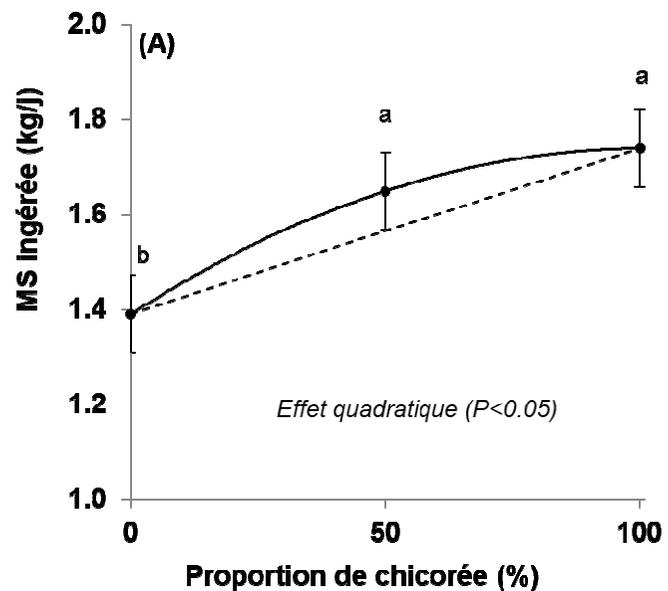


- Intérêt croissant du à sa capacité à rester productive en conditions séchantes
- Composition chimique relativement stable durant toute la saison de pâturage
- Teneur en fibres assez faible (env. 350 g/kg de MS) et qui fluctue relativement peu selon le stade de la plante (digestibilité élevée)
- MAT plus variable selon les études
- Très haute teneur en minéraux

Ingestibilité de la chicorée



- Très bien ingérée et des effets synergiques peuvent être observés lorsque la chicorée est associée au ray grass anglais



Il est cependant recommandé que les prairies pâturées par des vaches laitières ne contiennent pas plus de 25% de chicorée car des odeurs désagréables peuvent apparaître

Des effets des composés bioactifs sur la digestion encore mal connus



- La chicorée contient des sesquiterpènes lactones et des tannins
- Des effets bénéfiques sur les émissions de méthane sont régulièrement observés mais pas systématiquement



La teneur en tannins est trop faible pour en être responsable; rôle des SL non précisé

En dehors d'un rôle potentiel de composés bioactifs, une vitesse de transit élevée et donc un temps de séjour réduit des aliments dans le rumen pourraient s'accompagner d'un lessivage des bactéries archae méthanogènes

Conclusions

1/ Les résultats obtenus sur les 2 modèles de plantes fourragères bioactives répondent à 3 objectifs du concept d'agroécologie en élevages des ruminants

- a) assurer la nutrition et la production des ruminants;
- b) améliorer la santé des animaux;
- c) réduire les impacts environnementaux

2) Pour les 2 modèles de plantes bioactives présentés (sainfoin et chicorée), les effets sur la nutrition, la santé et l'impact environnemental des ruminants montrent une variabilité liée à :

- une diversité des composés bioactifs (nature, structures)
- des teneurs variables selon les variétés, le stade de végétation, les conditions de culture, le mode de conservation, etc ...

3) Enjeux des recherches futures:

Comprendre les origines de la variabilité d'effets AH et sur les processus digestifs chez les ruminants afin de conforter les recommandations pour une utilisation pertinente de ces fourrages en élevages

REMERCIEMENTS

1 / Nos collègues : Cécile GINANE, Elodie Barbier et Giuseppe COPANI

2/ Projets européens = ITN Marie Curie et Projet EMIDA ERANET CARES



3/ Projets FR = Métaprogramme GISA STREP, Projet F2E COMBITAN et Bourse Cifre d' Elodie Gaudin



4/ Partenaires industriels



MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

