

VARIABILITE INDIVIDUELLE DE L'EFFICIENCE ALIMENTAIRE CHEZ LE BOVIN EN ENGRAISSEMENT : DETERMINANTS ET BIOMARQUEURS

Gonzalo CANTALAPIEDRA-HIJAR
(INRAE; France)



SOMMAIRE

- *Qu'est-ce que c'est l'efficience alimentaire? Définitions*
 - *Importance de la variabilité individuelle de l'EA*
-
- **Comment identifier les animaux efficents?**
→ Recherche de biomarqueurs
 - **Quels sont les mécanismes à l'origine des ces différences?**
→ Etudes de déterminants

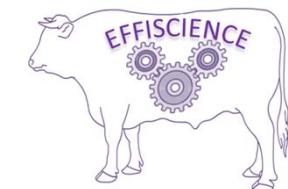
1. Littérature



2. Réseaux fermés (Beefalim)



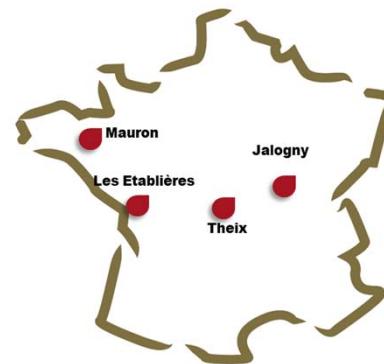
3. Expérimentation (EffiScience)



PROGRAMME BEEFALIM : AMELIORER L'EFFICIENCE ALIMENTAIRE CHEZ LE BOVIN ALLAITANTE



- 600 jeunes bovins testés
- 4 ans d'étude (2015-2019)
- **4 fermes expérimentales**
- 2 mêmes régimes contrastés
(Maïs vs Herbe)



- Etude des déterminants génétiques et biologiques de l'EA
 - Recherche de biomarqueurs de l'EA (prises de sang)
- } En interaction avec le régime

COMMENT MESURE-T-ON L'EFFICIENCE ALIMENTAIRE?



FEED CONVERSION
EFFICIENCY

Gain poids/ingestion
→ Potentiel de croissance

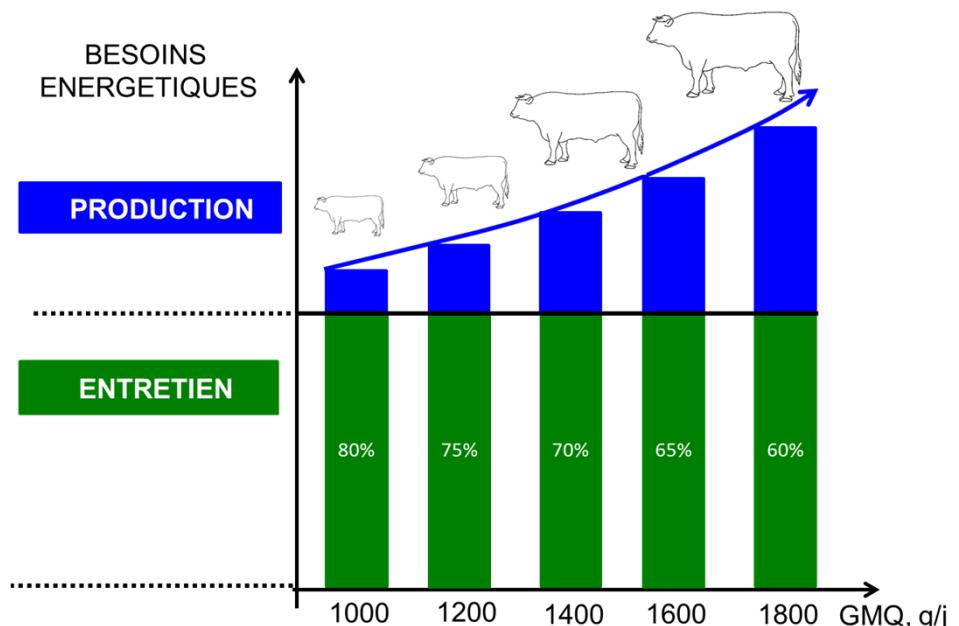
VS



RESIDUAL FEED
INTAKE

Ingéré observé - théorique
→ Besoin d'entretien

La sélection sur RFI n'affecte pas les performances (pas d'impact sur le poids vif des vaches adultes)



FAIBLE EFFICIENCE ALIMENTAIRE CHEZ LE RUMINANT

Tolkamp et al., 2010

Feed conversion
efficiency (**FCE**),
gain poids/MSI

$> 1/2$



$1/3$

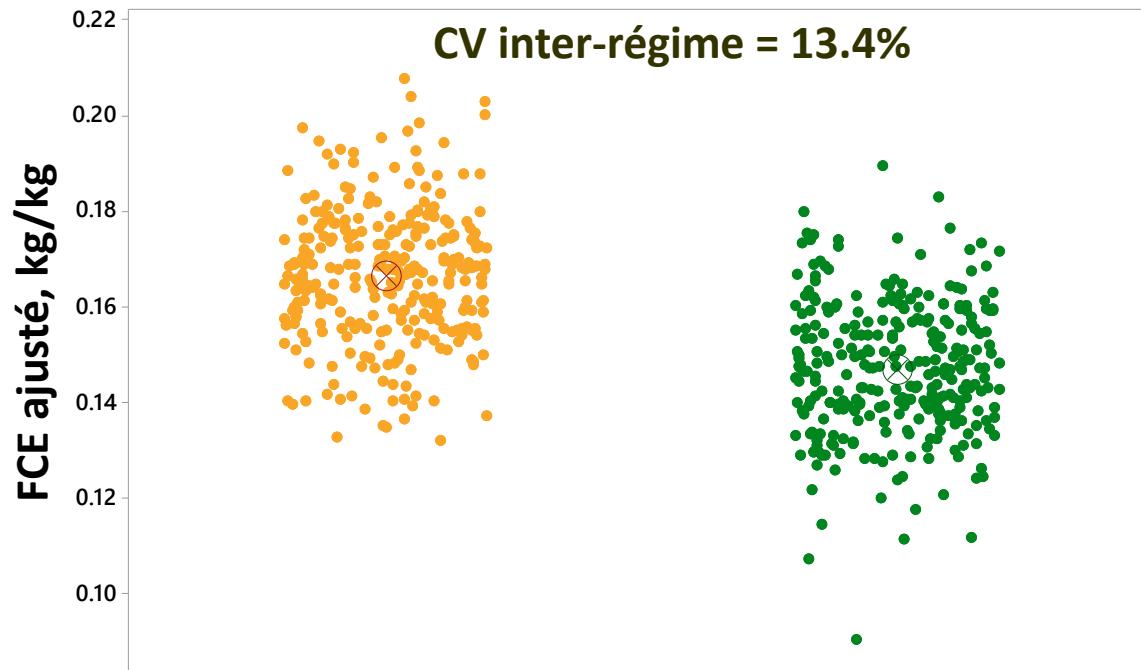


$1/10 \pm \Delta$



(+250% depuis 1957)

NUTRITION VS GENETIQUE



ENS MAÏS
CV inter-individu= 8.4%

ENS HERBE
CV inter-individu= 9.5%

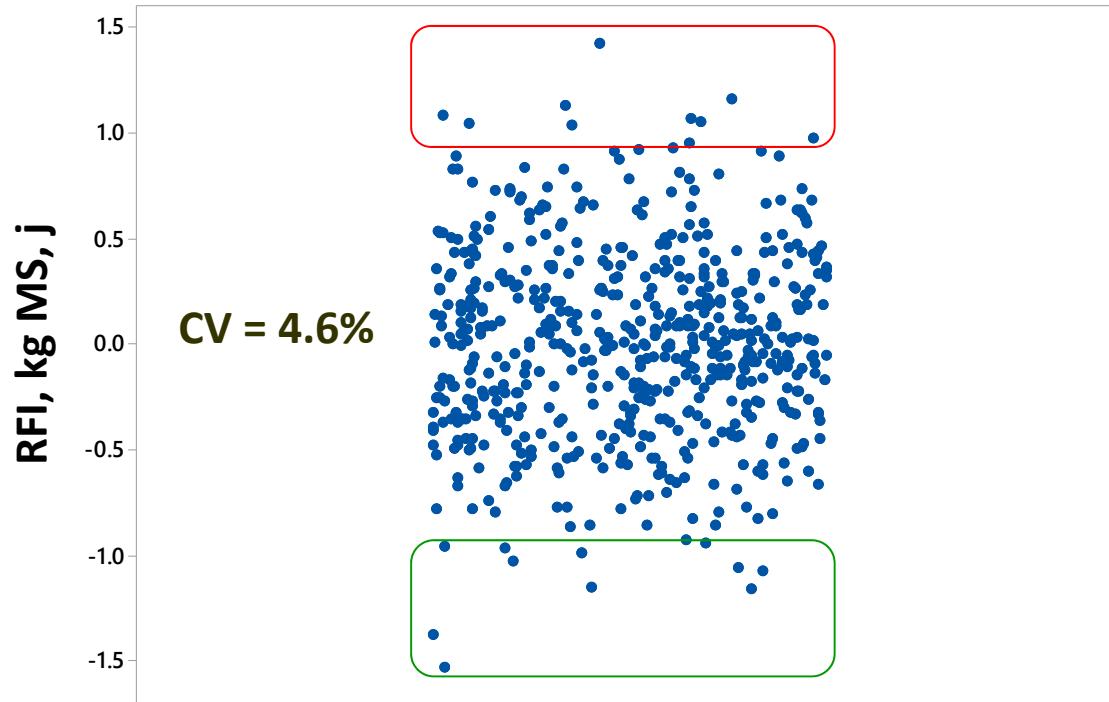
Réseaux fermes
(Beefalim)



PREDIRE :
BIOMARQUEURS

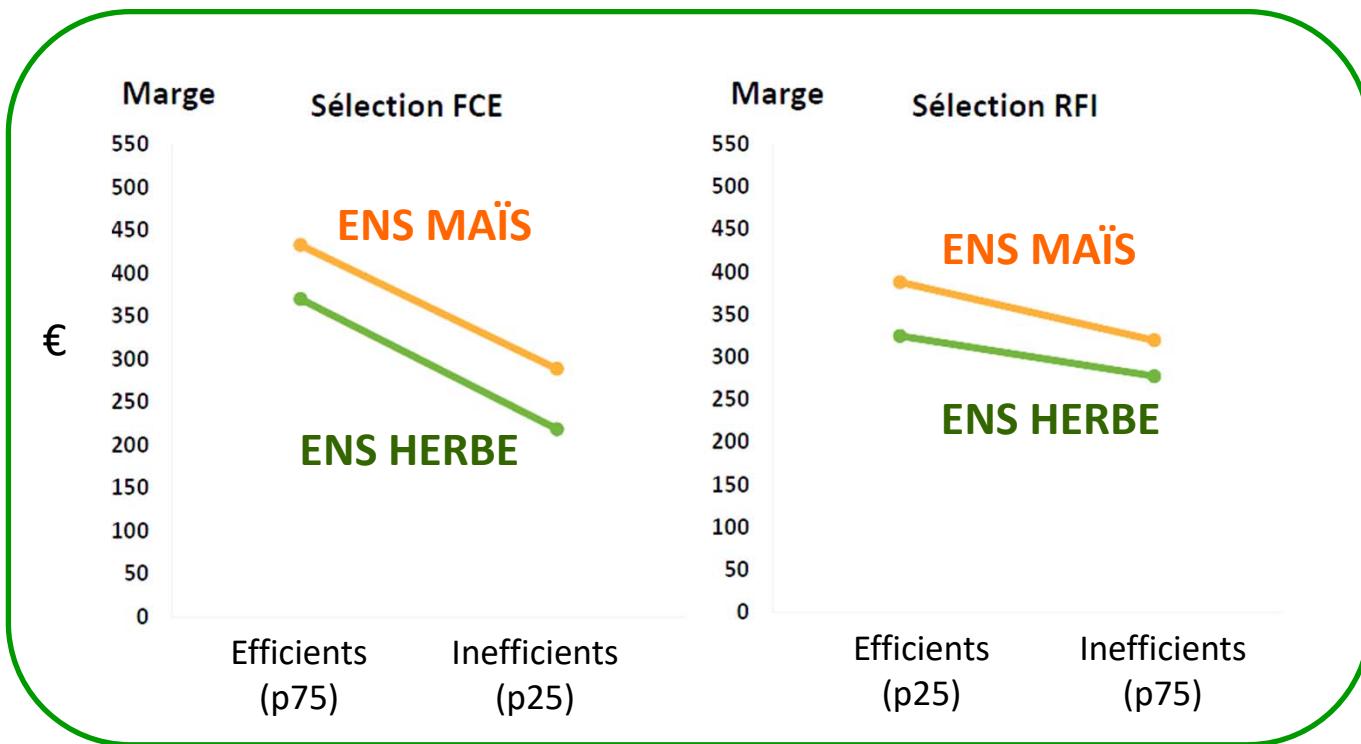
COMPRENDRE :
DETERMINANTS BIOLOGIQUES

VARIABILITE GENETIQUE DE L'EA



Les 10 animaux les plus efficents consomment en moyenne **2,35 kg** de MSI/j de moins que les **10 les moins efficents** tout en maintenant la même performance

SELECTION DE L'EA: GAIN ECONOMIQUE



Réseaux fermés
(Beefalim)



⚠ Bilan économique
pour la phase
d'engraissement

DETERMINANTS BIOLOGIQUES DE L'EA

Animal (2018), 12:S2, pp s321–s335 © The Animal Consortium 2018
doi:10.1017/S1751731118001489



Review: Biological determinants of between-animal variation in feed efficiency of growing beef cattle

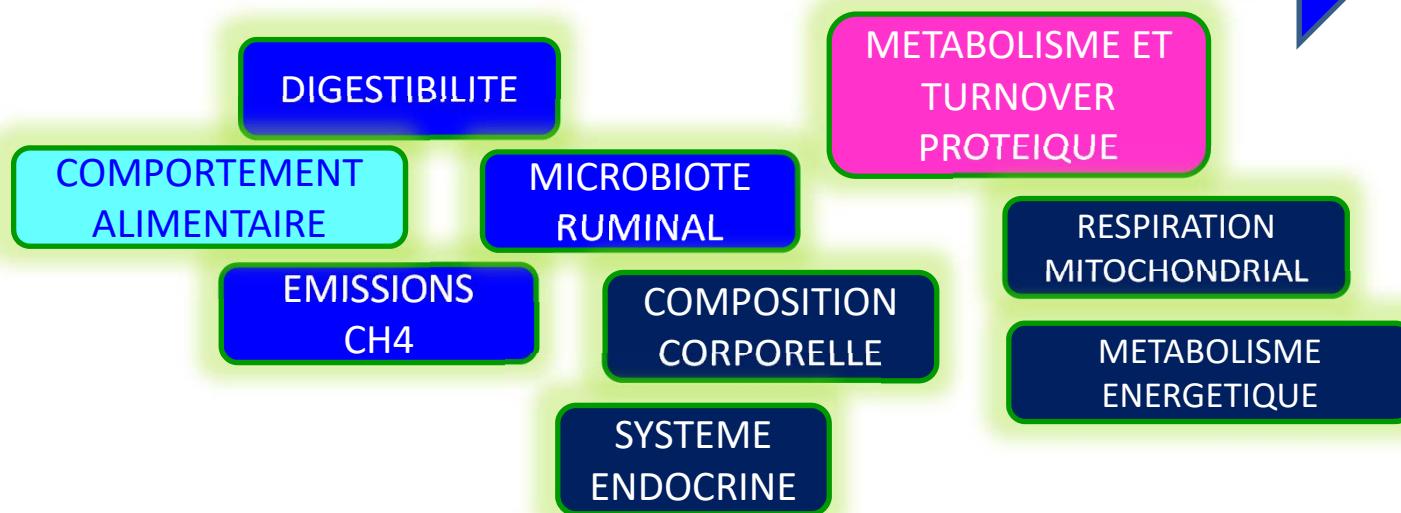
G. Cantalapiedra-Hijar^{1†}, M. Abo-Ismail², G. E. Carstens³, L. L. Guan², R. Hegarty⁴,
D. A. Kenny⁵, M. McGee⁶, G. Plastow², A. Relling⁷ and I. Ortigues-Marty¹



Littérature



DETERMINANTS DES VARIATIONS INDIVIDUELLES D'EA

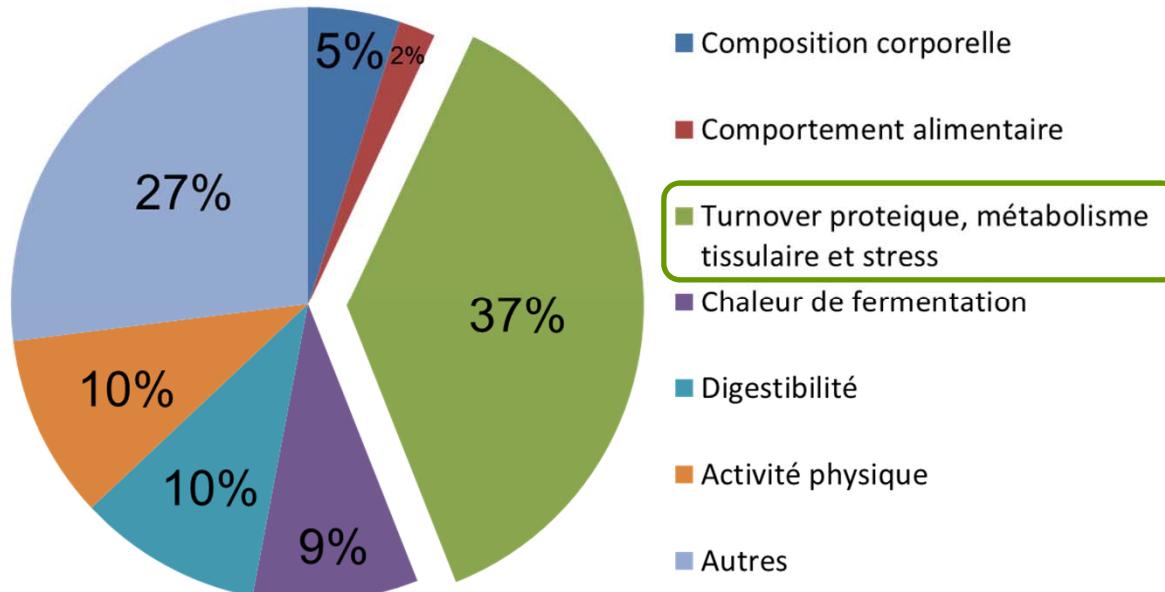


➤ Ces conclusions ne s'appliquent qu'aux régimes d'engraissement riches en céréales!



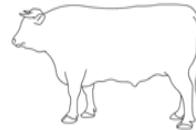
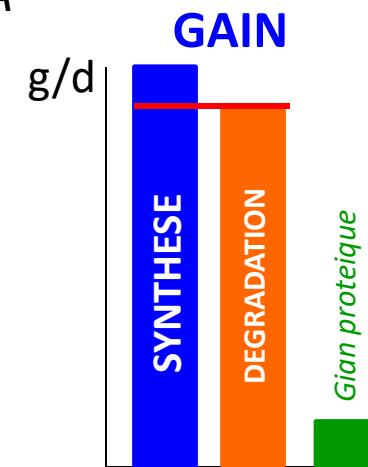
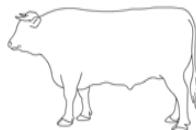
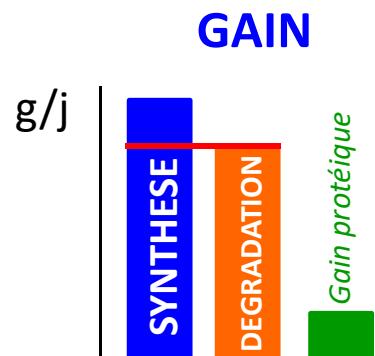
DETERMINANTS DES VARIATIONS INDIVIDUELLES D'EA

Littérature



TURNOVER PROTEIQUE

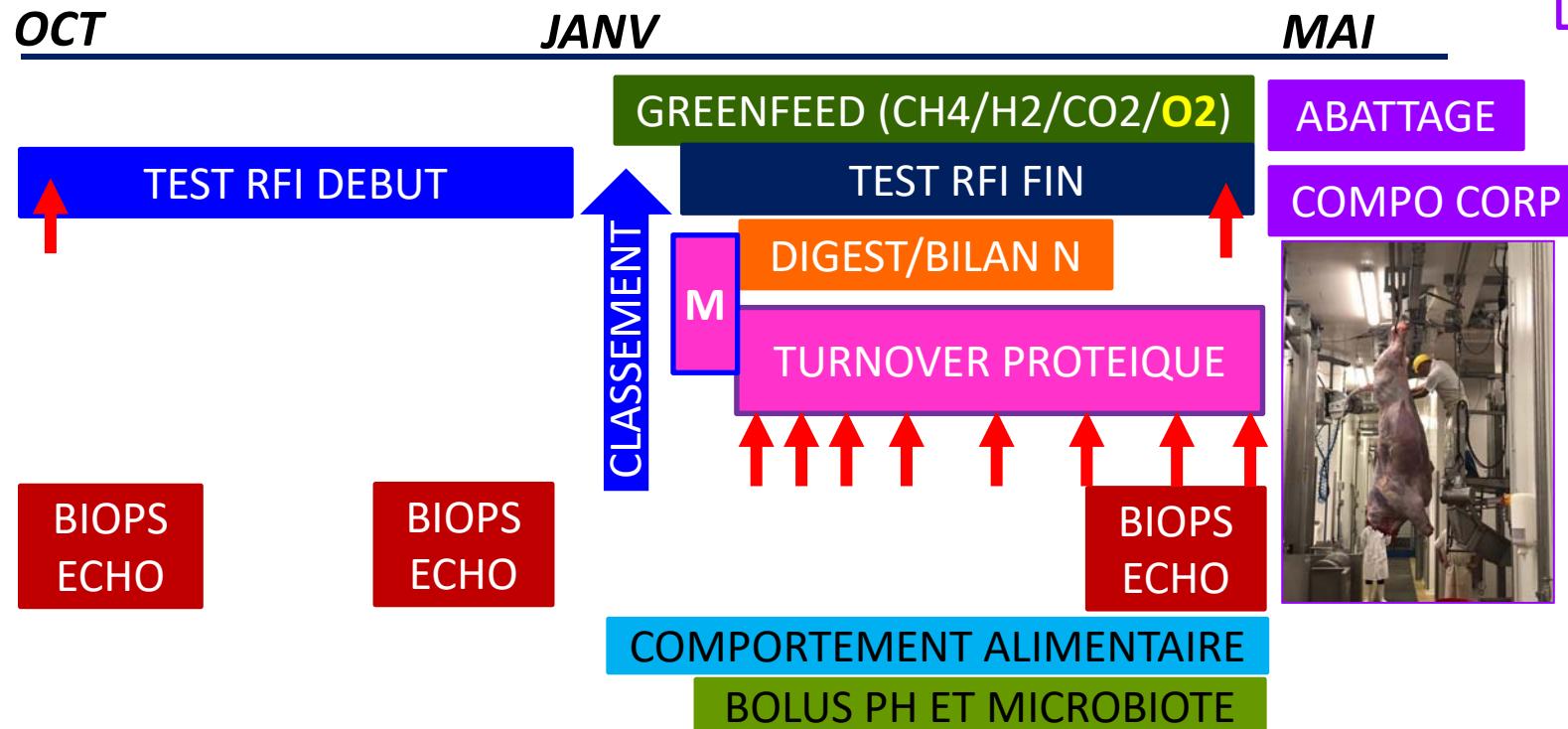
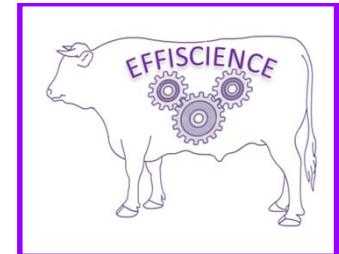
- La vitesse de renouvellement protéique est un des mécanismes métaboliques souvent évoqué comme facteur déterminant des variations individuelles d'EA



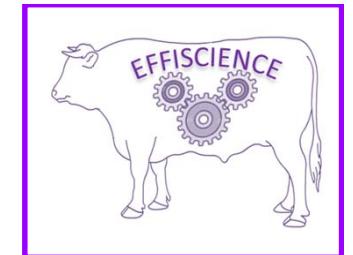
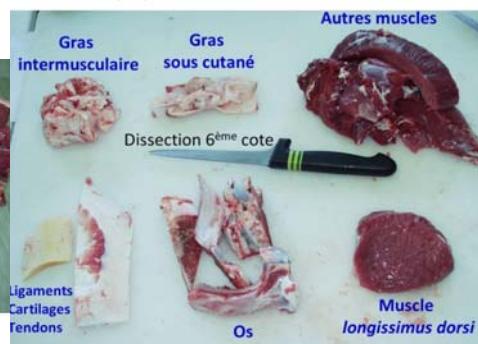
Synthèse ≈ 20% des besoins énergétiques basales
(Waterlow, 1988)

PROTOCOLE EFFI-SCIENCE

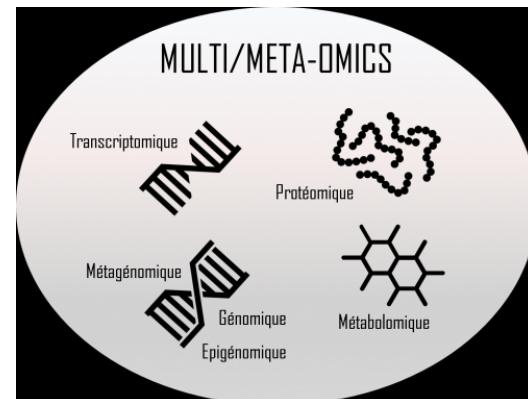
100 animaux en 2 ans (50/an) et sur 2 régimes (50 Maïs vs 50 Herbe)



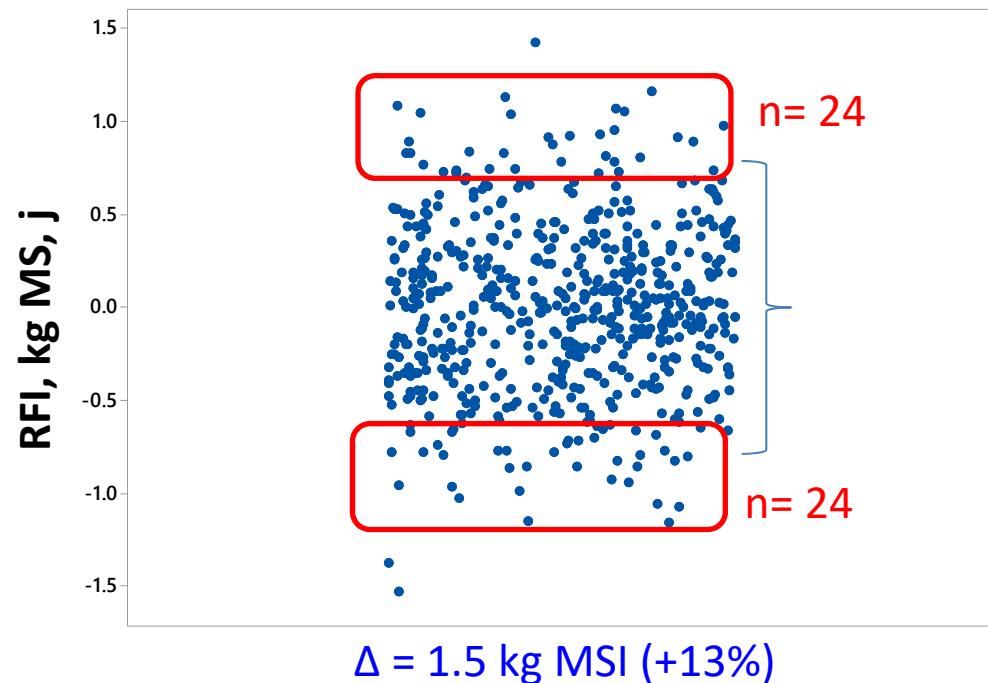
PROJET EFFI-SCIENCE



RECHERCHE DE BIOMARQUEURS DE L'EFFICIENCE ALIMENTAIRE CHEZ LE BOVIN EN ENGRAISSEMENT

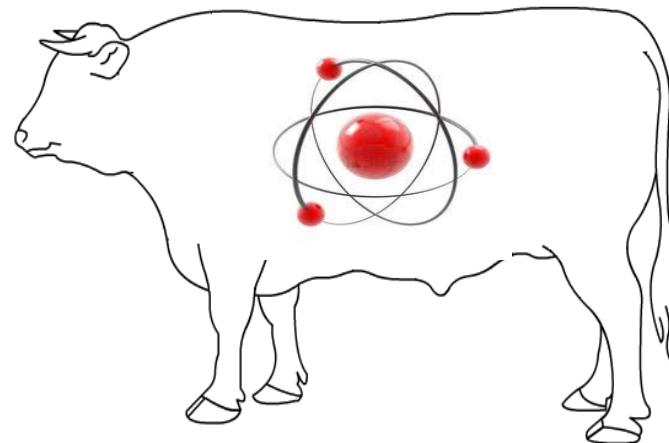


RECHERCHE DE BIOMARQUEURS DE RFI CHEZ LES ANIMAUX EXTREMES

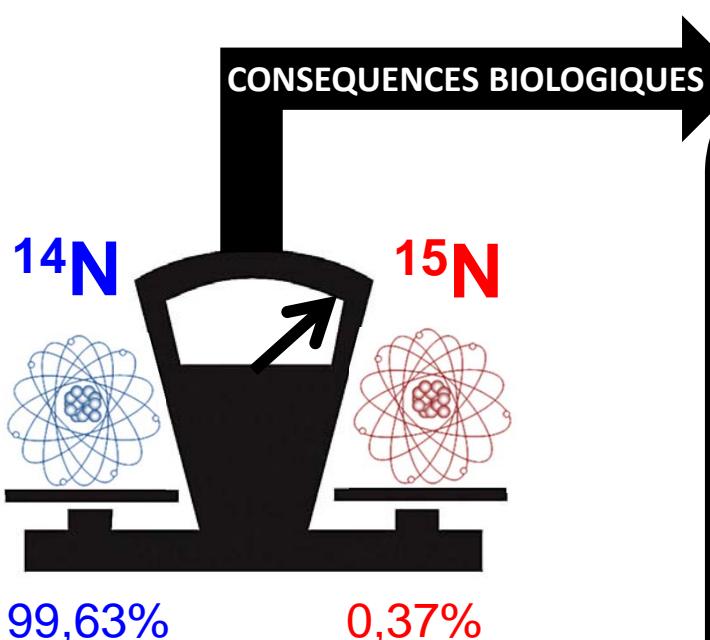


- Génomique
- Biochimie sanguine
- Isotopomique
 - Protéine totale ($n \approx 600$)
 - Acides aminés ($n \approx 48$)
- Metabolomique
- Proteomique
- Hormones
- Vitamines B

LES ABONDANCES NATURELLE DE L'AZOTE ^{15}N DANS LES PROTEINES ANIMALES



DISCRIMINATION ISOTOPIQUE DE L'AZOTE



ENZYMES

TRANSAMINASE HEPATIQUES :

Affinité pour $^{14}\text{N-AA} > ^{15}\text{N-AA}$ (Macko et al., 1986)

- Les protéines animales sont naturellement plus enrichies en ^{15}N lorsque le catabolisme hépatique d'AA augmente

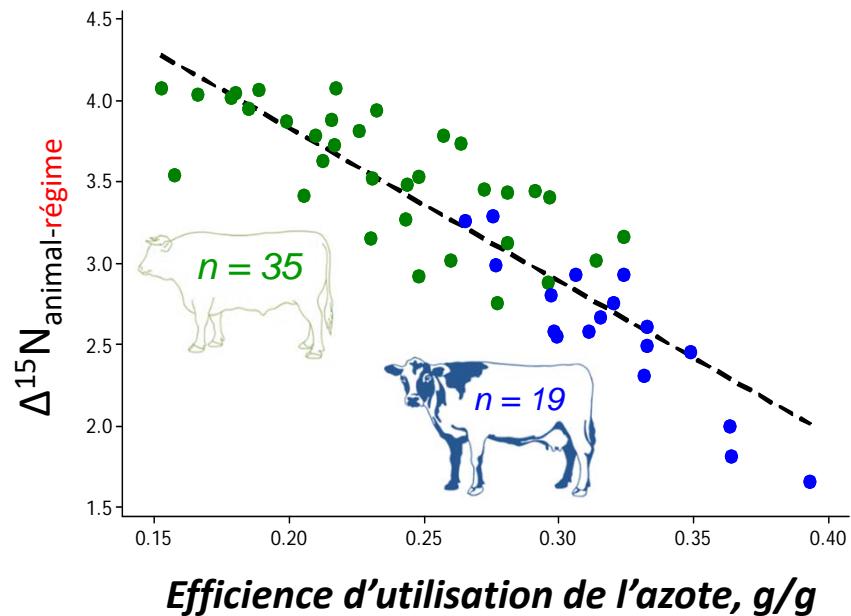
ASSIMILATION N PAR LES BACTERIES DU RUMEN :

Affinité pour $^{14}\text{N-NH}_3 > ^{15}\text{N-NH}_3$ (Wattiaux and Reed, 1995)

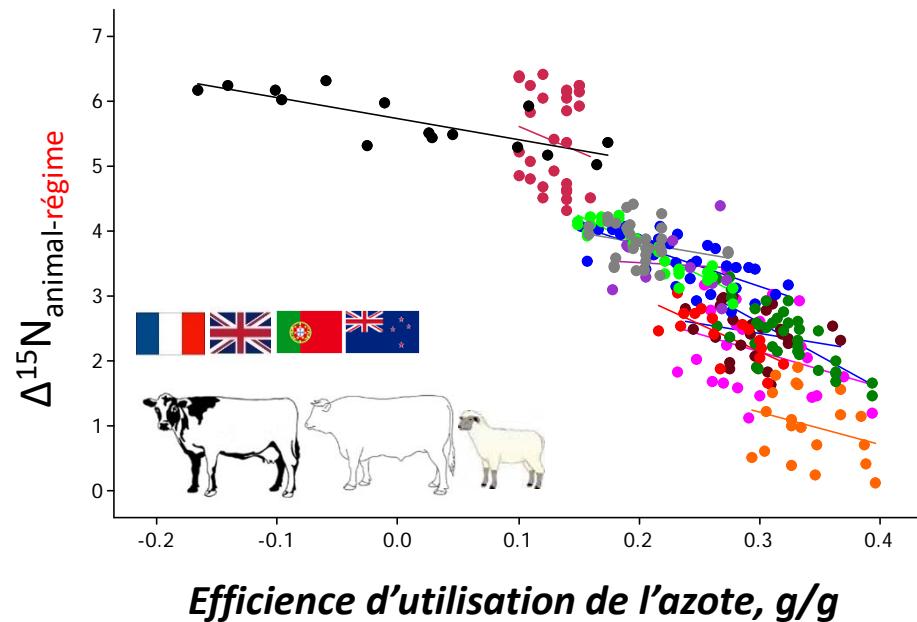
- Les protéines animales sont naturellement plus enrichies en ^{15}N lorsque la synthèse microbienne diminue

ABONDANCE ^{15}N ET EFFICIENCE PROTEIQUE

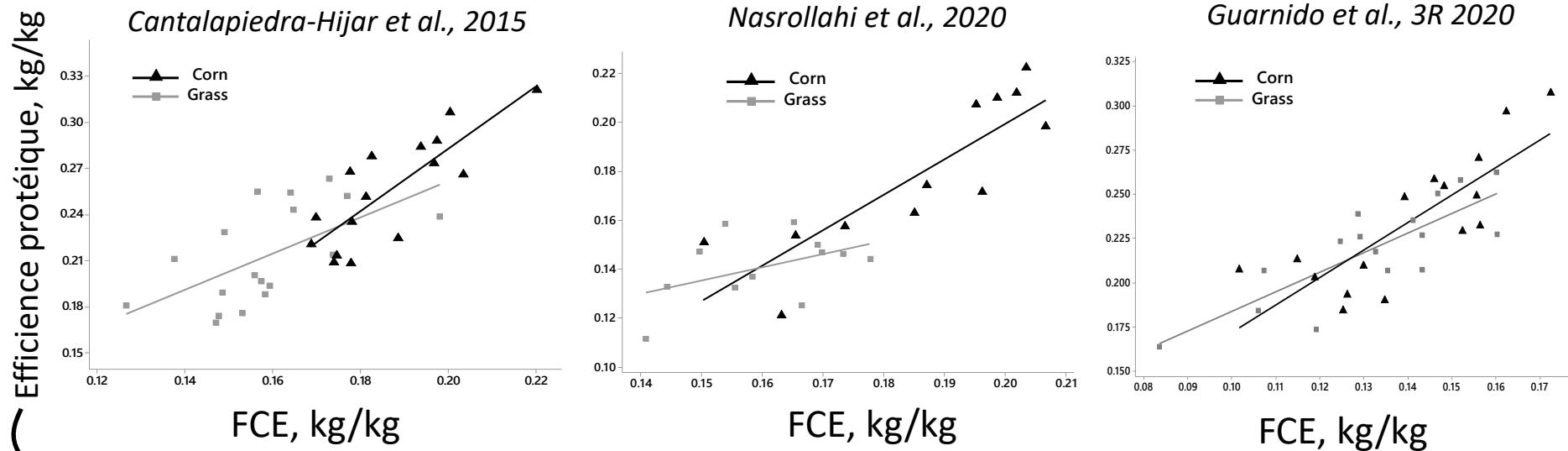
PREUVE DE CONCEPT



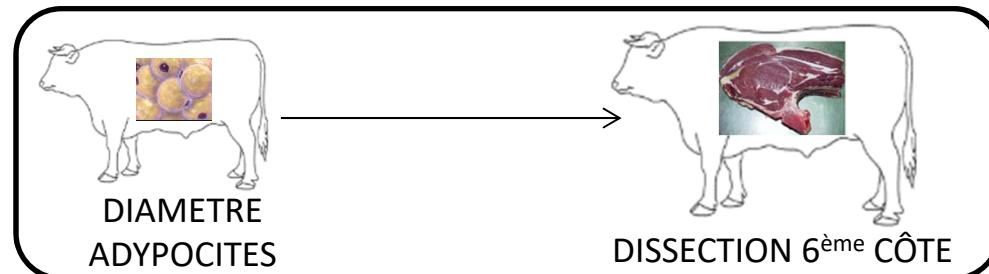
CONFIRMATION PAR META-ANALYSE



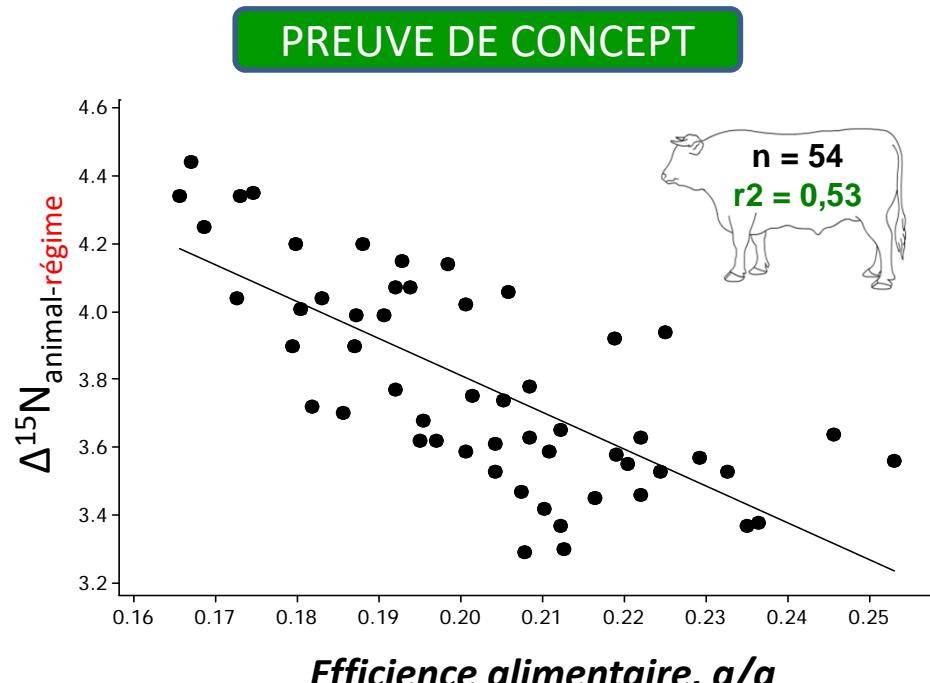
LIEN EFFICIENCE ALIMENTAIRE VS PROTEIQUE



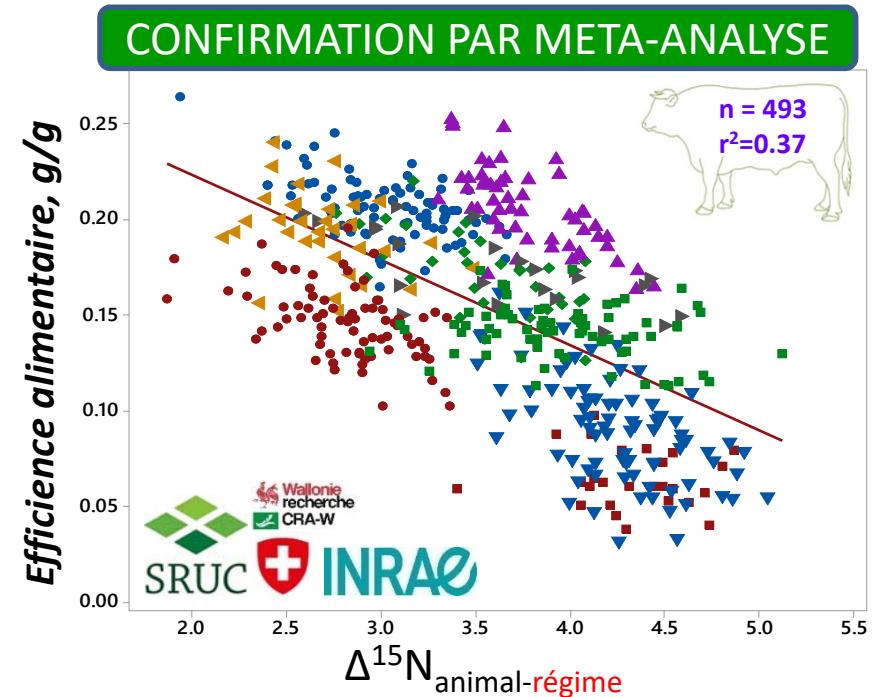
RETENTION PROTEIQUE
ESTIMEE



ABONDANCE ^{15}N ET EFFICIENCE ALIMENTAIRE

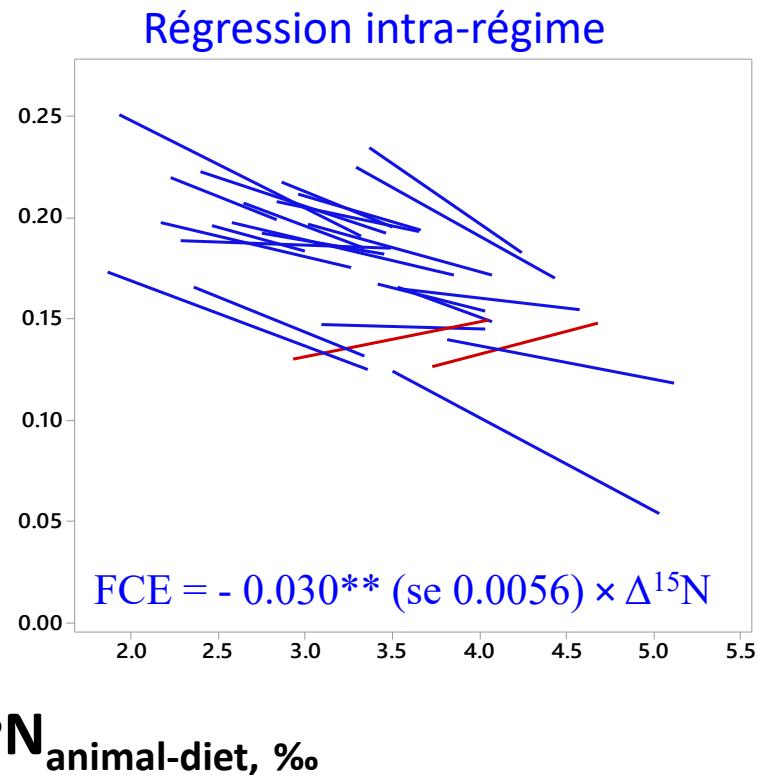
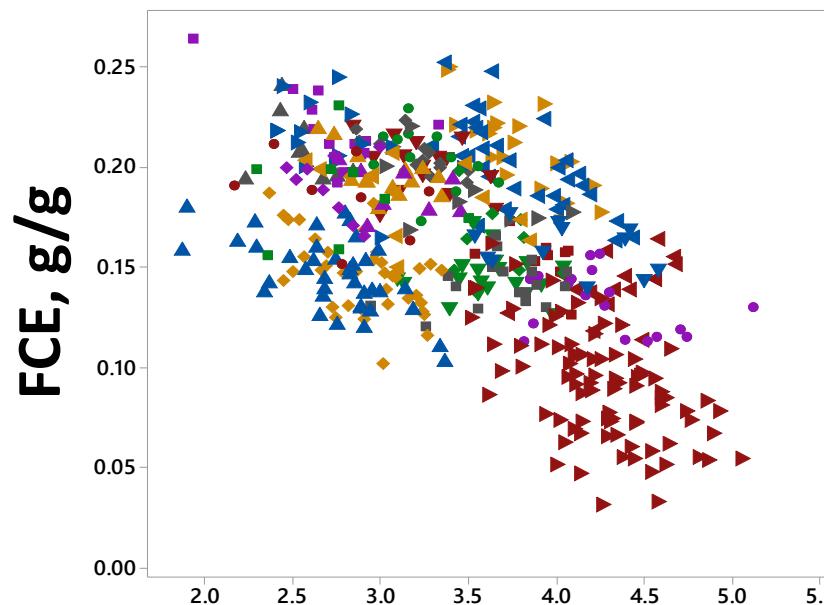


Meale et al., 2017

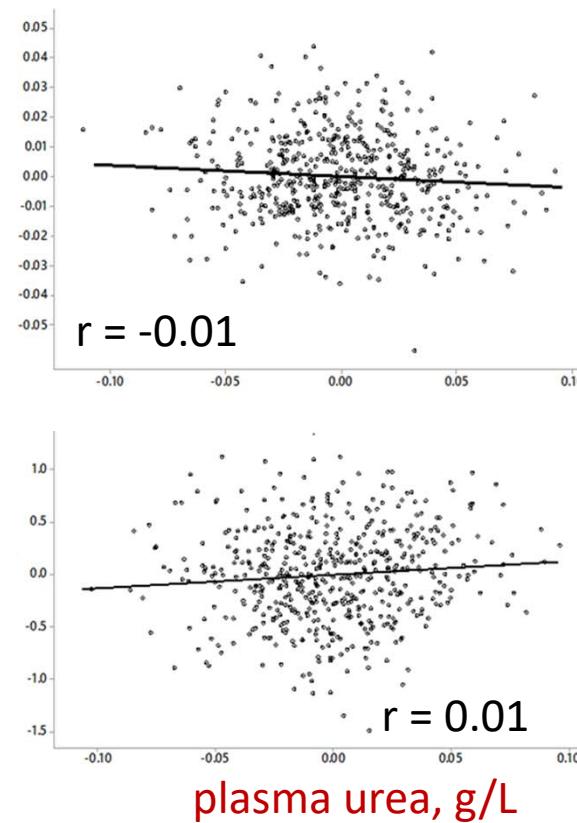
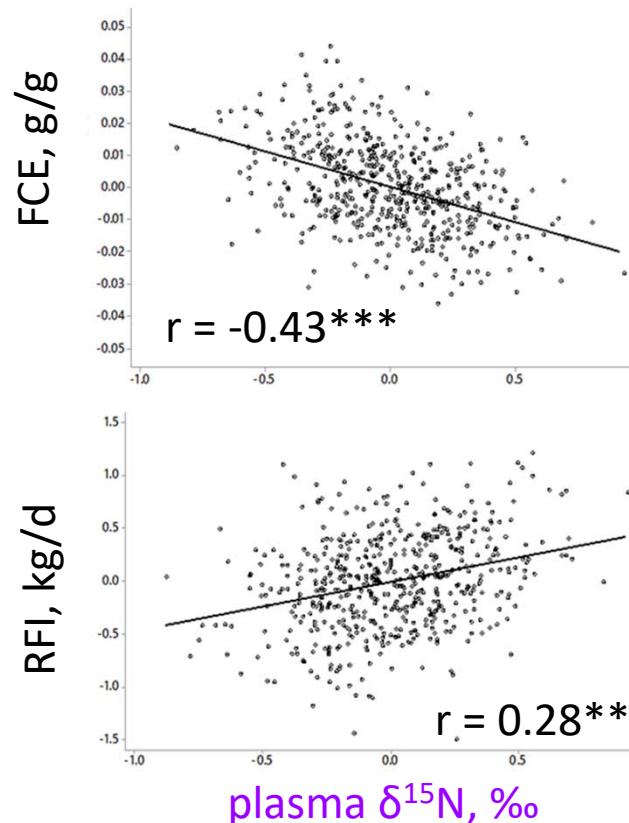


Cantalapiedra-Hijar et al., EAAP2020

ABONDANCE ^{15}N ET EFFICIENCE ALIMENTAIRE

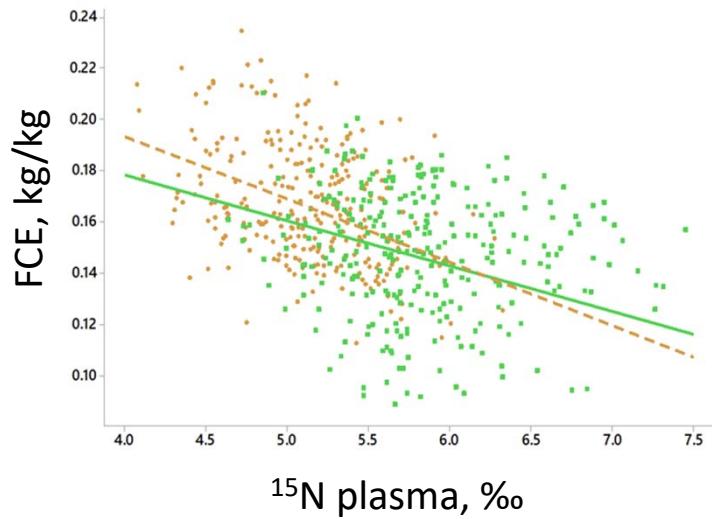


VARIABILITE INDIVIDUELLE DE L'EA: **15N** vs UREE



Thèse Pablo Guarnido

UNE RELATION SIGNIFICATIVE ENTRE ^{15}N ET EAMAIS DIFFERENTE SELON LA NATURE DU REGIME

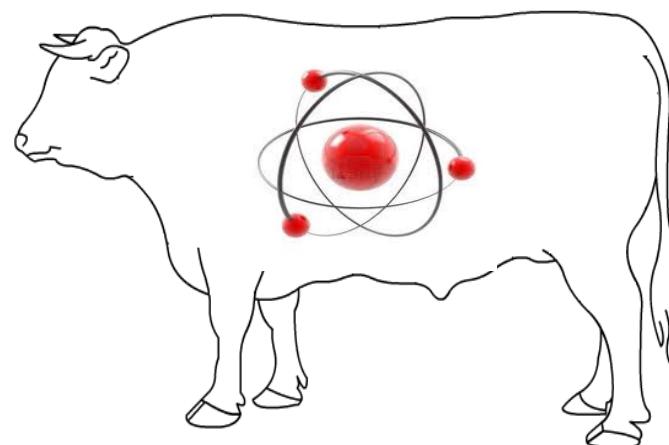


| FCE | Model | |
|-------|-------------------------|---|
| | Intercept | Slope |
| HERBE | $0.249 \pm 0.017^{***}$ | -0.017^a ± 0.002^{***} |
| MAÏS | $0.292 \pm 0.015^{***}$ | -0.024^b ± 0.002^{***} |

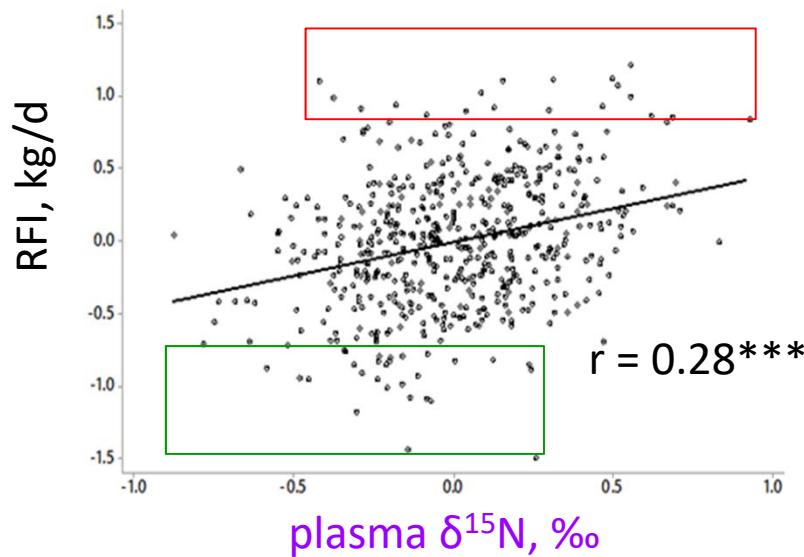


Thèse Pablo Guarnido

LES ABONDANCES NATURELLE DE L'AZOTE 15N DANS DES ACIDES AMINES SPECIFIQUES

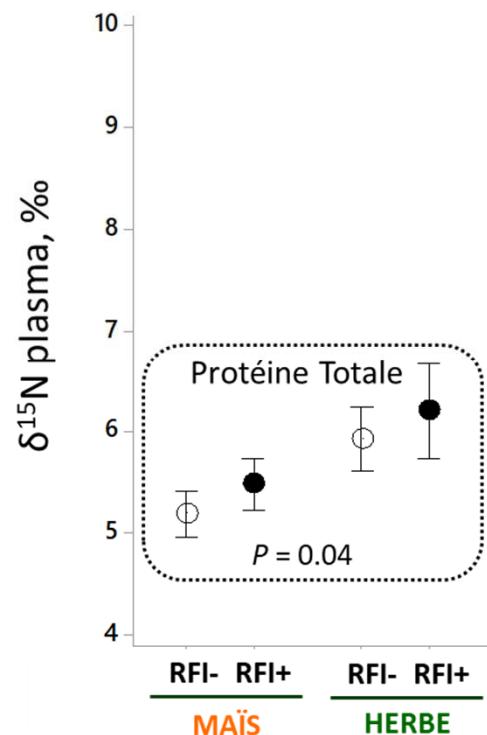


QUE SE PASSE-T-IL LORSQUE LES ABONDANCES ^{15}N SONT ANALYSES DANS DES ACIDES AMINES INDIVIDUELS???

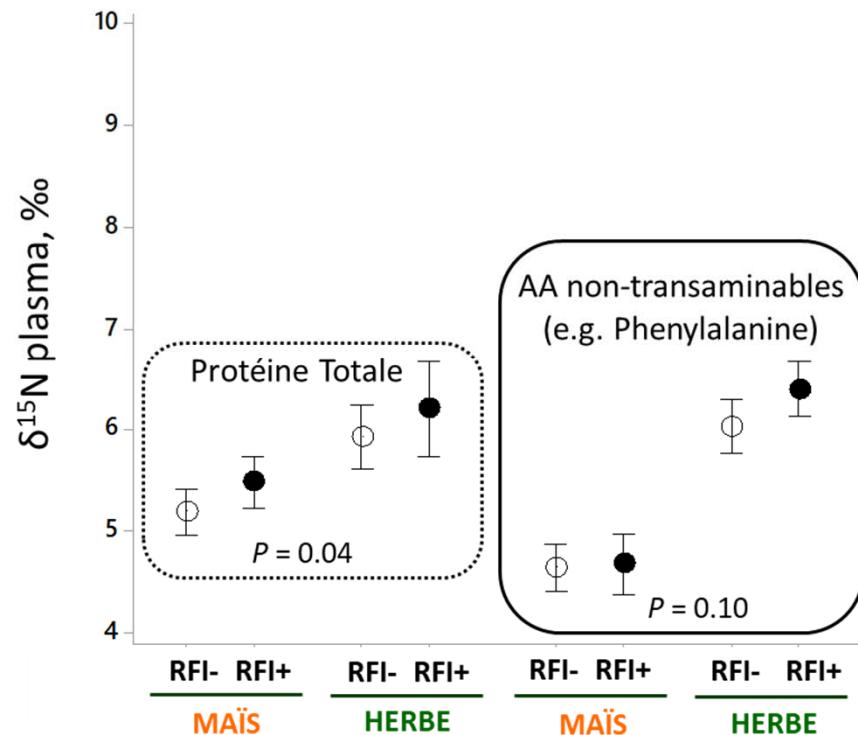


Les acides aminés constitutifs des protéines participent dans différents voies métaboliques selon leur nature et donc contiennent des informations isotopiques qui signent son comportement métabolique spécifique

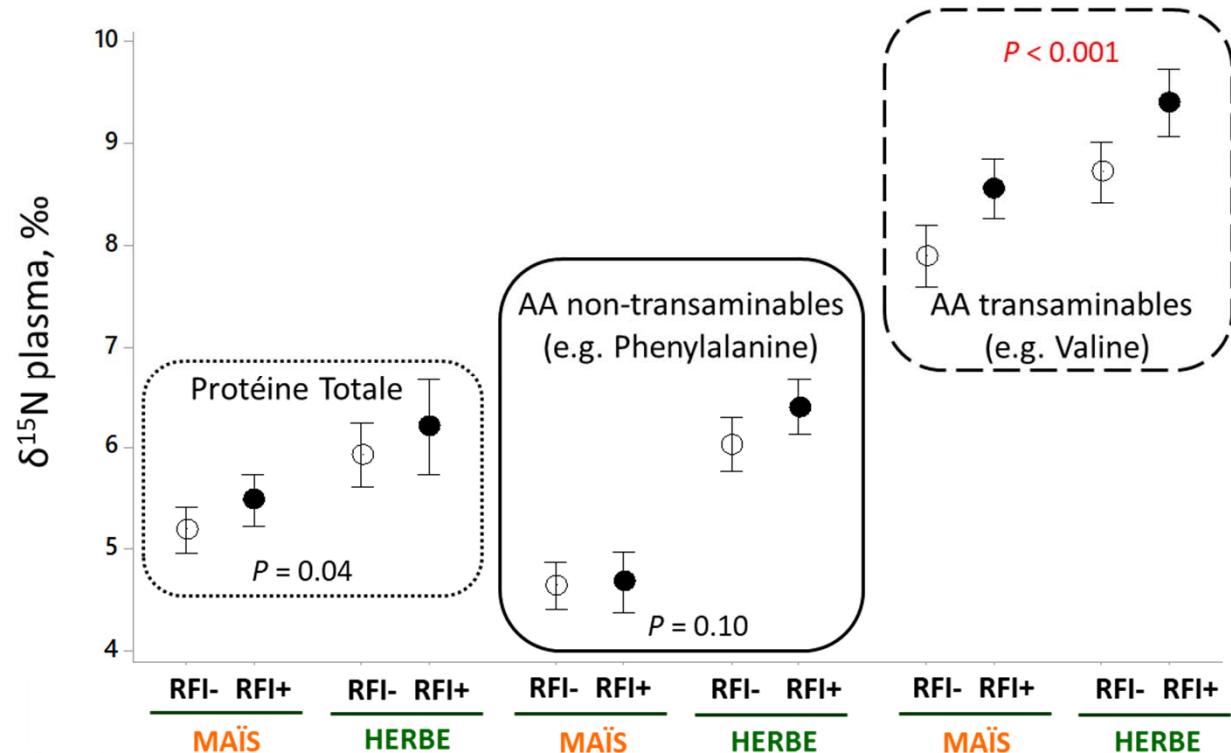
L'ABONDANCE PLASMATIQUE EN 15N DISCRIMINE LES EXTREMES RFI!



LES ACIDES AMINES QUI NE SUBISSENT PAS DES TRANSAMINATIONS NE SONT PAS AFFECTÉS



MOINS DE TRANSAMINATION CHEZ LES ANIMAUX EFFICIENTS!

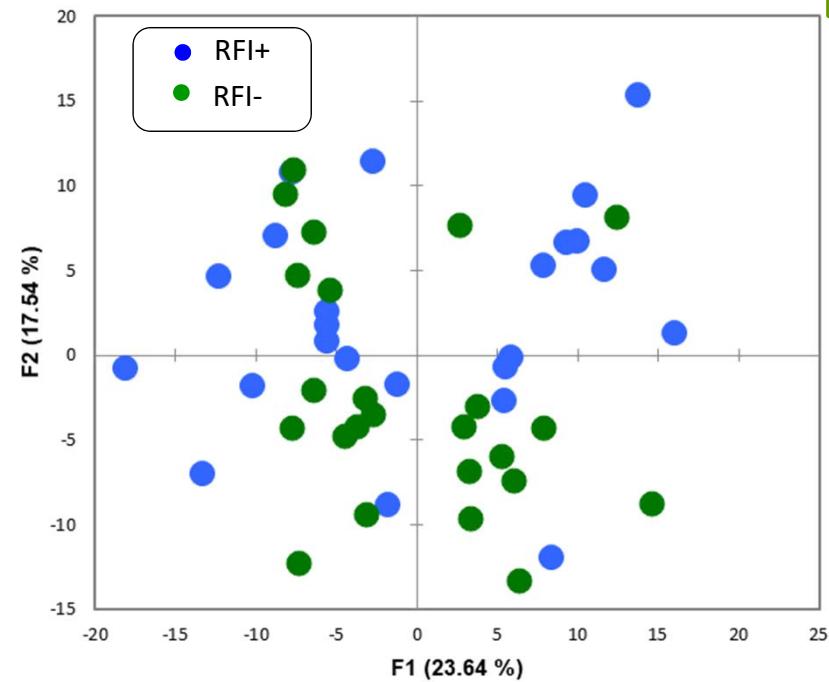
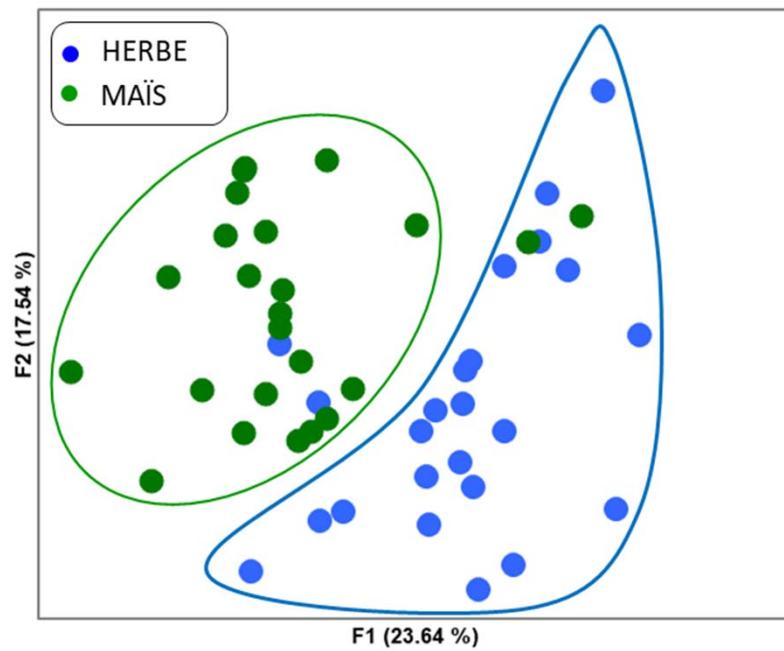




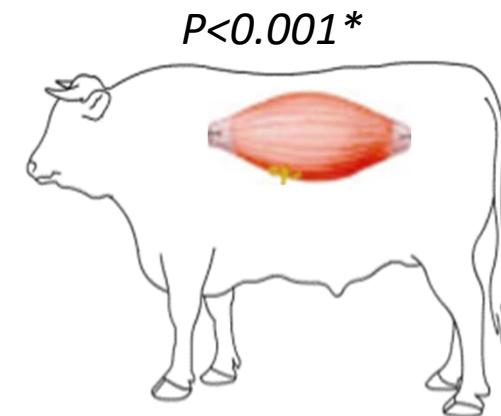
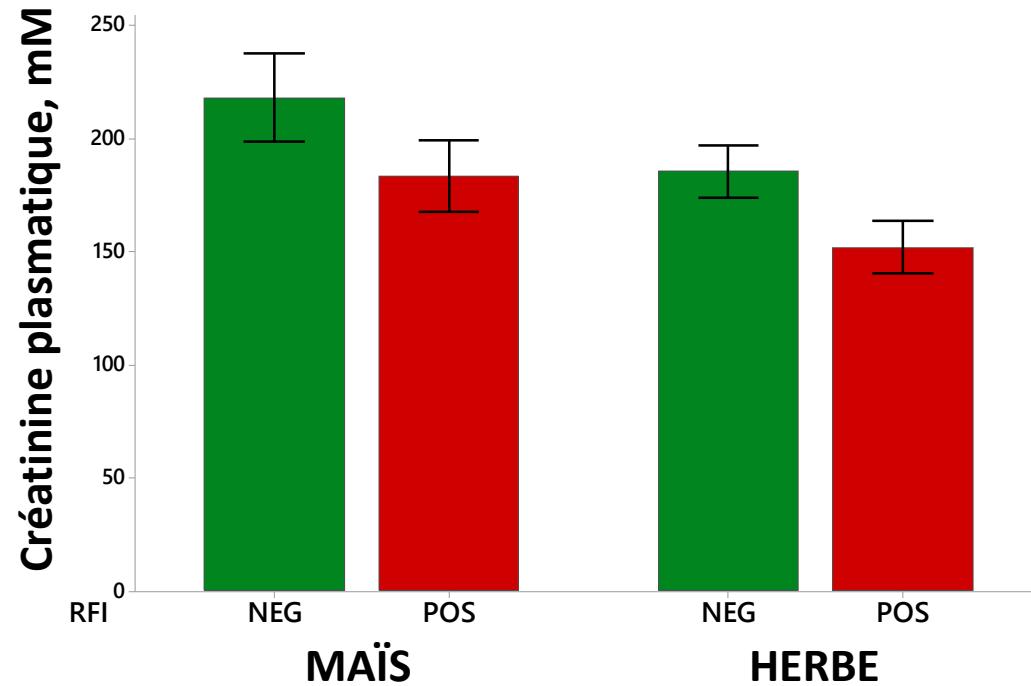
RECHERCHE DE BIOMARQUEURS PLASMATIQUE PAR UNE APPROCHE CIBLEE EN METABOLOMIQUE

BIOCRAVES
LIFE SCIENCES
The Deep Phenotyping Company

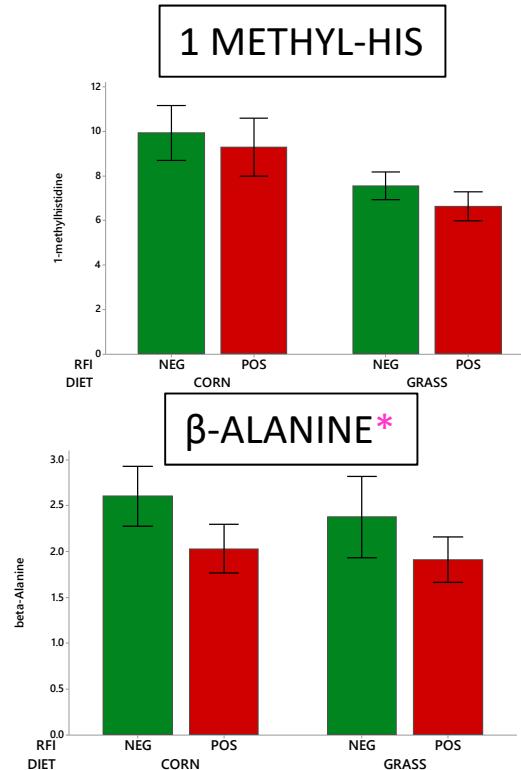
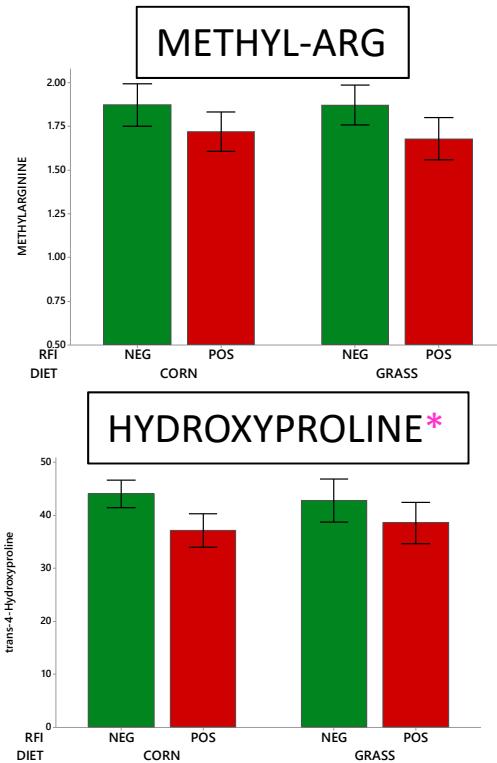
LE METABOLOME PLASMATIQUE EST FORTEMENT IMPACTE PAR LE REGIME MAIS TRES PEU MODIFIE PAR RFI



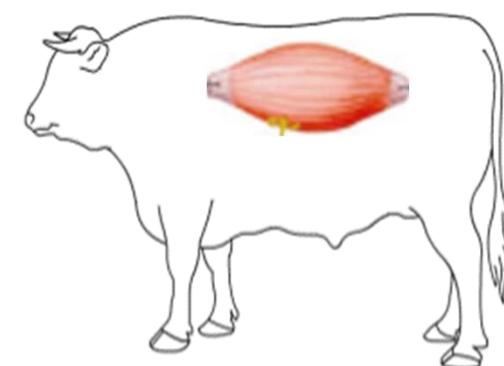
LES ANIMAUX PLUS EFFICIENTS ONT UNE MASSE MUSCULAIRE PLUS IMPORTANTE?



LES ANIMAUX PLUS EFFICIENTS ONT UNE MASSE MUSCULAIRE PLUS IMPORTANTE?



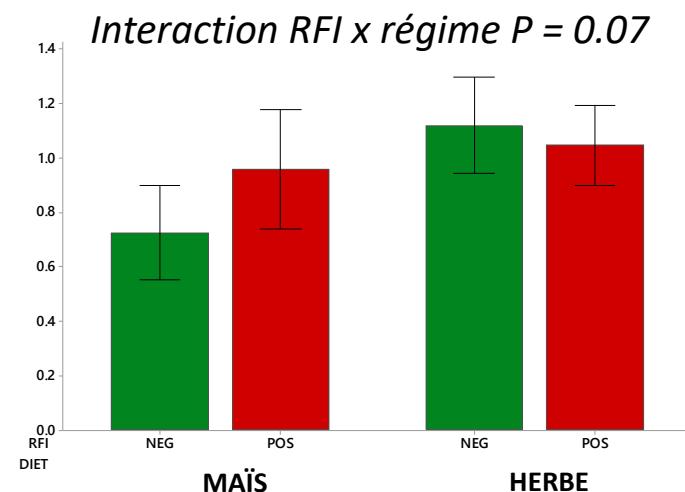
$0.001 < P < 0.10$



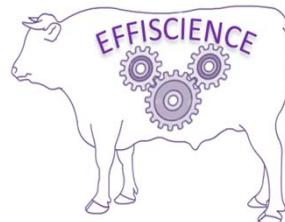
*Réseaux fermes
(Beefalim)*



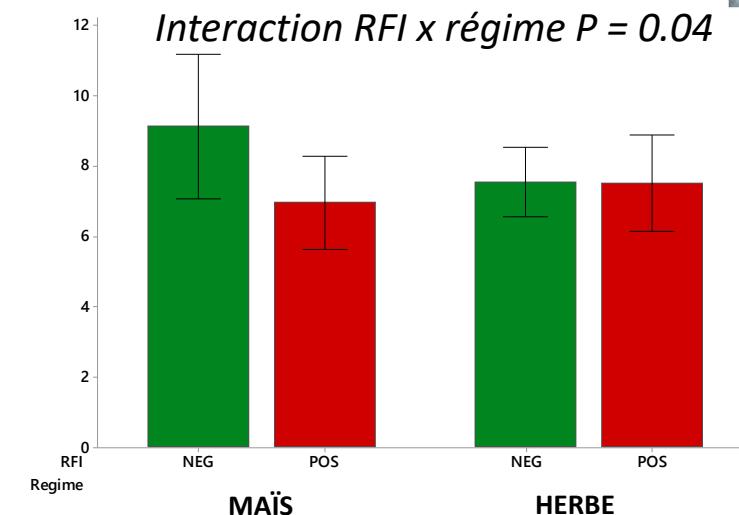
GRAISSE VISCERALE, %PV



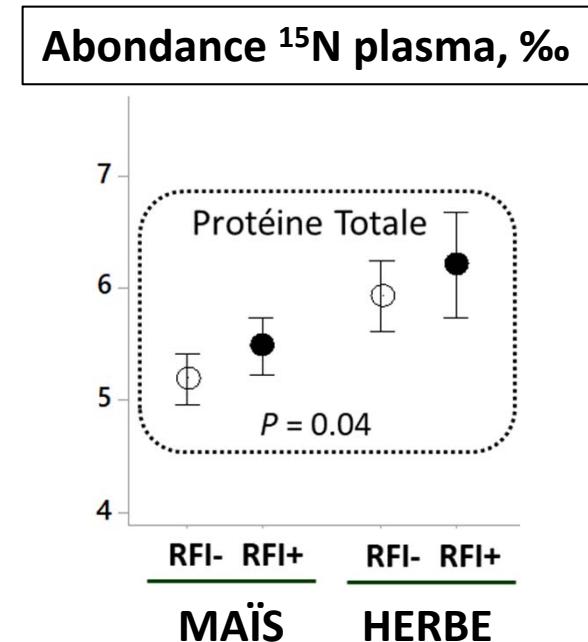
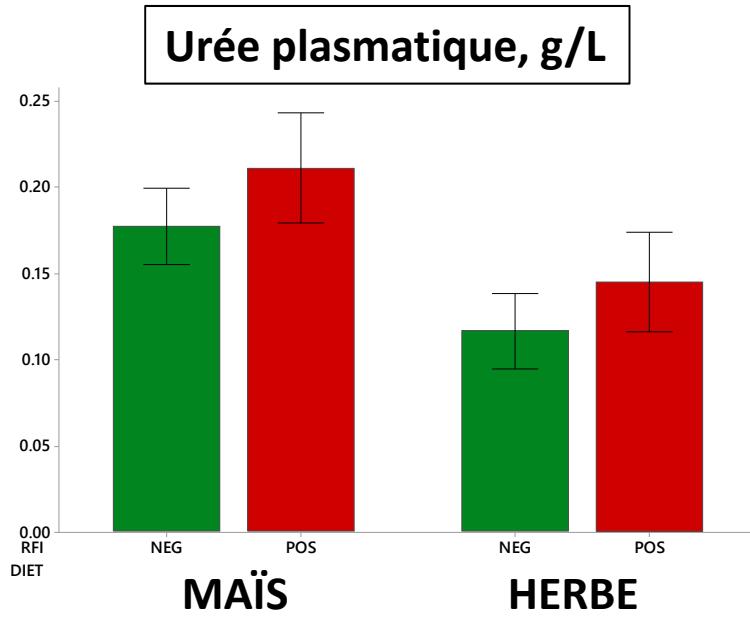
Expérimentation



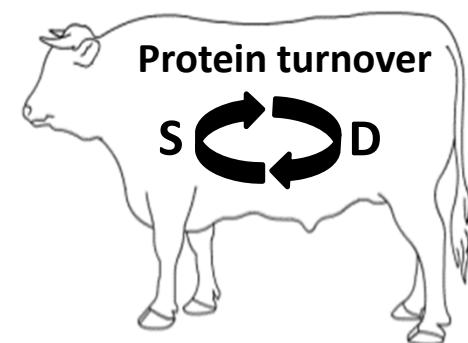
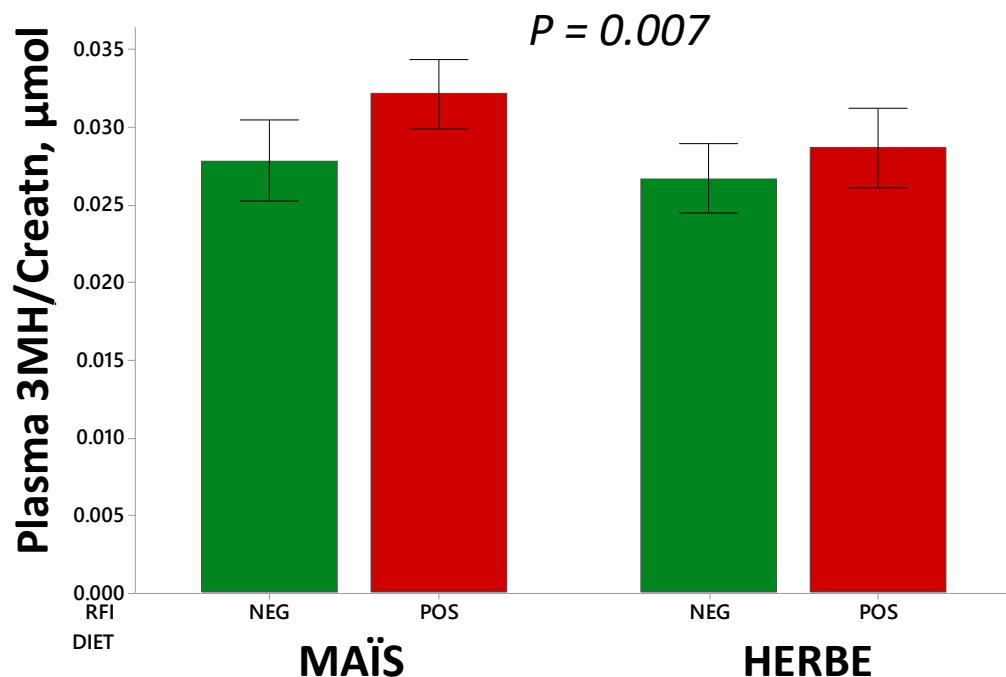
PROTEINE/GRAISSE CARCASSE



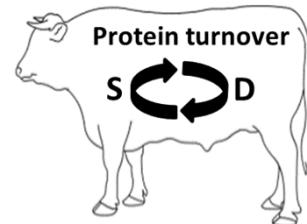
LES ANIMAUX LES PLUS EFFICIENTS UTILISENT MIEUX L'AZOTE ALIMENTAIRE



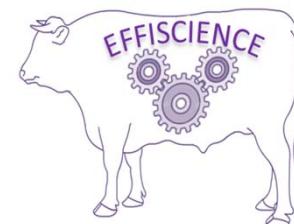
LES ANIMAUX PLUS EFFICIENTS MONTRENT UN TURNOVER PROTEIQUE PLUS FAIBLE



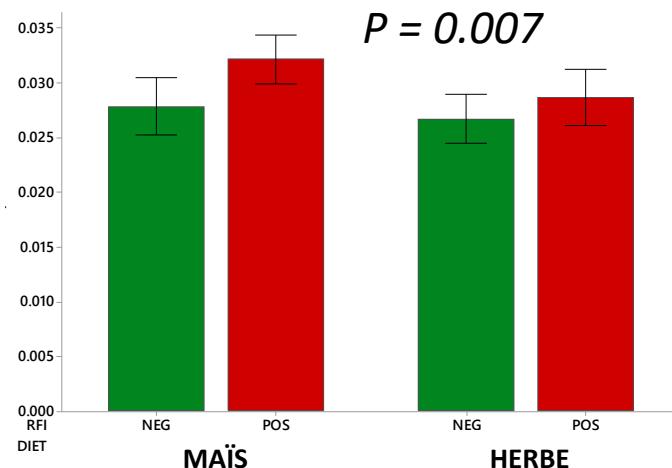
*Réseaux fermes
(Beefalim)*



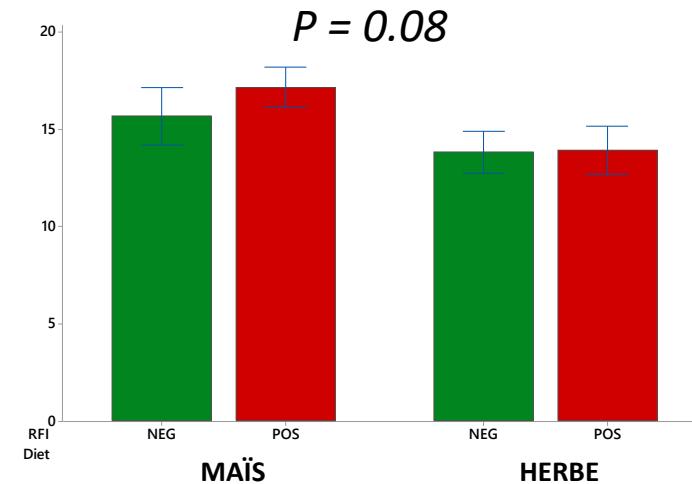
Expérimentation



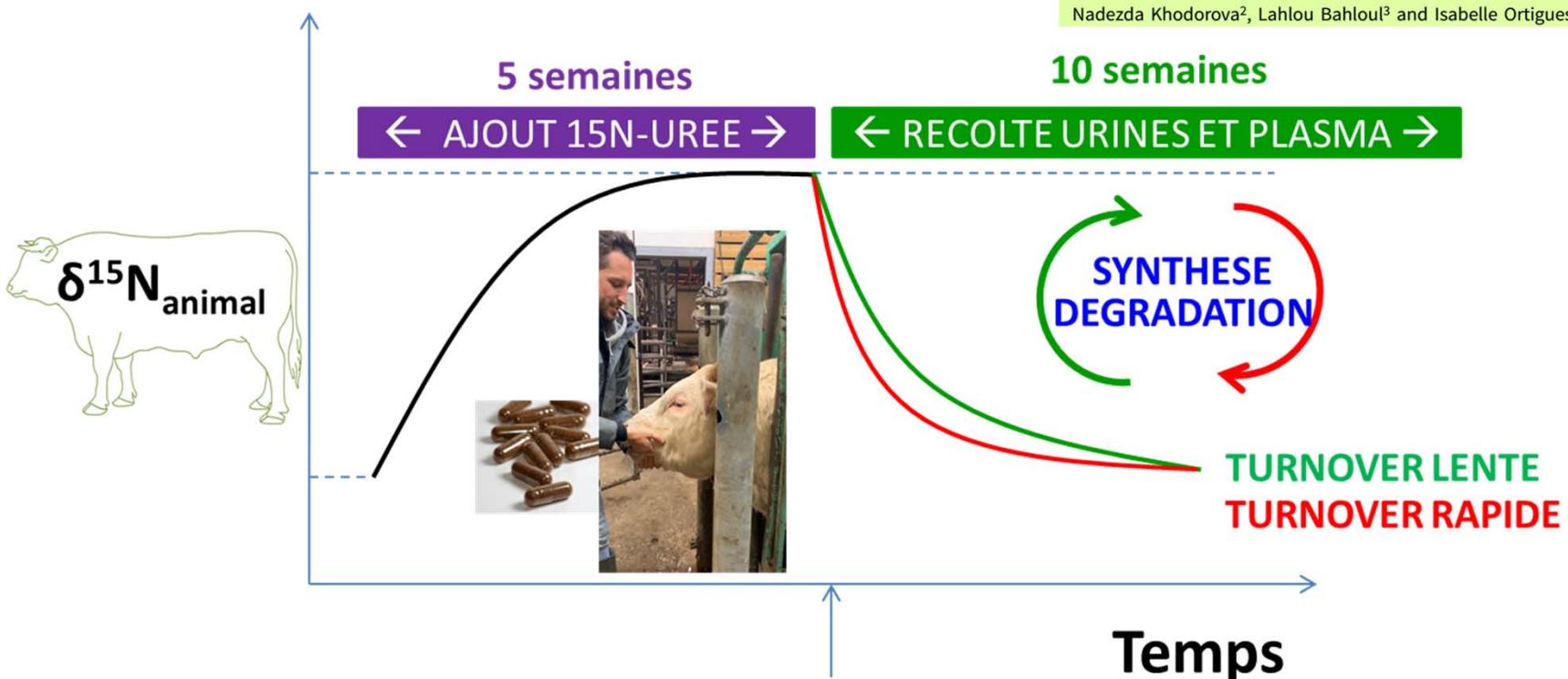
PLASMA 3MH/Creat



URINE 3MH/Creat



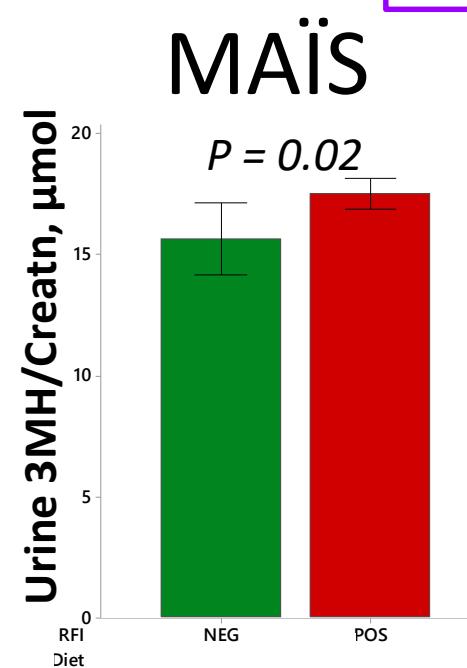
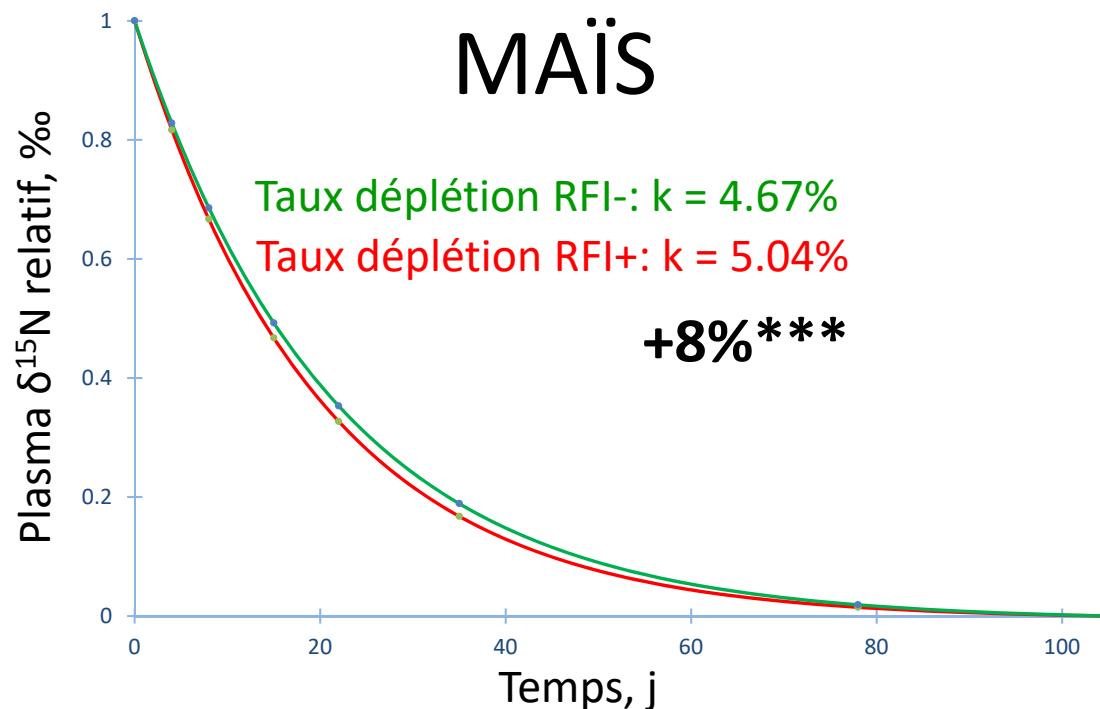
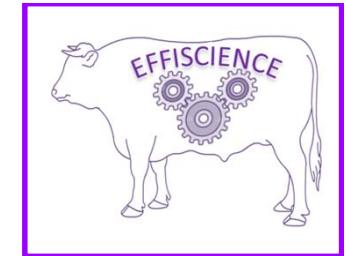
EVALUATION INDIRECTE DU TP



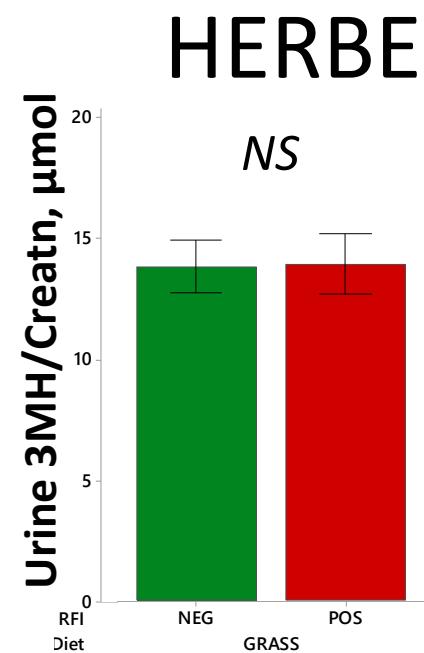
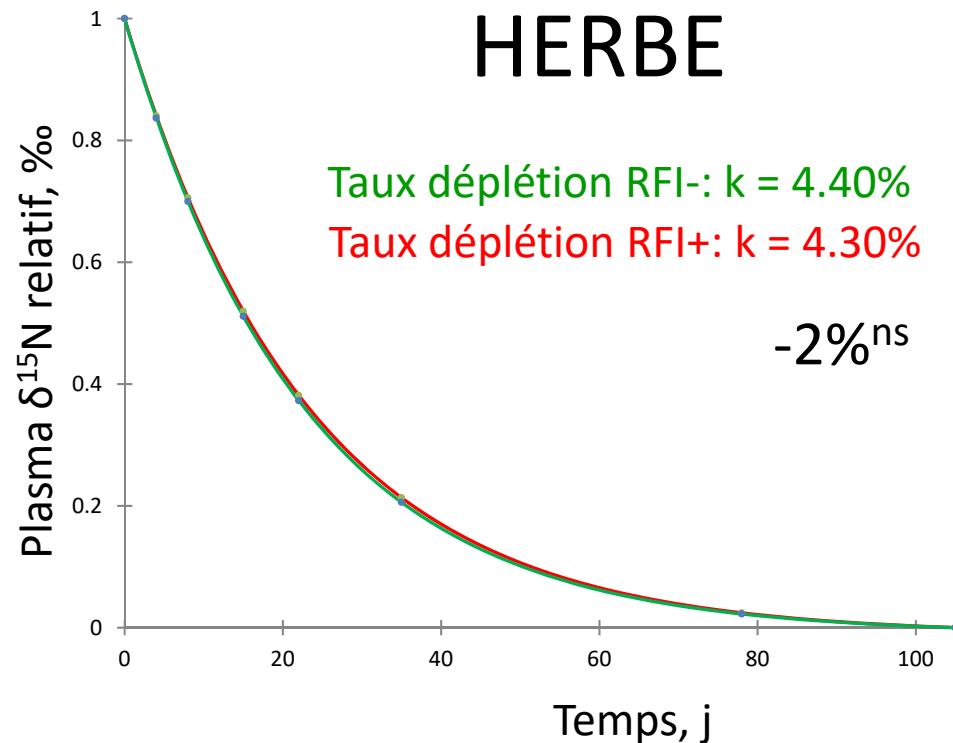
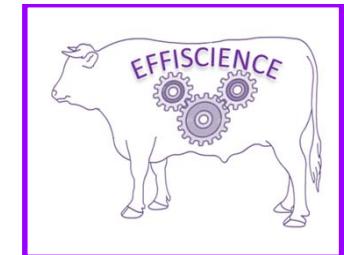
The isotopic nitrogen turnover rate as a proxy to evaluate in the long-term the protein turnover in growing ruminants

Gonzalo Cantalapiedra-Hijar¹, Hélène Fouillet², Céline Chantelauze¹, Nadezda Khodorova², Lahlu Bahloul³ and Isabelle Ortigues-Marty¹

RATION MAIS : TAUX DE SYNTHESE ET DEGRADATION PROTEIQUE PLUS FAIBLE CHEZ LES EFFICIENTS



RATION HERBE: PAS DE DIFFERENCES DANS LA SYNTHESE ET DEGRADATION PROTEIQUE ENTRE GROUPES RFI



DETERMINANTS DE RFI COMMUNS ET REGIME-DEPENDANTS

COMMUNS

- ***Higher N use efficiency in low RFI***
- ***Higher muscle mass in low RFI?***
A confirmer avec rations cellulosiques
- ***Lower protein turnover in low RFI?***
A confirmer avec rations cellulosiques

REGIME DEPENDANT

Strong RFI x DIET interaction for key metabolites

EN COURS DE DEPOUILLEMENT....

La part du métabolisme protéique et composition corporelle dans les variations RFI semble être très importante chez des animaux recevant des régimes denses en énergie mais moins importante avec des régimes riches en fibre (hypothèse en cours de vérification)

MERCI DE VOTRE ATTENTION

