



# Mesure de l'ingestion des fourrages chez le ruminant

---

Yves Beckers

Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)  
Université de Liège (ULg, Belgique)  
[yves.beckers@ulg.ac.be](mailto:yves.beckers@ulg.ac.be)

Université  
de Liège



# Pourquoi mesurer l'ingestion ?

---

- Comprendre les mécanismes qui gouvernent l'ingestion des aliments chez le ruminant
  - Satiété physique vs chimique
  - 1 kg MS d'un fourrage X  $\neq$  1 kg d'un fourrage Y
- Calculer un régime alimentaire équilibré
  - Fourrages et aliments concentrés
  - Mécanismes de la substitution
- Piloter les performances animales au pâturage
  - Disponibilité alimentaire
  - Charge animal, temps de séjour, ...

## Où et chez qui mesurer l'ingestion ?

---

- Où ?
  - Ingestion au pâturage
  - Ingestion à l'étable
- Chez qui ?
  - Ingestion individuelle
  - Ingestion du troupeau



# Ingestion à l'étable

---

- Méthode gravimétrique
  - Manuelle
  - Automatisée
- Ingestion *ad libitum*
  - Variabilité journalière
  - Refus obligatoire : minimum 10 % du distribué
  - Risque de tris à quantifier et à qualifier
- Ingestion d'aliments humides vs secs



## Ingestion à l'étable (2)

---

- Aliments humides conservés et secs
  - Relativement stables
  - ≠ Herbe pâturée
- Aliments humides frais
  - « Apporter » le pâturage à l'étable
  - Variables
  - Herbage poursuit sa croissance et son développement (effet saison)
    - Fauchage décalé pour disposer d'une herbe du même âge
  - 2 distributions ≠ rythme d'ingestion
  - Contamination par la terre

## En station, à l'étable ...

---



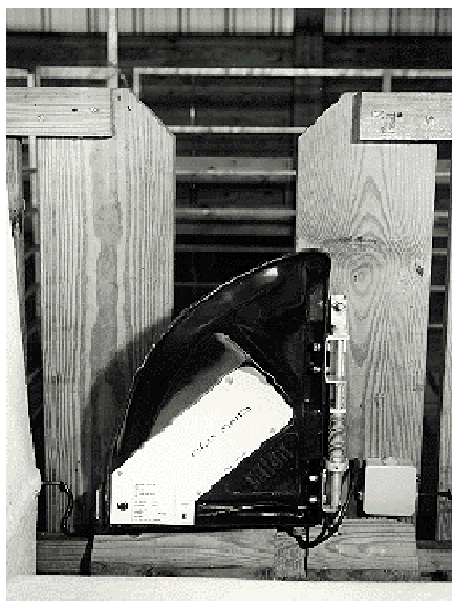
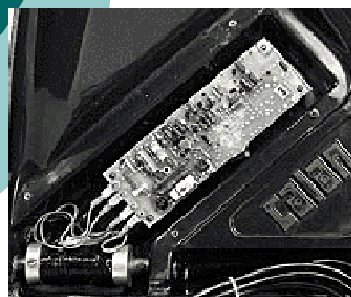
## En station, à l'étable ...

---



# Logement collectif, mesure individuelle

---







# RIC : Rouhage Intake Control

---



# RIC : Rouhage Intake Control

---





# Ingestion au pâturage

---

- Facteurs qui contrôlent l'ingestion
  - Animal
  - Fourrage
  - Environnement
- Au pâturage
  - Sélectivité du fourrage ingéré
  - Disponibilité du fourrage
- Multitude de techniques



# Comportement alimentaire

---

- Principe : l'ingestion est le produit du :
  - Temps de pâturage effectif
  - Nombre de bouchée par unité de temps
  - Poids d'une bouchée
- En pratique
  - Court terme (quelques minutes)
  - Besoin de systèmes automatisés

# Mesure des activités masticatoires

---





## Méthode des coupes ou des fauches

---

- Principe : ingestion est la différence entre
  - Quantité de fourrage avant le pâturage
  - Quantité de fourrage après le pâturage
- En pratique :
  - Précision des quantités de fourrages
  - Repousse du fourrage durant la période de mesure (point faible)
  - Perte de fourrage durant la période de mesure
  - Très pratiquée pour des durées de l'ordre de 1 jour

# Méthode des quadrats

---







# Méthode des coupes

---

- Coupe à l'entrée permet de déterminer la masse de fourrage disponible
  - Kg MS/ha
  - Kg MS/100 kg PV animal
- Coupe à la sortie permet de déterminer
  - La masse non consommée
  - L'efficacité du pâturage
    - Fourrage consommé/fourrage disponible



# Méthode des coupes

---

- Hauteur de coupe
  - Nature de l'information
    - Masse totale
    - Masse potentiellement exploitable
  - Bovin vs ovin
  - 5, 4 ou 0 cm par rapport au sol
- Coupe manuelle, motorisée, ...



# Méthode des coupes

---

- Précision de la méthode
  - Qualité de la coupe (même hauteur à l'entrée et à la sortie des animaux)
  - Hétérogénéité du parcours
  - Herbe contaminée par les fèces
  - Herbe couchée
  - Nombre et surface des coupes
    - 10 plots de 0,25 m<sup>2</sup>/ha
    - 2,5 m<sup>2</sup>/10 000 m<sup>2</sup> = 0,03 % !!!!
- Intérêt d'une méthode alternative
  - Hauteur et densité d'herbe
  - Calibration sur chaque site !



### Mise à l'herbe



**< 8 cm hauteur herbomètre  
hauteur de la cheville**

La mise à l'herbe doit intervenir avant que la hauteur d'herbe n'atteigne les 8 cm (hauteur cheville).

Les conditions de portance du sol et les accès aux parcelles ne doivent pas être négligés. On ciblera les parcelles portantes et abritées ainsi que les parcelles destinées à être retournées (RGI dérobé ou vieille pâture).

### Entrer dans une parcelle



**10-12 cm hauteur herbomètre  
hauteur du bas mollet**

Avec 10-12 cm, le stock d'herbe disponible pour le pâturage est alors de 1 à 1,5 t MS/ha.

Cette quantité d'herbe permettra de nourrir 30 vaches pendant trois jours en plat unique.

### Sortir d'une parcelle



**5 cm hauteur herbomètre  
hauteur du talon**

En système pâturage tournant, il convient de sortir les animaux lorsque la hauteur d'herbe est de 5 cm. Le pâturage ras permet d'augmenter le nombre de talles vertes et d'améliorer la qualité de l'herbe (MAT est digestibilité en hausse). Si la sortie des animaux se fait trop vite, on assiste à une baisse de la qualité des repousses des cycles suivants qu'il faudra corriger par une fauche ou par un passage d'animaux moins exigeant.

### Orienter vers la fauche



**15 cm hauteur herbomètre  
hauteur mi-mollet**

Le retrait d'une parcelle doit avoir lieu lorsque la hauteur d'herbe dépasse les 15 cm à l'herbomètre. A cette hauteur, le stock d'herbe sur pied est supérieur à 2 t MS.

Au-delà des 15 cm, on a une baisse de l'ingestion mais aussi une augmentation des pertes lors du pâturage. Il convient alors d'envisager une fauche.

# Méthode indirecte : l'herbomètre



<http://www.jenquip.co.nz/pasturemeter.htm> (01/04/2010)

<http://www.jenquip.co.nz/videos/pasture-meter.swf> (vidéo de démonstration)

**Filip's**  
**FOLDING PLATE PASTURE METER**  
 THE ONLY PASTURE METER DESIGNED WITH THE END USER IN MIND

Used for measuring the amount of pasture in your paddocks. The rising plate principle allows the meter to measure the average height of the pasture, allowing for any variations in pasture density. Readings can then be converted to an amount of Dry Matter (DM), ready for use in Feed Budgeting.

**Accurate:**  
Accuracy is second only to cutting, drying and weighing sample which is not practical in the farming situation

**Knob handle:**  
helps prevent rolling of the meter

**Sample counter:**  
adjustable position

**Stores easy:**  
meter folds in half

**All mechanical:**  
Simple and reliable. Can be used even in the rain

**Accumulative pasture counter**

**Removeable alloy plate**  
Easy to carry or store

**Repeatable results:**  
Each meter is hand-calibrated

Supplied with:

- bike bracket for storing the plate when removed from the meter
- all-weather note book
- comprehensive instruction manual and record sheets.

Options:

- storage tube
- pasture management software
- Special models

Manufactured by  
**JENQUIP**  
*Pace in the Field*

 A detailed diagram of the folding plate pasture meter. The meter consists of a vertical pole with a circular plate at the bottom. The pole has a knob handle at the top and a sample counter in the middle. The plate is made of alloy and is attached to the pole. The diagram shows the meter in its unfolded state, with the plate resting on the ground. Red arrows point from the text descriptions to the corresponding parts of the meter.

# Herbomètres



[www.meatandwoolnz.com/download\\_file.cfm/RD\\_Brief\\_137.pdf?id...f](http://www.meatandwoolnz.com/download_file.cfm/RD_Brief_137.pdf?id...f) (01/04/2010)

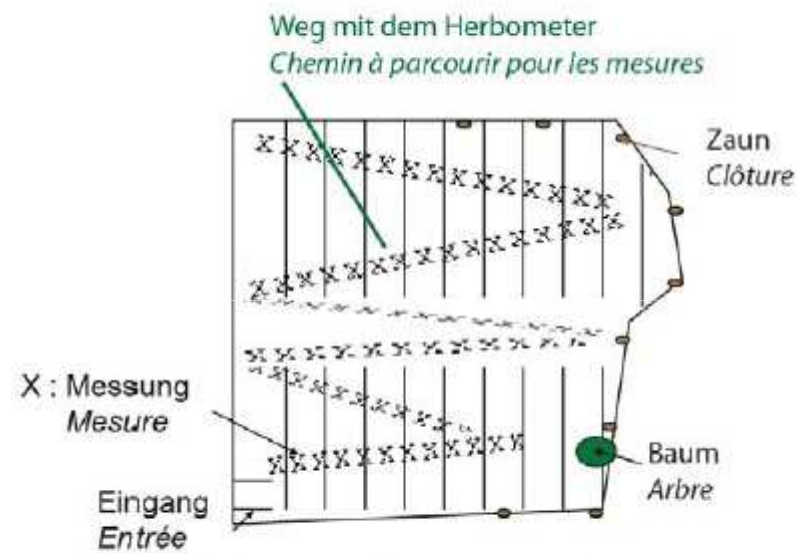


Delaby, 2006



[http://www.chambres-agriculture-picardie.fr/fileadmin/documents/publications/plaquettes/productions/fiches\\_herbe/HERBOMETRE\\_RECTO.pdf](http://www.chambres-agriculture-picardie.fr/fileadmin/documents/publications/plaquettes/productions/fiches_herbe/HERBOMETRE_RECTO.pdf) (01/04/2010)

# Méthode de l'herbomètre



Mindestens 15 Messungen pro ha  
Nach dem Zufallprinzip: alle 20 Schritte, verteilt über die ganze Parzelle  
Au minimum 15 mesures par ha,  
au hasard: Tous les 20 pas, bien réparties dans la parcelle

# Sward Stick : hauteur d'herbe

---



<http://www.jenquip.co.nz/swardstick.htm> (01/04/2010)



# Entrée et sortie de parcelle



# Entrée et sortie de parcelle

---



# Méthode des coupes

---

- Estimation de la repousse
  - Obligatoire si le temps de pâturage est supérieur à un jour
  - Modèles théoriques basés sur
    - La radiation MJ/jour/m<sup>2</sup>
    - L'efficacité d'utilisation de la radiation
  - Cages protégées
    - Fauchées à la sortie du pâturage
    - Croissance de l'herbe est fonction de la surface foliaire !

# Pasture cage ou cage protégée

---



[http://www.jenquip.co.nz/other\\_products.htm](http://www.jenquip.co.nz/other_products.htm) (01/04/2010)

# Mesure de la repousse

---



[http://www.adcf.ch/pdf/26juin07/09\\_pasto\\_veg.pdf](http://www.adcf.ch/pdf/26juin07/09_pasto_veg.pdf) (01/04/2010)

# Technique des marqueurs fécaux

---

- Principe

Ingestion = Quantité de fèces / (1-Digestibilité)

- Mesure de la quantité de fèces
- Mesure de la digestibilité du fourrage ingéré



# Mesure la quantité de fèces

---

- Collecte totale au pâturage
  - Laborieux
  - Contamination diverses
  - A qui appartiennent les fèces ?
    - Particules colorées par animal
  - Système embarqué (ex. mouton)

# Systeme embarqué

---





# Estimation des matières fécales

---

- Méthode des marqueurs indigestibles
  - $\text{Fèces} = [\text{Distribué}] / [\text{Fèces}]$
- Principaux marqueurs externes
  - $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , oxyde de titane, oxyde d'ytterbium
  - N-alcanes à chaîne paire de carbone

## Estimation des matières fécales (2)

---

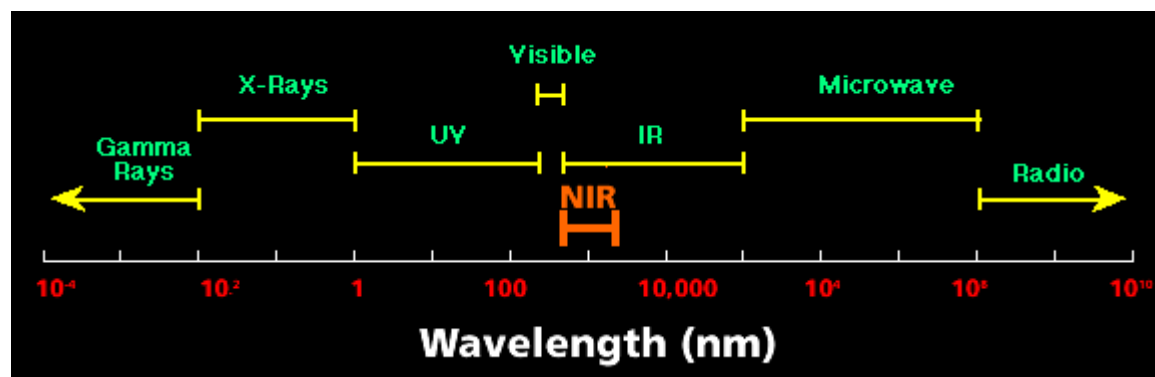
- En pratique :
  - Distribution(s) journalière(s) du marqueur vs capsule de largage
  - Taux de récupération du marqueur inférieur à 100 %
  - Fluctuation intra- et inter-journalière de la concentration du marqueur dans les fèces

# Mesure de la digestibilité du fourrage

---

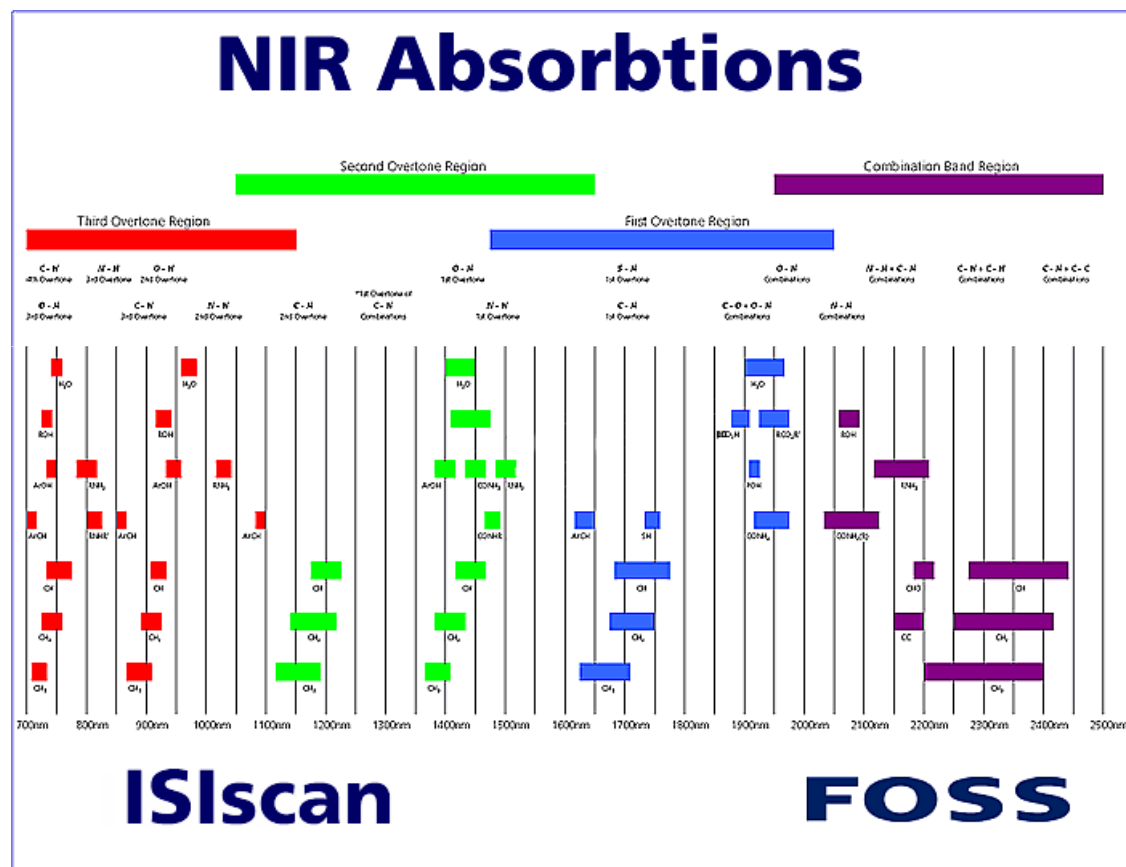
- Régression sur base de la composition chimique
- Méthodes *in vitro*
- Méthodes *in vivo*
- Méthodes des marqueurs internes
  - $\text{Dig} = \{[\text{Fèces}] - [\text{Fourrage}]\} / [\text{Fèces}]$
  - Lignine, ADF indigestible
  - Cendres insolubles dans l'acide
  - N-alcanes à chaîne impaire de carbone
- Echantillon représentatif du fourrage ingéré
  - Canule à l'œsophage
  - Méthode du berger ...

# Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS)



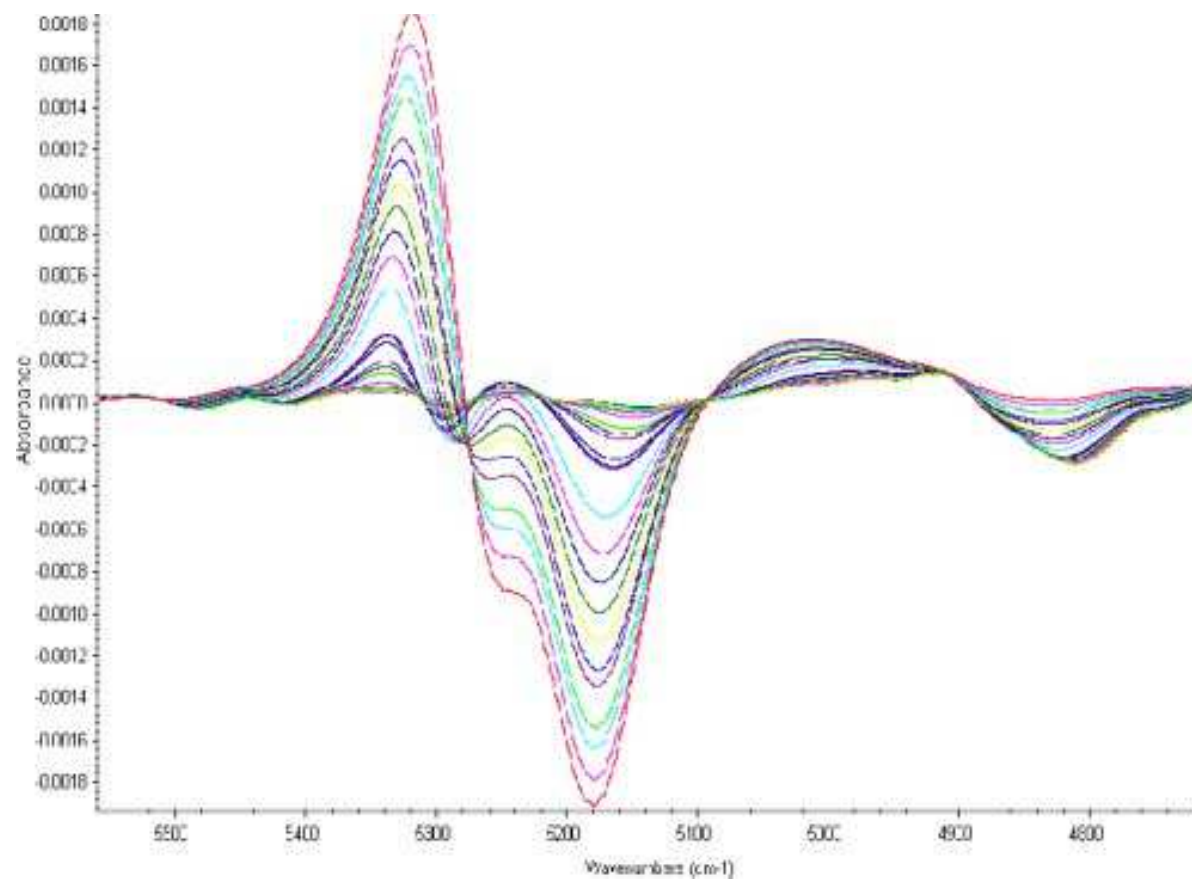
[http://www.winisi.com/NIRS\\_theory.htm#](http://www.winisi.com/NIRS_theory.htm#) (12 avril 2010)

# Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS) (2)



# Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS) (3)

---





## Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS) (4)

---

- Application de la spectrométrie pour mesurer l'ingestion au pâturage
  - Decruyenaere *et al.* (2009). Evaluation of green forage intake and digestibility in ruminants using near reflectance spectroscopy (NIRS) : Developing a global calibration. *Animal Feed Science and Technology* **148**:138-156.

## Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS) (5)

---

- Decruyenaere *et al.* (2009)
  - 1000 données d'ingestion, de digestibilité MO et de fèces sur mouton en cage à métabolisme
  - Graminées et légumineuses
  - Spectre NIRS des fèces séchées et broyées
  - Développement d'équations de calibration



## Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS) (6)

---

- Decruyenaere *et al.* (2009)
  - Plage de variation des données de référence :
    - DMO : 0,528 à 0,923
    - MAT : 45 à 242 g/kg MS
    - CB : 168 à 355 g/kg MS
    - CT : 74 à 143 g/kg MS
    - Ingestion : 40 à 70 g MO/kg PM

# Mesure du spectre infrarouge des fèces (NIRS) (7)

---

- Decruyenaere *et al.* (2009)
  - Equations de prédiction sur fèces
    - DMO :  $R^2 = 0,92$  et  $SECV = 0,021$
    - MO ingérée :  $R^2 = 0,83$  et  $SECV = 4,53$
    - Régions spectrales : matières grasses
  - Equations de prédiction sur fourrages
    - DMO :  $R^2 = 0,86$  et  $SECV = 0,023$
    - MO ingérée :  $R^2 = 0,30$  et  $SECV = 7,47$
- Validation au pâturage
  - En cours et résultats positifs
  - A suivre et à implémenter ...

# Milieu homogène

---



# Milieu hétérogène

---





## Conclusions : mesure ingestion

---

- Etable
  - Le plus simple et le plus précis
  - Représentatif du pâturage ?
- Pâturage
  - Méthode des coupes
  - Technique des marqueurs
  - Spectre NIRS fèces
  - Ok en zone homogène
  - Ko en zone hétérogène ?