

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

*Université .IBN KHALDOUN TIARET*

*Faculté Des Science de la Nature et de la Vie*

*Département Des Sciences Agronomique*

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

*Pour l'obtention du diplôme de Master Académique*

*Domaine* : Sciences de la nature et de la vie

*Filière* : sciences agronomiques

*Spécialité* : Production animale

**Thème**

*Etude de la prévision de la valeur nutritive de quelques  
aliments utilisés dans l'alimentation des ruminants cas de la  
région de TIARET*

*Présenté et soutenu par :* *Belguendouz Abdelaziz*

*Benadda Hamida*

*Akari Nadjjet*

*Devant le jury :*

*Président* : Dr KOUADRIA Mustapha

*Promoteur* : Dr LOUACINI Brahim Kamel

*Examineur* : Pr GUEMOUR Djilali

*Année universitaire 2019-2020*

## *REMERCEMENTS*

*Avant tout, je remercie "ALLAH" le tout puissant qui m'a donné la force et la patience pour réaliser ce modeste travail, Tout en l'implorant à ce que cette pandémie disparait.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à notre encadreur de mémoire DR LOUACINI Brahim Kamel pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa rigueur, pour ses nombreux conseils MERCI*

*DR KOUADRIA Mustapha vous avez fait l'honneur d'accepter de présider le jury de mémoire, nous vous adressons DR KOUADRIA, l'expression de notre parfaite considération*

*PR GUEMOUR Djilali vous avez fait l'honneur d'examiner ce modeste travail. Nous vous adressons PR GUEMOUR, l'expression de notre parfaite considération.*

*Nous tenons à remercier l'ensemble des enseignants du département d'agronomie pour leur présence, leur disponibilité et surtout leur patience, durant notre cursus universitaire.*



*ABDELAZIZ*

*Grâce à la volonté divine ALLAH notre dieu tout puissant et bien veillant qui m'a permis  
d'achever et de présenter ce travail. Je dédie ce modeste travail*

*à MES CHERS PARENTS*

*Je vous remercie pour tout, j'ai Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur  
et longue vie*

*A MES CHERS ET ADORABLE FRERES ET SOEURS*

*MOHAMED YOUSSEF AHMED et ABDELILAH*

*AHLEM et AICHA*

*à MES AMIS DE TOUJOURS*

*BILAL ABEDO MOHAMED HOUCIN ET L'ARBI*

*Je dédie spécialement HAMIDA*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables  
que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail  
l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus  
sincère.*



*Je dédie ce travail....*

*Au bon dieu tout puissant, qui m'a inspiré qui m'a guidé  
dans le bon chemin*

*A mes très chers parents,*

*Vous présentez pour moi le symbole de la bonté par  
excellence, la source de la tendresse et l'exemple du  
dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager.  
Aucun mot ne saurait décrire mon immense amour,  
ma gratitude et ma profonde reconnaissance pour  
tous les sacrifices que vous avez consentis à mon  
égard, pour tous vos encouragements tout au long  
de mes années d'étude et pour la confiance que vous  
savez en moi*

*Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je  
serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour  
rester votre fierté et ne jamais vous décevoir.*

**MES FRÈRES**

*ALI, ABDELRAHHMEN les mots ne suffisent  
guère pour exprimer l'attachement, l'amour et  
l'affection qui je porte pour vous. Je vous dédie ce  
travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et  
de réussite.*

**À MES CHÈRES PETITS NEVEUX ET  
NIECES**

**BRAHIM, NADIR, SIRADJ, MIRAL, ISLAM,  
SOHAIB, ARIDJE**

*Je dédie ce travail à mes amies NOURA, HANANE,  
HAMIDA, SIHEME, KHADIDJA,  
ASMA, ZAHIA*

**NADJET**



*Je dédie ce mémoire ...*  
**À MES CHERS PARENTS**

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

**À MA GRAND MÈRE CHÈRE**

*Qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur dans les deux vies*

**À MES CHERS ET ADORABLE FRÈRES ET SŒURS**

*NOURA, la prunelle de mes yeux, HABIBA, la douce, au cœur si grand, FATIMA l'aimable, KHALED le généreux, ABDEL KADER mon grand frère que j'adore, MOHAMMED et OUSSAMA, Que j'aime profondément. En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protégez et vous garde.*

**HAMIDA**



## **Etude de la prévision de la valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans l'alimentation des ruminants cas de la région de TIARET**

### **Résumé**

L'objectif de l'étude consiste à la prédiction de la valeur nutritive des aliments que compose la ration de la région de TIARET, avec un nouveau système (INRA, 2018).

Une comparaison de la prédiction de la valeur nutritive a été réalisée entre l'ancien système

(INRA, 1988 ; INRA, 2004 ; INRA, 2007) au système (INRA, 2018). En plus ce système permet de prédire les émissions de méthane et d'urines émises par les aliments. Les résultats sont en adéquation avec ceux de l'INRA 2018, les aliments grossiers ont connu une variation de l'ordre de 0.02 à 0.05UFL par rapport à ceux antérieurs à 2018. Pour les aliments grossiers, les valeurs PDI se rapprochent des valeurs PDIE du système (1988, 2007). La balance protéique du rumen est en déficit en azote dégradable pour le foin d'avoine-43g/kg de MS, la paille de blé dur -45g/kg de MS, l'herbe de printemps et le son de blé enregistrent un léger excès en azote dégradable +3g/kg de MS et 1.6g/kg de MS. Les émissions moyennes de méthane émises par les aliments grossiers et de concentrés par Kg de MS sont de 151 Kcal et de 316 Kcal respectivement. Le système (INRA, 2018) contient de nouveaux concepts qui permettent une diversité de réponses prédites afin de repenser les objectifs du rationnement.

**Mots clé :** (INRA, 2018), UFL, PDI, BPR, CH<sub>4</sub>,

## **Study of the prediction of the nutritional value of some feeds used in feeding ruminants in the TIARET region**

### **Summary**

The objective of the study is to predict the nutritional value of the foods in the ration of the TIARET region, with a new system (INRA, 2018).

A comparison of the nutritional value prediction was made between the old systems

(INRA, 1988; INRA, 2004; INRA, 2007) to the system (INRA, 2018). In addition, this system makes it possible to predict the emissions of methane and urine emitted by food. The results are in line with those of INRA 2018, coarse foods have experienced a variation of around 0.02 to 0.05UFL compared to those prior to 2018. For coarse foods, the PDI values are close to the PDIE values. System (1988, 2007). The rumen protein balance is deficient in degradable nitrogen for oat hay -43g / kg DM, durum wheat straw -45g / kg DM, spring grass and wheat bran register a slight excess in degradable nitrogen + 3g / kg DM and 1.6g / kg DM. The average methane emissions from coarse and concentrate foods per Kg of DM are 151 Kcal and 316 Kcal respectively. The system (INRA, 2018) contains new concepts that allow a variety of predicted responses in order to rethink the objectives of rationing.

**Key words:** (INRA, 2018), UFL, PDI, BPR, CH<sub>4</sub>,

## دراسة التنبؤ بالقيمة الغذائية لبعض الأعلاف المستخدمة في تغذية المجترات بمنطقة تيارت

### ملخص

الهدف من الدراسة هو التنبؤ بالقيمة الغذائية للأغذية في حصص منطقة تيارت بنظام جديد ( INRA، 2018).

تم إجراء مقارنة للتنبؤ بقيمة المغذيات بين النظام القديم (INRA، 1988؛ INRA، 2004؛ INRA، 2007) إلى النظام (INRA، 2018). بالإضافة إلى ذلك، يتيح هذا النظام إمكانية التنبؤ بانبعاثات غاز الميثان والبول المنبعث من الطعام. تتماشى النتائج مع نتائج INRA 2018، فقد شهدت الأطعمة الخشنة تبايناً يتراوح بين 0.02 و 0.05 UFL مقارنةً بالنتائج السابقة لعام 2018. بالنسبة للأطعمة الخشنة، تكون قيم PDI أقرب إلى قيم PDIE. النظام (1988، 2007). توازن بروتين الكرش ناقص في النيتروجين القابل للتحلل لقش الشوفان -43 غ / كغ قش القمح القاسي -45 كغ / كغ DM، سجل العشب الربيعي ونخالة القمح فائضاً طفيفاً في النيتروجين القابل للتحلل + 3 غ / كغ DM و 1.6 غ / كغ DM. متوسط انبعاثات غاز الميثان المنبعثة من الأطعمة الخشنة والمركبات لكل كغ من DM هو 151 كيلو كالوري و 316 كيلو كالوري على التوالي. يحتوي النظام (INRA، 2018) على مفاهيم جديدة تسمح بمجموعة متنوعة من الاستجابات المتوقعة من أجل إعادة التفكير في أهداف التقنين.

الكلمات المفتاحية: النظام القديم (INRA، 1988؛ INRA، 2004؛ INRA، 2007)؛ انبعاثات غاز الميثان .

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>1</i>	<i>superficies fourragères (unité : ha) et productions (unité : Qx) (MADR : 2016)</i>	<i>05</i>
<i>2</i>	<i>principes de calcul de la valeur des aliments</i>	<i>15</i>
<i>3</i>	<i>Données climatiques relatives à la région de Tiaret (source : station météorologique d'AIN BOUCHEKIF, Wilaya de Tiaret, 2014)</i>	<i>21</i>
<i>4</i>	<i>Composition chimique des aliments en (%) de MS et valeur nutritive en Kg de MS (Chemical composition of food % DM and nutritionnel value Kg (DM)</i>	<i>29</i>
<i>5</i>	<i>Prédiction de la valeur nutritive de chaque aliment</i>	<i>32</i>
<i>6</i>	<i>Nouvelles valeurs de besoins d'entretien (UFL/j/kg PM) pour femelles laitières ;</i>	<i>33</i>

## LISTE DES FIGURES

<i>Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>1</i>	<i>Composition des aliments</i>	<i>09</i>
<i>2</i>	<i>Prévision de la valeur énergétique des aliments</i>	<i>14</i>
<i>3</i>	<i>Les principales étapes de l'utilisation de l'énergie des aliments chez les ruminants</i>	<i>16</i>
<i>4</i>	<i>diagramme ombrothermique de la région de TIARET (1998-2008)</i>	<i>22</i>
<i>5</i>	<i>principales causes des interactions digestives</i>	<i>34</i>
<i>6</i>	<i>Emission de CH<sub>4</sub> et EU(kcal/kg MS)</i>	<i>35</i>

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

<b>AA :</b>	<b>Acides amines _</b>	
<b>AADI :</b>	<b>Acides aminés digestibles dans l'intestin</b>	<b>% PDI</b>
<b>AG :</b>	<b>Acides gras</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>AG abs :</b>	<b>Acides gras absorbés dans l'intestin grêle</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>AGD :</b>	<b>Acides gras digestibles</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>AGS :</b>	<b>Acides gras saturés _</b>	
<b>AGV :</b>	<b>Acides gras volatils _</b>	
<b>BPR :</b>	<b>BPRref Balance protéique du rumen ; de référence</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>CB:</b>	<b>Cellulose brute</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>dE :</b>	<b>Digestibilité apparente de l'énergie</b>	<b>%</b>
<b>dr (ou dr_N):</b>	<b>Digestibilité réelle de l'azote</b>	<b>%</b>
<b>DT (DT_N ; DT_Ami) :</b>	<b>Dégradabilité théorique ; de N Dégradabilité théorique calculée avec un taux</b>	
<b>EB :</b>	<b>Energie brute</b>	<b>kcal/kg MS</b>
<b>ECH<sub>4</sub> :</b>	<b>Energie du méthane</b>	<b>kcal/kg MS</b>
<b>ED :</b>	<b>Energie digestible</b>	<b>kcal/kg MS</b>
<b>EE :</b>	<b>Extrait étheré (matière grasse totale)</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>EM :</b>	<b>Energie métabolisable</b>	<b>kcal/kg MS</b>
<b>EN :</b>	<b>Energie nette</b>	<b>kcal/kg MS</b>
<b>ENL :</b>	<b>Energie nette pour la lactation</b>	<b>kcal ou Mcal</b>
<b>ENV :</b>	<b>Energie nette pour la production de viande</b>	<b>kcal ou Mcal</b>
<b>EU :</b>	<b>Energie urinaire</b>	<b>kcal/kg MS</b>
<b>NDF :</b>	<b>Fibre insoluble dans le détergent neutre</b>	<b>g/kg MS</b>

<b>NDFND</b>	<b>: Fibre insoluble dans le détergent neutre non digestible (fécales)</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>PANDI</b>	<b>: Protéines alimentaires non digestibles dans l'intestin (fécales)</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>PDI</b>	<b>: Protéines (alimentaires + microbiennes) digestibles dans l'intestin</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>PDIA</b>	<b>: Protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>PDIE</b>	<b>: Protéines digestibles dans l'intestin quand l'énergie limite la synthèse microbienne</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>PDIM</b>	<b>: Protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>PDIN</b>	<b>: Protéine digestible dans l'intestin quand l'N dégradable limite la synthèse microbienne</b>	
<b>MAND</b>	<b>: Matières azotées non digestibles (fécales)</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>MG</b>	<b>: Matières grasses</b>	<b>g/j</b>
<b>MM</b>	<b>: Matières minérales</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>MO</b>	<b>: Matière organique</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>MOF</b>	<b>: Matière organique fermentescible</b>	<b>g/kg MS</b>
<b>UE</b>	<b>: Unité d'encombrement</b>	<b>UF</b>
<b>UF</b>	<b>: Unité fourragère (énergie nette)</b>	<b>UF</b>
<b>UFL</b>	<b>: Unité fourragère lait (énergie nette pour la lactation)</b>	<b>UFL/kg MS</b>
<b>UFV</b>	<b>: Unité fourragère viande (énergie nette pour la production de viande)</b>	<b>UFV/kg MS</b>

## TABLE DES MATIERES

---

*Remerciement*

*Dédicace*

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

*Table des matières*

### CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>I. 1. Situation de l'alimentation animale en Algérie.....</b>	<b>4</b>
<b>I.1.1. Les ressources fourragères en Algérie.....</b>	<b>4</b>
<b>I.1.1.1. .Superficies fourragères en Algérie.....</b>	<b>4</b>
<b>I.1.1.2. Les principaux sous-produits .....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.1 .2.1.Les grignons d'olive.....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.1.2.2. Rebuts de dattes.....</b>	<b>7</b>
<b>I.2.La composition des aliments .....</b>	<b>8</b>
<b>I.2.1. La digestibilité : .....</b>	<b>9</b>
<b>I.2.2. Notion de valeur alimentaire.....</b>	<b>10</b>
<b>I.2.3. La valeur nutritive .....</b>	<b>10</b>
<b>I.2.4. La valeur azotée .....</b>	<b>10</b>
<b>I.2.5. La valeur énergétique .....</b>	<b>11</b>
<b>I.3. Facteurs de variation de la valeur alimentaire.....</b>	<b>11</b>
<b>I.3.1. Facteurs extrinsèques.....</b>	<b>11</b>
<b>I.3.1.1. La lumière .....</b>	<b>11</b>
<b>I.3.1.2. Humidité du sol et de l'air .....</b>	<b>12</b>
<b>I.3.2. Facteurs intrinsèques .....</b>	<b>12</b>
<b>I.3.2.1. Variation en fonction des stades d'exploitations.....</b>	<b>12</b>

I.3.2.2. Modes de conservation .....	12
I.3.2.3. Autres facteurs influençant la valeur alimentaire des fourrages .....	13
I.4. Estimation de la valeur nutritive.....	13
I.4.1. Estimation de la valeur énergétique .....	13
I.4.2. Estimation de la valeur azotée.....	13
I. 5. Principales avancées du modèle digestif de l'INRA 2018 .....	16
I.5.1. Emissions de méthane entérique .....	16
I.5.2. Pertes d'énergie urinaires .....	17
I.6. Synthèse du système INRA ,2018 et ses conséquences sur la valeur des aliments et des rations .....	17
<b>CHAPITRE II: PARTIE EXPERIMENTALE</b>	
<b>Objectif .....</b>	<b>20</b>
<b>II.1.Schéma expérimental .....</b>	<b>20</b>
<b>Les caractéristiques physicochimiques de chaque aliment.....</b>	<b>20</b>
<b>II.2.Matériel et méthodes .....</b>	<b>20</b>
<b>II.2.1.Situation de la région d'étude :.....</b>	<b>20</b>
<b>II.2.1.1. Situation géographique :.....</b>	<b>20</b>
<b>Relief .....</b>	<b>20</b>
<b>II.2.1.2. Caractéristiques climatologiques : .....</b>	<b>21</b>
<b>II.2.2.Matériel .....</b>	<b>22</b>
<b>II. 2.3.Méthodes .....</b>	<b>22</b>
<b>II. 2.3.1. Composition chimique des aliments .....</b>	<b>22</b>
<b>II.2.3.1.1.Teneur en matière sèche (MS).....</b>	<b>23</b>
<b>II.2.3.1.2.Détermination des cendres (MM) et de la matière organique (MO).....</b>	<b>23</b>
<b>II.2.3.1.3.Détermination de cellulose brute (CB) .....</b>	<b>24</b>
<b>II.2.3.1.4.Détermination de la matière azotée totale (MAT) .....</b>	<b>24</b>
<b>II.3.Principales équations pour déterminer la valeur nutritive des aliments (INRA ; 1988, 2007) et (INRA, 2018).....</b>	<b>25</b>
<b>II.3.1.1.Principe de la détermination de la valeur UFL (INRA, 1988.2004, 2007) .....</b>	<b>25</b>
<b>II.3.1.2.Principe de la détermination des valeurs PDI des aliments. (INRA, 1988.2004) .....</b>	<b>25</b>

<b>II.3.1.2.1. Le calcul de la valeur PDIA.....</b>	<b>26</b>
<b>II.3.1.2.1. Le calcul de la valeur PDIM.....</b>	<b>26</b>
<b>II.3.2.Calcul de la valeur des aliments pour les ruminants : équations de prévision (INRA, 2018).....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.2.1.Valeur énergétique .....</b>	<b>27</b>
<b>II.3.2.1.Valeur azotée.....</b>	<b>28</b>
<b>II.4.Résultats et discussion .....</b>	<b>29</b>
<b>II.4.1.Analyses chimiques des différents constituants des aliments n=2 : .....</b>	<b>29</b>
<b>II.4.1.1.Les aliments grossiers : .....</b>	<b>29</b>
<b>Le foin .....</b>	<b>29</b>
<b>La paille .....</b>	<b>30</b>
<b>Chaume .....</b>	<b>30</b>
<b>II.4.1.2.Les aliments concentrés .....</b>	<b>31</b>
<b>Son de blé .....</b>	<b>31</b>
<b>Mais .....</b>	<b>31</b>
<b>Prairie temporaire : .....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>37</b>
<b>Référence bibliographiques .....</b>	<b>39</b>
<b>Annexes</b>	

# **INTRODUCTION**

---

### *Introduction*

Les systèmes d'alimentation utilisés pour le rationnement des ruminants permettent de calculer les apports alimentaires, et les besoins des animaux, de telle manière que la ration soit iso énergétique et iso azotée. Dans le système proposé par (INRA, 1978, 1988, 2004, 2007 et 2011), il s'agit en particulier des unités d'encombrement (UE) pour l'ingestion, des unités fourragères (UF) pour l'énergie, des protéines et acides aminés digestibles dans l'intestin (PDI ; AADI) pour les protéines, et des minéraux absorbables (Ca abs, P abs).

Les nombreuses innovations dans le domaine de l'alimentation ont ouvert la voie à des recherches de plus en plus pointues. Le nouvel ouvrage de (l'INRA 2018) est bâti sur les solides fondations des versions précédentes citées ci-dessus, c'est un système largement rénové grâce à l'intégration de nouveaux concepts et dispose de fonctionnalités nouvelles pour le rationnement, à la fois en termes de champs d'applications, de diversité des réponses prises en compte, d'intérêt économique, environnemental, nutritionnel, et de santé animale. Il permet ainsi de repenser les objectifs de rationnement, d'évaluer et/ou d'anticiper les réponses multiples des animaux aux nouvelles pratiques alimentaires.

Ces principales avancées de (l'INRA 2018), montrent que la valeur alimentaire dans une ration n'est plus fixe, mais varie avec le niveau d'ingestion, le pourcentage de concentrés dans la ration et de la balance protéique du rumen...

IL faut le dire jusqu'à ce jour, les ouvrages de l'INRA antérieurs à 2018 utilisaient une équation globale de prédiction qui permettait de passer de l'énergie digestible à l'énergie nette qui contenait des erreurs dans la méthode et ne permettait pas de quantifier séparément les pertes d'énergie sous forme de méthane et d'urine par conséquent elle présentait une sérieuse limite dans la prédiction de la valeur alimentaire.

En plus avec le changement climatique (Gill et al, 2010 ; Gerber et al., 2013), il est opportun de connaître les émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) ; afin de développer des stratégies de réduction de ces émissions de gaz . L'atténuation efficace du méthane et l'estimation de ces émissions par ruminants nécessitent des outils de prédiction précis. (Sokratis et al, 2016). Sachant que la fermentation entérique entraîne l'émission quotidienne de 400 à 500 grammes de méthane par bovin.

Notre présente étude consiste à prédire la valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans les élevages de la région de TIARET à partir de leurs compositions chimiques (MS, MO, MM, MAT, CB), d'une part , de quantifier la quantité de méthane dégagée par un ruminant (vache laitière) par catégorie d'aliment et de rechercher des alternatives locales pour l'alimentation des animaux afin de réduire la facture des importations d'aliments concentrés en d'autre part .

# **CHAPITRE I**

---

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **II. 1. Situation de l'alimentation animale en Algérie**

### **I. 1.1. Les ressources fourragères en Algérie**

Les ressources fourragères sont assurées en grande partie par les terres de parcours (jachères, prairies naturelles, parcours steppiques, parcours forestiers...) et les sous-produits de la céréaliculture (chaumes des céréales, pailles) (Abd elguerfi et *al*, 2008).

#### **I. 1.1.1. Superficies fourragères en Algérie**

La superficie agricole utile (SAU) est estimée à 8 488 027 millions d'hectare. Elle représente 19,6 % de la superficie agricole totale (SAT), après les pacages et les parcours qui occupent la plus grande partie (76%). La SAU se distingue par :

- Les terres labourables composées de cultures herbacées qui occupent 51% de la SAU et de terres au repos occupant 36% de la SAU.

- Les cultures permanentes dont les prairies naturelles, ne dépassent pas 1% de la SAU, le reste est occupé par les plantations fruitières.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution des superficies fourragères au cours des années 2010-2015

**Tableau 1** : superficies fourragères (unité : ha) et productions (unité : Qx) (MADR : 2016)

Année	Fourrage naturel(A)	Fourrage sec (B)	Fourrage vert et /ou ensilé (C)	Total (B+C)
<b>2010</b>	224 162	548 232	121258	669490
	5 459 700	12 885 130	13 016 130	25 901 260
<b>2011</b>	241854	407 533	136 639	544 172
	5 581 585	10 765 180	14 930 040	25 695 220
<b>2012</b>	274 845	490589	151124	641713
	7 298 420	12 740 400	16 823 850	29 564 250
<b>2013</b>	210 073	539 184	154 805	693 989
	6 511 787	13 248 545	17 693 148	17 693 148
<b>2014</b>	280 767	769 969	146 012	915 981
	7 143 200	17 859 727	17 686 338	35 546 065
<b>2015</b>	237 775	650 651	146 726	797 377
	7 047 791	16 901 827	18 797 300	35 699 127

**NB** : en caractères clairs superficies fourragers (ha), en caractères gras : productions (qx)

Les superficies occupées par les fourrages naturels (prairies naturelles et les jachères fauchées) ont évolué d'environ 6 0/0 depuis l'an 2010 jusqu'à l'an 2015. Les superficies des fourrages artificiels ont progressé de 16 0/0 entre 2010-2015. Il est à noter aussi que Les superficies destinées aux fourrages cultivés en vert ont évolué de 17 0/0 durant la même période. Les superficies occupées par les fourrages consommés à sec sont nettement dominantes par rapport aux autres types de fourrages avec un taux d'évolution d'environ 160/0.

Les fourrages artificiels consommés sec sont constitué de vesce avoine qui occupe 12 0/0 de superficie réservé au fourrage sec avec un rendement de 32,6 qx/ha, vers fourrages secs cultivés dans 310/0 de superficie avec un rendement de 41,8 qx/ha.

Les fourrages verts cultivés comprennent essentiellement l'orge, l'avoine en vert remplissant 69 0/0 de la superficie réservé à la culture des fourrages verts avec un rendement moyen de 107,5 qx.

### **I. 1.1.2. Les principaux sous-produits**

L'industrie agro-alimentaire génère d'importantes quantités des sous-produits divers, chaque année des quantités considérables de ces sous-produits sont rejetées par l'industrie nationale.

Les résidus de l'industrie agro-alimentaire sont essentiellement de nature ligno-cellulosique, ils sont riches en composés réputés peu dégradables et représentent une source potentielle considérable d'énergie largement valorisée dans l'alimentation animale à l'étranger et totalement délaissée dans notre pays.

Les sous-produits étudiés dans notre recherche sont les sous-produits disponibles en Algérie et qui peuvent être utilisés par les éleveurs. On peut citer les suivants :

- Les grignons d'olives ;
- Les drêches des brasseries ;
- Les pulpes d'agrumes ;
- Les issues de meunerie (son de blé dur et de blé tendre) ;
- Les déchets de tomate ;
- Rebutis dattes.

#### **I. 1.1 .2.1 . grignons d'olives**

Les grignons d'olive sont les résidus de l'extraction d'huile d'olives obtenu soit par pression soit par centrifugation. La production des grignons d'olive varie d'une année à l'autre en fonction de la production d'olives, elle est estimée par Ramos et al ; (1982) à 36 000Tonnes/an.

Les grignons d'olive sont formés de 30% d'eau et 62% d'éléments solides (coque 41% et pulpe 21%). La teneur en matière sèche des grignons d'olive varie selon le type de l'extraction dès l'huile, Demay (1956) signale que la presse hydraulique et la super presse laissent un grignon à 25% d'humidité contre 60% pour la presse continue.

La composition chimique des grignons d'olive varie selon la nature de sous-produit lui-même, le procédé de leur obtention et les facteurs propres à l'olive (l'état de maturité du fruit, les variétés.)

La valeur énergétique des grignons d'olive est faible de l'ordre de 0,15 à 0,37UF/Kg de MS. Une digestibilité in vitro de la matière sèche (MS) approximativement la même 16,96% pour le grignon brut ; 16,10% pour le grignon tamisé ; 15,44% pour le tamisé séché et 16,23% pour le pulpe d'olive.

Les grignons d'olive dans l'alimentation des ruminants peuvent être incorporés seuls dans la ration de base ou associés à d'autres sous-produits (fientes, mélasse). Ils peuvent être utilisés à l'état frais, déshydraté ou ensilé.

Les quantités distribuées ne doivent en aucun cas dépasser 30% de la ration totale :

- vache laitière : 4 à 5 Kg
- jeunes bovins : 2 à 3 Kg
- ovins et caprins : 0,5 à 01Kg

#### I. 1.1.2.2. Rebut de dattes

Les rebuts de dattes sont le résultat de triage après la récolte, ce sont des dattes de mauvaise qualité, de faible valeur marchande, impropres à la consommation humaine. Oit du fait de leur faible qualité gustative, soit du fait de leur texture dure (Estanove, 1990), pouvant être valorisées, par leur incorporation, dans la ration alimentaire du bétail (Salhi, 1991). Les déchets de dattes fournissent une grande quantité d'énergie, par conséquent, ils conviennent très bien à l'engraissement. Par leur richesse en sels minéraux, ils occupent une place de choix pour la production laitière. Grace à leur saveur sucrée, ils augmentent l'appétibilité de certains aliments refusés (Matallah, 1970).

Ces rebuts sont composés par une grande gamme de catégories, représentés principalement par (Matallah, 1970):

- M'soussa: la véreuse, datte attaquée par *l'ectomyclois* ;
- Kehla: datte noire ayant été oxydée;
- Belha: datte tardive immature;
- Bouferoua: datte attaquée par le Boufaroua, *Oligonychus afrasiaticus*;
- Mentoucha Mengouba: attaquée par les oiseaux et d'autres rongeurs;
- Malbouza: datte écrasée ;
- Hachef: dattes déshydratées;
- Sich: dattes non fécondées.

Les sous-produits du palmier dattier (rebuts de dattes, palmes sèches et pédicelles de dattes) sont disponibles en quantités appréciables, avec des tonnages annuels estimés à 135 000 tonnes de palmes sèches, 5 000 tonnes de pédicelles de dattes (Chehma et al, 2000). Les rebuts de dattes ont été estimés à 67 500 tonnes en 2000 et à 100 000 tonnes en 2006 (Chehma et al, 2007). Selon Chehma et al (2000), l'estimation du tonnage en rebuts de dattes peut se calculer comme suit: les écarts de tri représentent une moyenne de 25 % de la production dattiers annuelle.

D'après Chehma et al (2000), en se basant, par exemple sur la production de 270 000 tonnes/an (Commissariat de développement agricole des régions sahariennes CDARS, (1996) cité par Chehma et al, 2000), on peut estimer le tonnage annuel des rebuts de dattes comme suit :  $270\,000 \times 25\% = 67\,500\text{Kg}$  Soit : 67,500 tonnes de rebuts de dattes/an

## **I.2. Composition des aliments**

Lorsqu'on place un aliment dans une étuve, l'eau contenue dans l'aliment s'évapore et il subsiste un résidu sec, appelé matière sèche (MS). La MS comprend d'une part la matière organique — glucides pariétaux (communément appelés « fibres » : cellulose, hémicellulose et pectines) et cytoplasmiques (amidon et sucres solubles), lignine, lipides, matières azotées et vitamines liposolubles et hydrosolubles — et d'autre part la matière minérale — macroéléments et oligo-éléments.

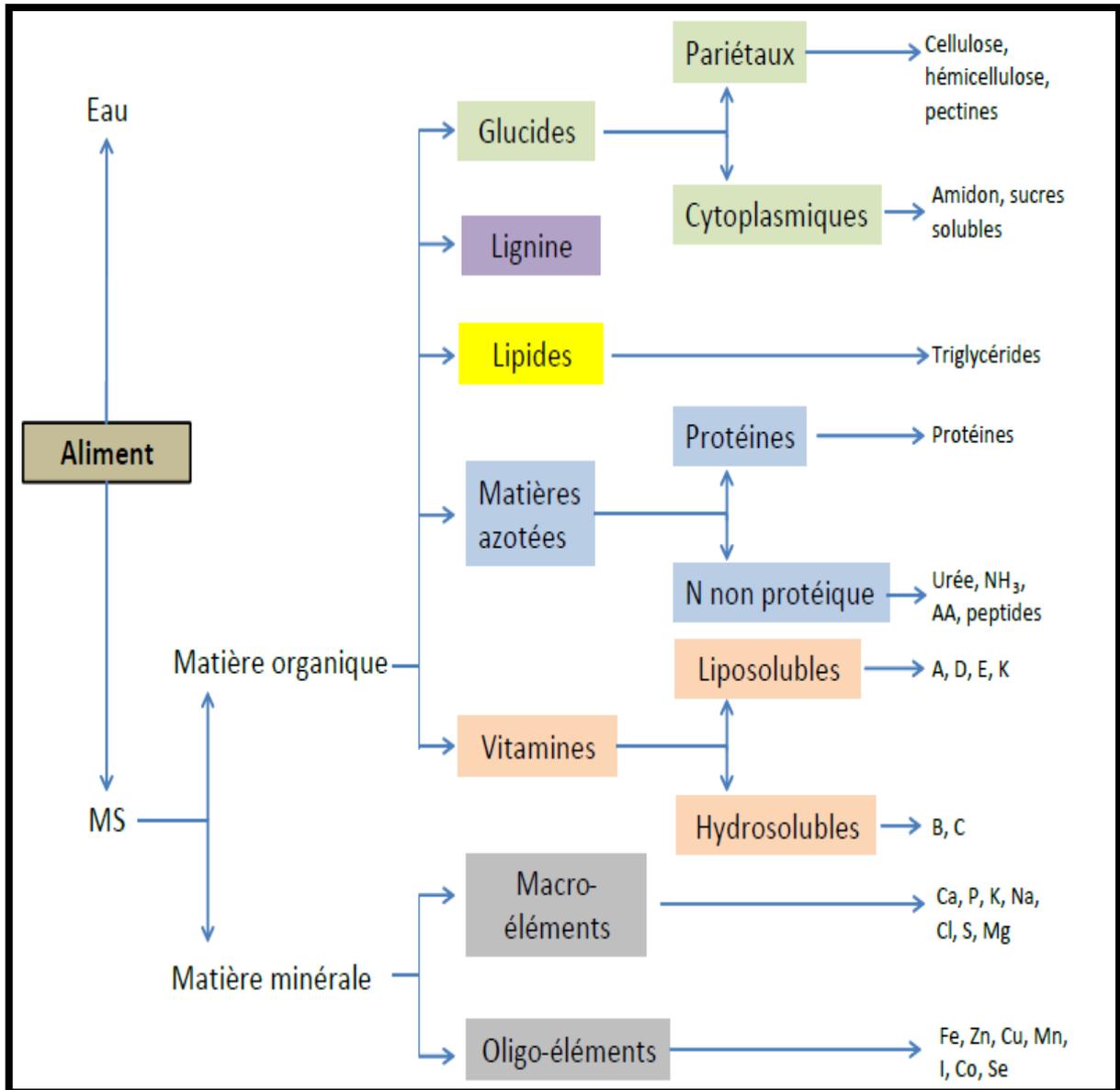


Figure 1: composition des aliments

**I. 2.1. Digestibilité :**

Daccord (2005) considéré la dMO des fourrages comme une base essentielle pour estimer leur valeur nutritive .Elle exprime, Selon Istasse et al. (1981) et Salmi et al. (2011) la proportion d'un constituant chimique disparue entre sa consommation et son excrétion dans les fèces. Elle semble être liée à l'espèce, l'âge et le stade phénologique, mais aussi à la composition chimique de la plante (Daccord et al 2003 ; Demarquilly et Jarrige, 1981).Tous ces paramètres influent de façon significative sur l'action des microorganismes symbiotiques du rumen qui contribuent beaucoup dans le bilan final de la digestion des ruminants.

La composition chimique de la plante est fonction de sa richesse en éléments nutritifs, de leur disponibilité et de la présence plus ou moins importante d'éléments antinutritionnels.

En effet, les essais de digestibilité de Traore (1998) et Michelet-Doreau et Nozière (1999) ont permis de se rendre compte de l'effet dépressif des teneurs élevées en NDF et des tanins sur la digestibilité surtout au niveau des plantes moins riches en MAT.

La digestibilité de la matière organique d'un aliment de bonne valeur alimentaire doit être selon Hornick et al. (2003), égale ou supérieure à 50% après 24 heures d'incubation dans le rumen.

### **I. 2.2. Notion de valeur alimentaire**

La valeur alimentaire est, d'après Baumont et al (1999) la capacité d'un aliment ou d'une ration à couvrir les besoins nutritionnels d'un animal.

Selon Soltner (1986) la valeur nutritive représentée par la valeur énergétique exprimée en UF et la valeur azotée exprimée en PDI ainsi que la teneur en minéraux dépend surtout de la digestibilité de la matière organique de l'aliment.

### **I. 2.3. Valeur nutritive**

On appelle valeur nutritive l'ensemble des substances qui ont pour fonction de nourrir l'individu. Il s'agit d'un terme très utilisé en nutrition, notamment pour déterminer les apports nutritionnels dont un corps a besoin. La concentration en nutriments définit la valeur nutritive d'un aliment par rapport à un autre. Les aliments peuvent être jugés comme étant de « riche » ou de « faible » valeur nutritive.

#### **I. 2.3.1. Valeur azotée**

Dans la plus part des pays les apports alimentaires et le besoins des animaux en azote ont longtemps été exprimés en matières azotées digestibles (MAD), qui correspondent au bilan digestif apparent de l'ensemble des matériaux azotés (Gauthier et al 1991). Ce mode d'expression simple est ensuite devenu insuffisamment précis notamment du fait de l'accroissement des performances animales, de la diversification des sources azotées et des objectifs d'efficacité de la qualité des produits et de moindres rejets azotés.

L'INRA a développé un système d'évaluation de la nutrition azotée. Ce nouveau système appelé système PDI (protéines digestibles dans l'intestin grêle). Il se caractérise par

une valeur alimentaire pour chaque aliment et besoin pour chaque animal à chaque stade physiologique.

Le système PDI est basé sur l'estimation conjointe des protéines alimentaires (PDIA) et microbienne (PDIM) digérés dans l'intestin grêle dont la somme constitue la valeur PDI.

Le calcul de la valeur azotée d'un aliment (PDI) nécessite de connaître sa teneur en MAT et sa dMO.

### **I. 2.3.2. Valeur énergétique**

Compte tenu de la diversité des types de production des animaux. Il a été envisagé d'utiliser deux unités fourragères pour exprimer la valeur énergétique des aliments, il s'agit des unités fourragères lait (UFL) et des unités fourragères viande (UFV)

## **I. 3. Facteurs de variation de la valeur alimentaire**

D'après Tisserand (1991), la valeur nutritive des plantes fourragères joue un rôle important dans l'alimentation des ruminants. Le sol, le climat, l'altitude exercent un effet important sur la valeur alimentaire de l'herbe qui diminue au cours de la croissance. La température, l'ensoleillement et l'aridité ont une influence directe sur la composition chimique des fourrages et, par conséquent, sur leur valeur nutritive.

### **I. 3.1. Facteurs extrinsèques**

La productivité d'une culture à élaborer une masse de matière sèche, se trouve déterminée par l'espèce exploitée et par l'incidence du climat sur le complexe : plantes, techniques culturales et sol (Felix et al, 1971) cité par Rekik (2004).

Selon Demarquilly (1982), les différences bien connues de la valeur nutritive entre les fourrages des pays tempérés et des pays tropicaux sont à l'origine de nombreuses études sur l'influence des conditions climatiques sur la composition chimique et la valeur nutritive des fourrages. Le climat agit sur la composition chimique des fourrages par la majorité de ses composantes. L'action de la température sur la croissance est la résultante de son action sur la photosynthèse et les réactions métaboliques, mais aussi sur l'alimentation hydrique et minérale (Heller et al. 1995).

#### **I. 3.1.1. Lumière**

L'influence la plus nette de la diminution de l'intensité lumineuse est la baisse des teneurs en MS et en glucides solubles. En revanche, elle augmente les teneurs en nitrates et

en cendres et, le plus souvent, les teneurs en constituants pariétaux, notamment en cellulose et en lignine. Cette augmentation des teneurs en constituants pariétaux affecte aussi bien les feuilles que les tiges (Deinum et Dirven, 1972).

La longueur du jour modifie la composition morphologique de la plante (Allison, 1971). Le rapport feuilles / tiges en est modifié. Il s'en suit une modification de la composition chimique, en général, du fourrage.

### **I. 3.1.2. Humidité du sol et de l'air**

La sécheresse, quand elle est suffisamment prolongée, peut diminuer de façon importante la valeur nutritive. Un déficit hydrique léger affecte l'allongement des tiges : la plante sera plus feuillue, plus riche en azote (MAT) et plus digestible (Vough et Marten, 1971 ; Wilson, 1981).

### **I. 3.2. Facteurs intrinsèques**

#### **I. 3.2.1. Variation en fonction des stades d'exploitations**

Une des principales causes de l'altération de la qualité des fourrages est le stade de végétation de l'herbe au moment où elle est utilisée (Bourenier IAS, 1979, cité par Rekik, 2004). Jarrige (1988), constate une modification de la composition chimique durant les différents stades de développement des plantes. La composition d'un fourrage diffère selon le stade de la plante, elle s'enrichit en cellulose brute aux dépens des matières azotées. La valeur énergétique et azotée des fourrages varie d'un stade à l'autre de la même plante, elle est plus importante aux premiers stades.

#### **I. 3.2.2. Modes de conservation**

Il existe deux grandes voies pour conserver les fourrages : la voie sèche et la voie humide (Demarquilly et al. 1998). La voie sèche, pratiquée généralement par fanage, nécessite d'amener le fourrage à une teneur en MS égale ou supérieure à 85%, teneur à laquelle ses enzymes sont alors inactives et le développement de moisissures impossible. Au cours du fanage, le fourrage subit des pertes qui résultent de la respiration des cellules végétales, des pertes mécaniques de feuilles qui affectent principalement les légumineuses - jusqu'à 30% de pertes de feuilles pour un foin de luzerne (Peccatte et Dozias, 1998) - et éventuellement du lessivage par la pluie.

Dans la conservation par voie humide, la stabilisation du fourrage est obtenue par la mise en anaérobie et une acidification suffisante du milieu pour empêcher la fermentation butyrique. La conservation par voie humide entraîne des pertes, sous forme de gaz de fermentation et sous forme de jus, lorsque la teneur en matière sèche du fourrage est inférieure à 26-27%. La composition chimique classique est peu modifiée par l'ensilage.

### **I. 3.2.3. Autres facteurs influençant la valeur alimentaire des fourrages**

D'autres facteurs influence la valeur alimentaire des fourrages tels que le traitement physico-chimique de l'aliment et la forme physique du fourrage (brins longs, courts ou broyés). L'effet du broyage sur la dégradabilité des aliments a été prouvé par plusieurs auteurs. En effet selon Poncet et al (2003), la réduction de la taille des particules alimentaires accroît leur dégradabilité dans le rumen en accélérant la vitesse d'hydratation, la solubilisation et la dégradation par les microorganismes.

## **I. 4. Estimation de la valeur nutritive**

### **I. 4.1. Estimation de la valeur énergétique**

Les ensembles de concepts et de modes de calculs constituent des « systèmes » de prédiction de la valeur énergétique, de la valeur azotée et de l'ingestibilité des aliments [11].

Pour la valeur énergétique, la démarche consiste essentiellement à estimer la dMO, puis les UFL et UFV sont calculées de façon séquentielle à partir des estimations de l'énergie brute, de l'énergie digestible, de l'énergie métabolisable et enfin de l'énergie nette (figure 2)

### **I. 4.2. Estimation de la valeur azotée**

La prévision de la teneur en PDI des aliments nécessite la prise en compte de 4 paramètres :

- la teneur en matières azotées totales (MAT) ;
- la dégradabilité théorique en sachets des matières azotées (DT) ;
- la digestibilité réelle des protéines alimentaires dans l'intestin grêle (dr) ;
- la teneur en matière organique fermentescible (MOF), elle-même fonction de la teneur en matière organique digestible (MOD) et des teneurs en matières grasses (MG) et en matières azotées non dégradables dans le rumen.

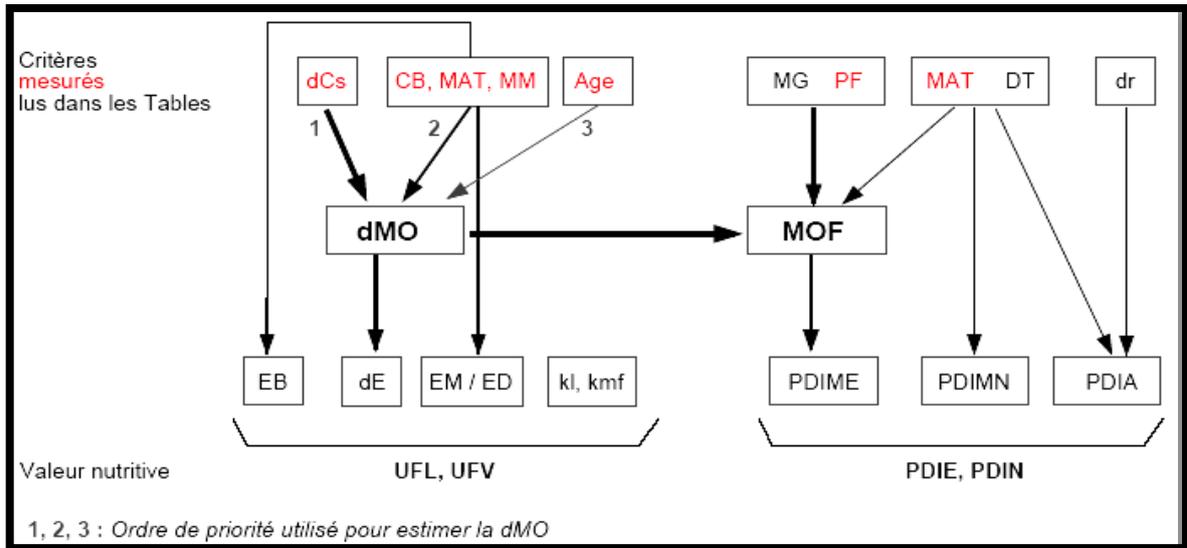


Figure 2 : Prédiction de la valeur énergétique des aliments

**Tableau 2** : principes de calcul de la valeur des aliments

Valeur énergétique		
UFL = $\frac{ENL}{1700}$	UFV = $\frac{ENEV}{1820}$	
Énergie nette pour la lactation ENL = EM x kl		
Énergie nette pour l'entretien et la production de viande ENEV = EM x KMF		
avec kl = efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable (EM) pour la lactation		
kmf = efficacité d'utilisation de l'EM pour l'entretien et la production de viande		
Énergie métabolisable EM = EB x dE x $\frac{EM}{ED}$		
avec EB = énergie brute de l'aliment		
dE = digestibilité de l'énergie : <b>fonction de la dMO de l'aliment</b>		
EM/ED = rend compte des pertes d'énergie sous formes de gaz et dans les urines, fonction de la composition chimique de l'aliment et du niveau de l'alimentation		
Valeur azotée		
PDIN = PDIA + PDIMN		
PDIE = PDIA + PDIME		
avec PDIA = protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire		
PDIM = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne, limitées par l'azote dégradable (PDIMN), par l'énergie fermentescible (PDIME).		
PDIA = 1.11 x MAT x (1 - DT) x dr		
PDIMN = 0,64 x MAT x (DT - 0,10)		
PDIME = 0,093 x MOF		
avec MAT = matières azotées totales de l'aliment		
DT = dégradabilité théorique des MAT de l'aliment dans le rumen		
dr = digestibilité réelle des acides aminés alimentaires dans l'intestin grêle		
MOF = matière organique fermentescible de l'aliment		
Valeur d'encombrement		
Fourrage		
UEM = $\frac{75}{QIM}$	UEB = $\frac{90}{QIG}$	UEL = $\frac{140}{QIVL}$
avec UEM, UEB et UEL : unité d'encombrement mouton, bovins, et lait respectivement		
QIM, QIG et QIVL : ingestibilité mouton, génisse et vache laitière respectivement		
Concentrés : UEconcentré = Sg x UEfourrage		
avec Sg : taux de substitution global de l'aliment concentré		

**NB** : La teneur en énergie métabolisable (en Kcal/kg de matière sèche), résulte du calcul suivant :

$$EM/ED = 1/100(84,17 - 0,0099CB - 0,0196MAT + 0,0221 NA)$$

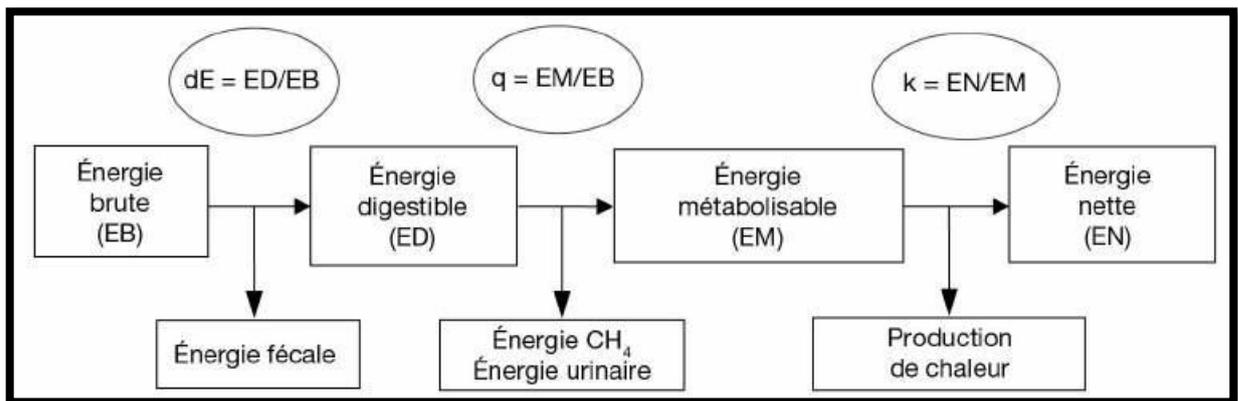
Dans laquelle CB et MAT sont respectivement les teneurs en cellulose brute et en matières azotées de l'aliment en g/kg de matière organique et NA le niveau d'alimentation

### I. 5. Principales avancées du modèle digestif de l'INRA 2018

Le nouveau modèle digestif intègre les effets des principaux facteurs associés aux interactions digestives (niveau d'ingestion, proportion de concentré, balance protéique du rumen). Il prend également en compte la variabilité de la cinétique de transit et de l'efficacité de la synthèse microbienne. Il permet ainsi, à partir des caractéristiques des aliments et des animaux, une prédiction plus précise des flux digestifs, des apports d'énergie nette et de protéines digestibles dans l'intestin et des flux de nutriments absorbables (acides gras volatils, glucose, acides aminés essentiels, acides gras longs d'intérêt) pour une très large gamme de pratiques alimentaires. Il permet également de prédire les pertes fécales et urinaires d'azote, ainsi que de dissocier les pertes d'énergie à travers le méthane et l'urine.

#### En conclusion

La figure 3 résume les étapes les plus importantes de l'utilisation de l'énergie par les animaux.



**Figure 3 :** Les principales étapes de l'utilisation de l'énergie des aliments chez les ruminants

#### I.5.1. Emissions de méthane entérique

Avec le changement climatique (Gill *et al*, 2010 ; Gerber *et al*, 2013), ces dernières années ont connu un intérêt pour l'étude des facteurs de variation des émissions de méthane (CH<sub>4</sub>). Dans ce contexte, il est opportun de développer des stratégies de réduction de ces

émissions qui visent notamment à diminuer celles issues de la digestion entérique (Doreau *et al.*, 2011b ; Hristov *et al.*, 2013).

Les pertes de CH<sub>4</sub> entérique dépendent d'abord et globalement de la quantité de matière organique digestible (MOD), exprimée en fonction de la matière sèche (MS) ou du poids vif (PV), car le CH<sub>4</sub> est produit

à partir de la fermentation des glucides. La MOD est ainsi le meilleur prédicteur mesurable des émissions de CH<sub>4</sub> par les ruminants (Sauvant *et al.*, 2011). Pour cette raison, le rapport CH<sub>4</sub>/MOD est utilisé comme paramètre clé pour calculer les pertes d'énergie sous forme de CH<sub>4</sub>.

La diminution des émissions de CH<sub>4</sub> (en g/kg MS) est liée à la supplémentation du régime (en matière grasse en g/kg MS). En pratique, la ration ne doit pas contenir plus de 50 à 60 g de matière /kg MS afin d'éviter l'effet négatif des lipides sur la digestion. Selon Doreau *et al.* (2011) ont indiqué qu'en moyenne, les lipides contenant des acides gras insaturés ont plus d'impact pour diminuer la production de CH<sub>4</sub>.

### **I.5.2. Pertes d'énergie urinaires**

Les pertes d'énergie urinaires sont en grande partie déterminées par l'excrétion urinaire d'N et dépendent donc du niveau azote de la ration, et plus particulièrement de la balance protéique du rumen, comme indiqué précédemment. Cependant, contrairement à la teneur en MAT, BPR n'est jamais mesurée en chambre calorimétrique. Les MAT ont donc été considérés comme le critère le plus pertinent pour prédire les pertes d'énergie urinaires. La régression intra-expérience entre la teneur en MAT du régime et l'énergie urinaire (exprimée en % de l'énergie brute) a été calculée.

### **I.6. Synthèse du système INRA ,2018 et ses conséquences sur la valeur des aliments et des rations**

- Les valeurs 'table' des aliments sont modifiées ;
- Effet du Niveau d'ingestion de référence (N<sub>iref</sub>) homogène exprimé en % du PV et non(PV<sup>0.75</sup>)
- Evolutions/ajouts de certains critères ;
- Orge de référence : 1 UFL = 1760 kcal ENL ; 1 UFV = 1760 kcal ENEV au lieu 1UFL= 1720 kcal ENL ; 1 UFV = 1820 kcal ENEV ;

- PDI Au lieu de PDIN, PDIE (notions de facteurs militants) ;
- BPR : BPR < 0 : régimes déficitaires en azote dégradable ;
- BPR > 0 : régimes excédentaires en azote dégradable ;
- Pas d'impact majeur sur la prévision de la valeur (dMO, dE , DT, dr) ;
- Des valeurs nutritionnelles et de rations plus précises ;

**En conclusion**

C'est un système qui a été largement rénové, de nouveaux concepts qui permet une diversité de réponses prédites afin de repenser les objectifs du rationnement.

# **CHAPITRE II**

---

## **ETUDE EXPERIMENTALE**

## Objectif

L'objectif de l'étude consiste à la prédiction de la valeur nutritive des aliments que compose la ration de la région de TIARE, avec un nouveau système (INRA, 2018). En la comparant à la prédiction de la valeur nutritive antérieure à 2018 (INRA, 1988, 2004, 2007). Ce nouveau modèle de prévision de la valeur nutritive intègre les effets des principaux facteurs associés aux interactions digestives : niveau d'ingestion, proportion de concentré, balance protéique du rumen. Il prend également en compte la variabilité de la cinétique de transit et de l'efficacité de la synthèse microbienne. Il permet également de prédire les pertes fécales et urinaires d'azote, et de dissocier les pertes d'énergie à travers le méthane et l'urine.

### II.1.Schéma expérimental

Ce schéma comprend :

- Les caractéristiques physicochimiques de chaque aliment.
- La prédiction de la valeur énergétique et azotique antérieure à 2018 et celle de 2018.
- Faire une synthèse INRA, 2018 et ses conséquences sur la valeur des aliments et des rations.

### II.2.Matériel et méthodes

#### II.2.1.Situation de la région d'étude

La ville de Tiaret est située à 1 080 m d'altitude sur le mont du Gezoul qui fait partie de la chaîne de l'Atlas tellien. Le Chef-lieu de la wilaya est située à 361 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 20 050 km<sup>2</sup>.

#### II. 2.1.1. Situation géographique :

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest de l'Algérie, elle est délimitée :

- au nord, par les wilayas de Tissemsilt et de Relizane ;
- au sud, par les wilayas de Laghouat et de el Bayadh ;
- à l'ouest, par les wilayas de Mascara et de Saïda ;
- à l'est, par la wilaya de Djelfa

#### Relief

La wilaya de Tiaret présente sur le plan physique trois grandes zones distinctes :

- Au nord : une zone montagneuse de l'Atlas tellien;
- Au centre : les hauts plateaux ;
- Au sud : des espaces semi arides.

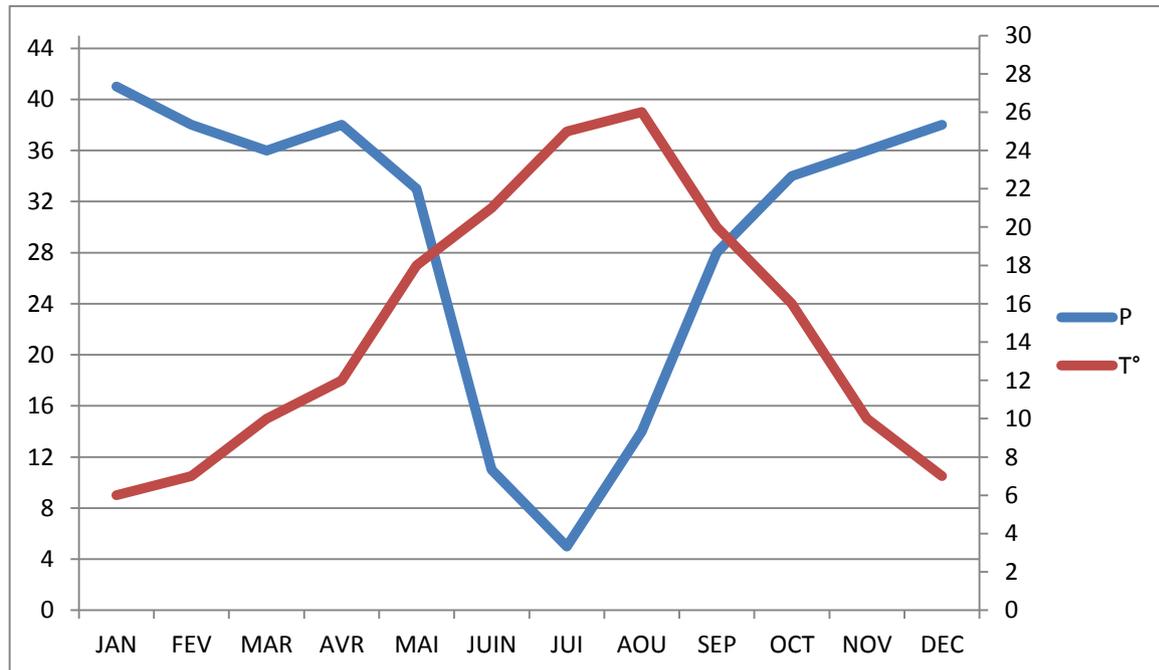
### II. 2.1.2. Caractéristiques climatologiques

Le climat de la région de Tiaret et de type semi –aride a hiver froid les précipitations annuelles moyennes s’élèvent à 350mm.les températures connaissant de grandes fluctuation dans la région (en de ça de 0°C).cette influence de la température freine quelque peu le processus d’alimentation des nappe souterraines qui en fait ne s’opère que sur une période assez courte (janvier à avril)

**Tableau N 03 :** Données climatiques relatives à la région de Tiaret (source : station météorologique d’AIN BOUCHEKIF, Wilaya de Tiaret, 2014)

mois	JA N	FE V	MA R	AV R	MA I	JUI N	JUI J	AO U	SE P	OC T	NO V	DE C
<b>Pluviométrie (mm)</b>	47.1	38.2	35.8	37.9	32.9	10.7	5.4	13.5	28.1	33.9	36.3	38
<b>T° moyenne mensuelle (C°)</b>	5.7	7	10.1	12.2	17.5	21.2	24.8	26	20.4	15.9	10	6.7

Les donnes climatiques moyennes de la région de la période 1998-2008 figurés sur la courbe suivante :



**Figure4** : diagramme ombrothermique de la région de TIARET (1998-2008)

La période Humide s'étale fin de Septembre jusqu'à la fin Avril soit 07 mois ; la période sèche de début Mai jusqu'à début d'Octobre soit 05 mois .

### II.2.2.Matériel

6 principaux aliments que compose la ration de l'espèce bovine de la région de Tiaret ont été étudiés. Ces aliments sont à base de foin d'avoine, de paille, de maïs en grain, de son de blé, et d'un complément minéral vitaminé .Durant le printemps à partir de Mars les vaches sont en prairie temporaire jusqu'au mois de juin. A partir de juillet ces mêmes vaches sont sur chaume de juillet à mi-septembre.

### II. 2.3.Méthodes

#### II. 2.3.1. Composition chimique des aliments

L'analyse des constituants de chaque matière première a été faite selon les méthodes conventionnelles;

- La teneur en eau a été déterminée par dessiccation des échantillons, jusqu'à obtention d'un poids constant ;
- Le taux de fibres brutes a été déterminé selon la méthode de Wende ;
- L'azote total, selon la méthode de Kjeldhal ;

Ces analyses ont été effectuées selon les normes (AFNOR Paris, 1985) et établies par l'INRA. Pour chaque échantillon, 2 répétitions ont été réalisées, les résultats sont rapportés par rapport à la MS en pourcentage.

### II.2.3.1.1. Teneur en matière sèche (MS)

La teneur en MS a été déterminée à partir d'une prise d'essai de 10 grammes, après un séjour de 24 heures à l'étuve à  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C, jusqu'à obtention d'un poids constant.

En pesant l'échantillon de matériaux frais P1 avant de le placer pendant 24 heures dans une étuve chauffée à  $103^{\circ}$ C. Par ce processus, l'eau contenue dans l'aliment s'évapore et il ne reste que la matière sèche. L'échantillon est ensuite à nouveau pesé pour obtenir le poids de la matière sèche P2. Le degré de l'humidité est la différence entre le premier et le deuxième poids (Chesworth, Guerin, 1996).

Les résultats sont exprimés par la formule suivante :

$$TE = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

P1 : masse initiale en grammes, de la prise d'essai

P2 : masse, en grammes de la prise d'essai sèche.

### II.2.3.1.2. Détermination des cendres (MM) et de la matière organique (MO)

La teneur en cendres, a été déterminée à partir d'une prise d'essai de 1 gramme de matière sèche, par calcination dans un four à moufle pendant 8 heures à  $550^{\circ}$  C. La teneur en matière organique est le complément à 100 de la teneur en cendres.

Expression des résultats

$$\% MM = \frac{(P_3 - P_2)}{P_2} \times 100$$

MO = MS – MM

P1 : la tare des creusets.

P2 : masse initiale en grammes, de la prise d'essai.

P3 : masse, en grammes de la prise d'essai et des creusets après calcination.

### II.2.3.1.3. Détermination de cellulose brute (CB)

La teneur en (CB) des aliments a été déterminée par la méthode conventionnelle de Wende. Les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenue après deux hydrolyses successives : l'une en milieu acide, l'autre en milieu alcalin. Le résidu est lavé, séché, pesé et calciné à 550°C. La perte de poids résultant de la calcination correspond à la cellulose brute de la prise d'essai.

Les résultats sont exprimés par la formule suivante :

$$CB(\%) = \frac{P1 - P2}{\text{poids sec de l'échantillon}} \times 100$$

Ou :

P1 : Poids à l'étuvage correspond au poids de la cellulose brute sèche en gramme avant calcination.

P2 : Poids après calcination correspond au poids des cendres de la cellulose brute.

### II.2.3.1.4. Détermination de la matière azotée totale (MAT)

L'azote total est dosé par la méthode de KJELDAHL : minéralisation du produit par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur ; l'azote organique est transformé en azote ammoniacal ; on déplace l'ammoniac par la soude et dosage après l'avoir reçu dans une solution d'acide borique. (Lecoq, 1965) .La teneur en matière azotée totale est obtenue en multipliant la teneur en azote totale par le coefficient d'analyse qui est pour les fourrages de 6,25.

Expression des résultats :

$$NT : \% \text{ azote total} = \frac{m_{HCl} \times N_{HCl} \times 1.4007}{P}$$

N : normalité

6,25 : coefficient de conversion de Kjeldhal

### II.3.Principales équations pour déterminer la valeur nutritive des aliments (INRA ; 1988, 2007) et (INRA, 2018)

#### II. 3.1. Calcul de la valeur des aliments pour les ruminants : équations de prévision aliments (INRA ; 1988, 2007)

Pour la valeur nutritive, une démarche séquentielle a été adoptée, centrée sur l'estimation de la digestibilité de la matière organique et/ou sur la composition chimique. Pour le calcul des valeurs UFL, PDI nous avons utilisé la séquence d'équations proposées par l'INRA (1988, 2004, et 2007) relatives à chaque groupe d'aliments. Cette valeur nutritive, nous a permis d'évaluer la contribution de chaque aliment à la couverture des besoins nutritionnels de la vache.

##### II.3.1.1.Principe de la détermination de la valeur UFL (INRA, 1988.2004, 2007)

Jusqu'à ce jour, les ouvrages de l'INRA antérieurs à 2018 utilisaient une équation globale de prédiction qui permettait de passer de l'énergie digestible à l'énergie nette qui contenait des erreurs dans la méthode et ne permettait pas de quantifier séparément les pertes d'énergie sous forme de méthane et d'urine par conséquent elle présentait une sérieuse limite dans la prédiction de la valeur alimentaire. Tel que  $EM = EM/ED * ED$

$EM/ED = 0.01 (84.17 - (0.0099 * CB\emptyset) - 0.0196 * MAT\emptyset) + 0.0221 * NA$        $NA = 1.35$  pour les foins

$Q = EM/EB$

$UFL = EN/1720 = EM * kls / 1720$

##### II.3.1.2.Principe de la détermination des valeurs PDI des aliments. (INRA, 1988.2004)

La prévision de la teneur en PDI des aliments nécessite la prise en compte de 4 paramètres :

- la teneur en matières azotées totales (MAT) ;
- la dégradabilité théorique en sachets des matières azotées (DT) ;
- la digestibilité réelle des protéines alimentaires dans l'intestin grêle (dr) ;
- la teneur en matière organique fermentescible (MOF), elle-même fonction de la teneur en

Matière organique digestible (MOD) et des teneurs en matières grasses (MG) et en matières azotées non dégradables dans le rumen ( $MAT \times (1 - DT)$ )

### III. 3.1.2.1. Calcul de la valeur PDIA

La dégradabilité théorique (DT) surestime la dégradation réelle des matières azotées. On estime qu'à l'entrée de l'intestin les protéines intestinales d'origine alimentaire (PDIA), représentent 1,11 fois celles qui sont calculées à partir de la (DT) :

$$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr$$

Les valeurs de DT et de dr sont publiées par (l'INRA, éditions, 2004).

### II. 3.1.2.2. Calcul de la valeur PDIM

Les protéines microbiennes arrivant dans l'intestin (PIM) représentent 80% des matières azotées microbienne (Mam), Leur digestibilité est en moyenne de 0,8 on peut donc écrire :

$$PIM = 0,8 \times Mam$$

$$PDIM = 0,8 \times 0,8 \times Mam = 0,64MAM$$

Deux estimations des quantités de matières azotées microbiennes sont possibles :

Si l'estimation est faite en tenant compte du facteur limitant matière azotée dégradable, la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne permise par l'azote (N) est déduite de la quantité de matières azotées permise par l'azote, MAMN :

$$PDIMN = 0,64 MAMN$$

Les microorganismes peuvent capter au mieux 90 % de l'azote alimentaire dégradable :

$$MAMN = MAT [1 - 1.11(1 - DT)] 0,9$$

$$PDIMN = 0,64 MAT [1 - 1.11 (1 - DT)] 0,9$$

$$PDIMN = 0,64 MAT (DT - 0,10)$$

Si l'estimation est faite en tenant compte du facteur limitant énergie fermentescible, la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne permise par l'énergie (E) PDIME est déduite de la quantité de matières azotées permise par l'énergie, MAME :

$$PDIME = 0.64 MAME$$

Les microorganismes fabriquent environ 145 g de Mam par kilogramme de MOF :

$$\text{MAME} = 0,145\text{MOF}$$

$$\text{PDIME} = 0,8 \times 0,8 \times 0,145 \text{ MOF}$$

$$\text{PDIME} = 0,093 \text{ MOF si MOF est exprimée en kilogrammes ;}$$

$$\text{PDIME} = 93 \text{ MOF si MOF est exprimée en grammes ;}$$

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

### II.3.2. Calcul de la valeur des aliments pour les ruminants : équations de prévision (INRA, 2018)

#### II.3.2.1. Valeur énergétique

$$\text{Unités fourragères : UFL} = \text{ENL}/1760 \text{ UFV} = \text{ENV}/1760 \text{ en UF/kg MS}$$

$$\text{Energie nette pour la lactation : ENL} = \text{EM} \times \text{kl} \text{ en kcal/kg MS}$$

Avec kl, km et kf efficacité partielle d'utilisation de l'EM :

$$\text{Energie nette pour la production de viande : ENV} = \text{EM} \times \text{kf}$$

$$\text{Pour la production de lait seulement et entretien : kl} = 0,65 + 0,247 \times (q - 0,63)$$

$$\text{Pour l'entretien km} = 0,287 \times q + 0,554$$

$$\text{Pour la croissance et l'engraissement kf} = 0,78 \times q + 0,006$$

$$\text{Pour l'entretien, la croissance et la production de viande : kmf} = (\text{km} \times \text{kf} \times 1,5) / (\text{kf} + 0,5 \times \text{km})$$

$$\text{Concentration de l'aliment en EM : } q = \text{EM}/\text{EB}$$

$$\text{Energie métabolisable : EM} = \text{ED} - \text{ECH}_4 - \text{EU} \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{Energie digestible : ED} = \text{EB} \times \text{dE} \times 0,01$$

Avec EB = énergie brute de l'aliment calculée à partir de la composition chimique en kcal/kg MS

dE = digestibilité de l'énergie fonction de la digestibilité de la matière organique (dMO) en %

$$\text{ECH}_4 = \text{CH}_4/\text{MOD} \times 10^{-3} \times \text{MOD} \times 12,5 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{Avec MOD} = \text{MO} \times 0,01 \times \text{dMO} \text{ (en g/kg MS)}$$

$CH_4/MOD = 45,42 - 6,66 \times N_{Iref} + 0,75 \times N_{Iref}^2$  (en kcal/kg MOD)

Avec  $N_{Iref}$  (% du PV) =  $(MSVIM \times PV^{0,75}/PV)/10$  avec PV = 60 kg pour

Les fourrages et  $N_{Iref}$  (% du PV) = 2 pour les concentrés

$EU = EU\%EB \times GE \times 0,01$  en kcal/kg MS

Avec  $EU\%EB = 2,9 + 0,017 \times MAT - 0,47 \times N_{Iref}$

### II.3.2.2. Valeur azotée

$PDI = PDIA + PDIM$  BPR en g/kg MS

Avec PDIA = protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire

PDIM = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne

BPR = balance protéique du rumen

$PDIA = MAT \times (1 - 0,01 \times DT\_N) \times dr\_N \times 0,01$

$PDIM = (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF) \times 0,8 \times 0,8$

$BPR = [(MAT \times 0,01 \times DT\_N) - (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF)] - 14,2$

Avec  $DT\_N$  = dégradabilité théorique des protéines dans le rumen (en %)

$dr\_N$  = digestibilité réelle des protéines alimentaires non dégradées dans le rumen (en %)

$MOF = \text{matière organique fermentescible (g/kg MS)} = MOD - PDIA - \text{AmiD\_int} - \text{NDFD\_int} - \text{AGD\_int} - PF$

Avec  $\text{AmiD\_int}$  = amidon digestible dans les intestins en g/kg MS

$\text{NDFD\_int}$  = NDF digestible dans les intestins

$\text{AGD\_int}$  = acides gras digestibles dans les intestins

PF = produits de fermentation des ensilages

## II.4.Résultats et discussion

### II.4.1.Analyses chimiques des différents constituants des aliments n=2

*Tableau 4:* Composition chimique des aliments en (%) de MS et valeur nutritive en Kg de MS

	Foin d'avoine	Paille de blé dur	de Herbe temporaire	Chaume de blé	Maïs grains	Son de blé
<b>MS</b>	91.17	93,1	19.2	93.50	91,0	92
<b>MO</b>	87.8	91.6	84.73	92,2	87.2	95.53
<b>CB</b>	48.13	53,2	32.4	55,75	5,05	10,12
<b>MAT</b>	4,98	3.43	13,9	4.70	10,08	13.7
<b>MM</b>	11.39	8.4	14.3	7.85	3.8	4.17
<b>MG</b>	-	-	-	-	4	-
<b>NDF</b>	80.7	86.4	59.8	88.7	-	-
<b>ADF</b>	49.6	54.3	34.5	56.3	-	-

#### II.4.1.1.Aliments grossiers

##### ➤ Foin

Le foin est un aliment résultant de la déshydratation des produits herbacés dont la teneur en eau passe de 80 à 15 %. Un bon foin se caractérise donc par une teneur en MS élevée, de l'ordre de 85 à 90 %. Les foins de légumineuses (luzerne et trèfle) seront ainsi plus riches en MAT et en calcium que les foins de graminées.

Les foins sont des fourrages secs utilisés généralement chez des animaux à faibles besoins, tels que la vache gestante tarie. Utilisé seul, il est incorporé à raison de 1,5 à 2 kg de foin frais/100 kg de poids vif. Il est cependant conseillé d'utiliser une quantité moindre, afin de permettre l'utilisation d'autres aliments qui apporteront une diversification de la ration.

**➤ Paille**

La paille est riche en paroi : C'est un aliment de lest : sa valeur alimentaire est faible, à l'exception de la paille d'avoine qui est riche en azote (Lamand, 1986, Gooneratne et al , 1991). Les pailles, bien récoltées, peuvent remplacer une partie du foin. La digestibilité de la matière organique des pailles d'orge est en moyenne de 40-42 %, mais elle peut varier de 32 à 50 % (Dolphy, 1987). Elle n'apporte pas de nutriments à la population microbienne pour qu'ils aient une activité normale et ne contient pas un taux important de pectines : elles sont de l'ordre de 6 à 7 % de la MS pour les légumineuses vertes mais seulement de 2 % pour les graminées.

D'une manière générale, les grains de céréales et de légumineuses possèdent un taux riche à moyennement riche en MAT et les légumineuses sont plus riches que les graminées. En revanche les grains de céréales sont plus riches en énergie que les légumineuses. Ce taux est influencé par de nombreux facteurs tels que le type de sols, l'âge de la plante, la composition botanique. Il répond à la même variation d'un fourrage cultivé. La teneur azotée varie dans le sens contraire du cycle de végétation d'une plante que ce soit pour une graminée ou pour une légumineuse. Il varie d'un stade à l'autre de la même plante, et diminue avec l'âge quand la teneur en parois augmente. (Jarrige, 1988).

**➤ Chaume**

Chaume est un résidu de culture constitué par la partie des tiges (appelées également chaume, terme botanique de céréale) qui reste sur le sol après la moisson .le reste de la tige constitue la paille, généralement enlevée du champ, mais qui peut aussi y être laissée, éventuellement hachée. La hauteur du chaume, et par conséquent la proportion de chaume et de paille, dépend du réglage en hauteur de la barre de coupe de la de la moissonneuse-batteuse. La chaume est ensuite enfoui dans le sol par une façon culturale appelée déchaumage, généralement suivie d'un labour, ce qui permet de restituer au sol de la matière organique. D'après Houmani(2002) Les chaumes étudiés sont constitués en moyenne de 69% de tiges, 21% de feuilles et 10% de grains. Leur teneur en matières azotées totales est 4,7% celle observée généralement avec la paille de blé dur elle est de l'ordre 2,5 à 3,3%. . Dans ce cas L'équation de prévision de la paille suffit.

### II.4.1.2. Aliments concentrés

#### ➤ Son de blé

Le son de blé est essentiellement constitué des enveloppes du grain Il se présente sous la forme de petites écailles. En fonction de la taille de ces écailles on distingue : les sons gros et les sons fins. Dans notre étude il s'agit du son gros de blé riche en fibres alimentaires car il est constitué essentiellement par les enveloppes du grain. Ces fibres accélèrent le transit digestif chez les animaux monogastriques et augmentent le volume fécal. Ainsi le son possède un effet laxatif. Le son est plus riche en matières azotées que le blé car il contient l'assise protéique ou couche à aleurone. La matière sèche est de l'ordre de 87.5%, les matières azotées totales de l'ordre de 16% et un taux de cellulose brute de 10%.

#### ➤ Mais

Le maïs est une matière première souple qui apporte des solutions variées et offre des réponses originales pour l'alimentation des ruminants. En fonction de la situation fourragère des exploitations, du scénario climatique de l'année, du stade de récolte ou des objectifs de rationnement.

Le maïs graine sec est imbattable avec ses 1.22 UF/kg et ses 70% d'amidon qui en font un aliment d'excellence pour l'engraissement.

#### ✓ Prairie temporaire

Les fourrages verts comprennent les herbes. Dans nos régions, l'herbe pâturée est un fourrage de valeur nutritionnelle élevée, peu coûteux à produire, et qui peut constituer, comme nous allons le voir, le seul aliment de la ration de la vache laitière.

La qualité de l'herbe est variable. De nombreux facteurs influencent celle-ci. Citons notamment le stade de végétation (l'âge de l'herbe), la composition botanique de la prairie, la saison (le cycle de végétation), mais aussi le sol et le climat, et la fertilisation. Penchons-nous plus spécifiquement sur la composition botanique, sur le stade et le cycle de végétation.

La flore des prairies cultivées par l'homme se compose en général d'un mélange de graminées (ray-grass anglais, fléole, dactyle, fétuque des prés, pâturins,...), de légumineuses (trèfle blanc, trèfle violet) et de plantes divers (pissenlits, renoncules,...)

D'une manière générale, les légumineuses contiennent plus de protéines et de minéraux (particulièrement du calcium et du manganèse) que les graminées. Les légumineuses permettent également l'alimentation azotée de la végétation. Concernant l'estimation de l'herbe de pâturage et selon (Demarquilly 1966, 1980, 1987) Les valeurs obtenues sont très variables suivant les auteurs, (2,1 à plus de 3,0kg de matière sèche par 100kg de poids vif), et correspondent en général à des mesures effectuées sur des vaches de petit format (400 à 500kg).

**Tableau 5:** Prédiction de la valeur nutritive de chaque aliment en UFL, PDI, et BPR par kg de MS

	Foin d'avoine	paille de blé dur	Herbe temporaire	Chaume de blé	Mais graine	Son de blé
<b>UFL (INRA 1988 ,2004, 2007)</b>	0.37	0.3	0.74	0.36	1.24	0.87
<b>UFL(2018)</b>	0.36	0.3	0.74	0.35	1.32	0.91
<b>PDI(1988,2004 2007)</b>						
<b>-PDIN</b>	24	17	89	23	77	83
<b>-PDIE</b>	37	35	84	35	53	87
<b>-PDI retenue</b>	PDIN	PDIN	PDIE	PDIN	PDIE	PDIN
<b>PDI(2018)</b>	46	41	83	45	93	85
<b>BPR</b>	-43	-45	3	-45	-14	1.6
	<b>DND</b>	<b>END</b>	<b>END</b>	<b>DND</b>	<b>DND</b>	<b>END</b>

*NB : DND : déficit en azote dégradable, END : excès en azote dégradable, EqND : équilibre en azote dégradable*

Nous observons quel que soit les équations de prédictions utilisées (INRA, antérieur à 2018 ou celles de l'INRA 2018), il n'existe pas de différence significative concernant la valeur énergétique des aliments grossiers. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de l'INRA 2018 où ils ont constaté que les foins et les ensilages de maïs ont connu une diminution de la l'ordre de 0.02 à 0.05UFL par rapport à ceux antérieurs à 2018. De plus ces résultats reflètent la réalité de nos fourrages algériens : la valeur énergétique d'une paille ou d'un foin sont sensiblement identiques cela peut être due à la non maîtrise des techniques et/ou du non-respect du stade de coupe.

La valeur énergétique des aliments concentrés nous constatons que la valeur UFL est légèrement en hausse par rapport à celle de 1988, 2004 et 2007 ; 1.32UFL contre 1.24UFL pour le maïs et 0.91UFL contre 0.87 pour le son de blé. En conséquence avec l'INRA, 2018 les besoins en énergie pour l'entretien augmentent et varient selon le niveau de production laitière.

Les besoins en UF pour la production de lait sont peu modifiés (0,42 UF/kg de lait au lieu de 0,44 pour un lait à 40 g de TB).

**Tableau 6:** Nouvelles valeurs de besoins d'entretien (UFL/j/kg PM) pour femelles laitières;

Entretien			lait standard		
UFL/j/kg PM	2007	2018	UFL	2007	2018
Vache	0.041	0.0536	Vache (/kg)	0.44	0.42
Chèvres	0.037	0.0406	Chèvres (/kg)	0.40	0.39
Brebis	0.033	0.0345	Brebis (/L)	0.71	0.69

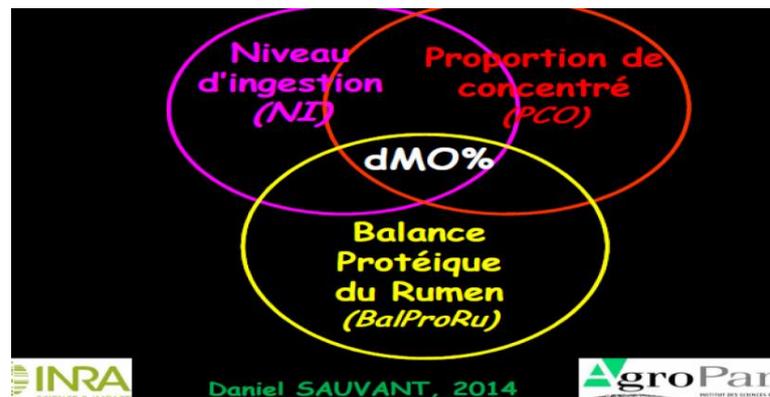
Quant à la valeur PDI : c'est la valeur PDIE (INRA 1988-2004,2007) qui se rapproche de la valeur PDI (2018), notamment pour le son de blé et l'herbe temporaire. D'une manière générale nous constatons que les PDIE sont supérieurs aux PDIN.

Les besoins en azote dépendent des rations distribuées : plus la concentration azotée des rations augmentent, moins l'efficacité de la transformation des PDI est importante et donc plus les besoins en PDI/kg de lait augmentent : ainsi on retrouve les besoins de 48 g de PDI/kg de lait pour une ration à 100 g de PDI/kg de MS, mais ces besoins passent à 55 avec une ration à 120 g de PDI ou à 42 avec 80 g de PDI/kg MS. La frontière entre fourrage et concentré, n'est pas toujours simple à déterminer : les concentrés se voient dorénavant attribuer une valeur de base d'encombrement.

La vitesse de transit des aliments a été souvent surestimée, surtout pour les fourrages, donc la dégradabilité ruminale est plus forte que prévue .

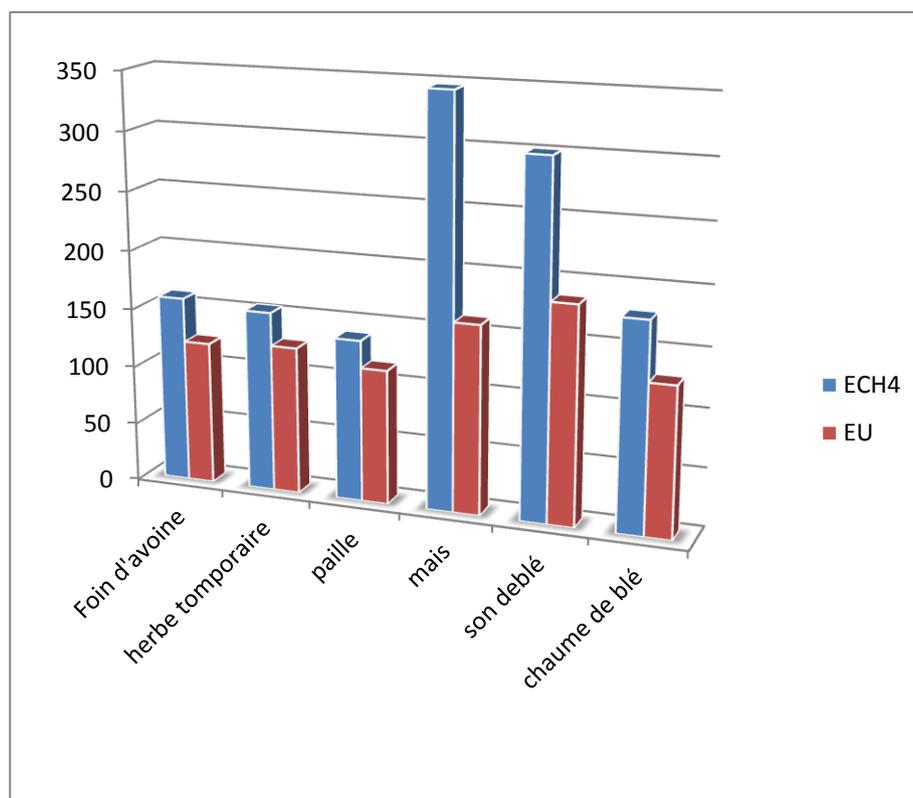
Premier constat : la dégradabilité ruminale des MAT a été sous-estimée, conséquences surestimation des PDIA et surestimation des PDIE, ce que nous constatons dans les aliments étudiés .

Nous connaissons aussi les interactions digestives (ID) étaient en partie intégrées dans les besoins énergétiques : besoins totaux = Entretien + production + croissance + ID.Or les principales causes sont résumées dans la figure



*Figure5* : principales causes des interactions digestives

Avec les régimes à base de concentrés nous remarquons que l'émission de CH<sub>4</sub> est la plus élevée, notamment pour le maïs, son de blé et chaumes. Nous observons plus la quantité de MOD est importante plus les GES sont élevés et que l'énergie perdue par les urines est significative, il existe une relation étroite entre l'énergie perdue sous forme de gaz méthane et l'énergie des urines. C'est dans ce contexte, il est opportun de développer des stratégies de réduction de ces émissions qui visent notamment à diminuer celles issues Dans ce contexte, il est opportun de développer des stratégies de réduction de ces émissions qui visent notamment à diminuer celles issues de la digestion entérique (Doreau et al., 2011b ; Hristov et al., 2013). Parmi les stratégies de diminution des émissions de CH<sub>4</sub>, la supplémentation du régime en lipides et d'après ces mêmes auteurs sus cités ci-dessus ont indiqué qu'en moyenne, les lipides contenant des acides gras insaturés ont plus d'impact pour diminuer la production de CH<sub>4</sub>. D'autres études in vitro ont montré l'influence positive de la quantité et des types d'huiles essentielles (Benchaar et al., 2008), ou de sources riches en saponines.



**Figure 6 :** émissions de CH<sub>4</sub> et EU (kcal/kg MS)

En conclusion trois critères essentiels sont retenus : UF, PDI (avec disparition des PDIN), et BPR (ou balance protéique du rumen). Ce dernier critère sert à identifier les quantités de protéines qui sortent du rumen par rapport à celle ingérées. Il se calcule avec la MAT ingérée et la digestibilité de la matière organique afin de mieux prédire et mieux comprendre les réponses des animaux en matière de production laitière.

# CONCLUSION

---

## Conclusion

Dans notre étude les résultats de la valeur nutritive des aliments, destinés à l'alimentation de la vache laitière, dans la région de Tiaret montre qu'il n'existe pas de différence significative concernant la valeur énergétique des aliments grossiers et deviennent plus précises. Quant à la valeur PDI : c'est la valeur PDIE (INRA 1988-2004,2007) qui se rapproche de la valeur PDI (2018), notamment pour le son de blé et l'herbe temporaire. D'une manière générale nous constatons que les PDIE sont supérieurs aux PDIN. Ce qui peut s'expliquer que la vitesse de transit des aliments a été en majorité surestimée, avec le système d'alimentation proposé par l'INRA antérieur à 2018 surtout pour les fourrages, donc la dégradabilité ruminale est plus forte que prévue . En conséquences surestimation des PDIA et surestimation des PDIE, ce que nous constatons dans les aliments étudiés.

Pour répondre à ces nouvelles demandes, la démarche classique visant à calculer une ration pour couvrir un besoin de production n'est plus adaptée, et le système d'alimentation proposé par l'INRA , 2018 a été largement rénové, de nouveaux concepts qui permet une diversité de réponses prédites afin de repenser les objectifs du rationnement mais le principe des systèmes UF, PDI et UE ont été conservées dans un souci de continuité et surtout du fait de la puissance des concepts valides par les années d'expérience. Ce système permet aussi de prédire les émissions de méthane, les rejets azotes par l'urine et les fèces.

En dernier nous conseillons les promotions avenir à reprendre ce thème afin de mieux fixer ces prérequis qui sont nouveaux et exigent un certain temps pour leur assimilation et pourquoi pas à la création d'un logiciel de rationnement propre à nos système d'élevages.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

**ALLISON, D.W., (1971).** Influence of photoperiod and thermoperiode on the IVDMD and cell wall components of tall fescue. Corp. Science, pp 456-458.

**AUFRERE, J., (1982).** Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Ann. Zootechnie., 31, pp 111-130.

**BENCHARCHALI. M. (1994).** Thèse magister agronomie univ Blida. Contribution a l'étude de quelques sous -produits agroindustriels.

**BODCHICHE, L. (2010).** Thèse doctorat univ Annaba. Valorisation des rebuts de dattes dans des rations pour ovins.60p.

**CARTOUX, P. (2010).** Alimentation des bovins viande, Conseiller spécialisé viande bovine. Pour les Réseaux d'Elevage Bovin s Viande de Normandie.

**CHAHMA, S. (2013).** Thèse magister agronomie univ Taraf. Etude Bio-écologie de Hyménoptères parasitoïde des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa 178p.

**CHEHMA A. et LONGO H.F., (2001).** Valorisation des Sous-produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail Revu. Energie. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse, (2001) pp 59-64

**CHEHMA, A., (2005).** Thèse doctorat Étude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa.

**CHENOST M., GRENET E., 1971.**L'indice de fibrosité des fourrages, sa signification et son utilisation pour la prévision de la valeur alimentaire des fourrages. Ann. Zootechnie, pp 247-435.

**CHENOST M., 1996.**L'indice de fibrosité des foins : mesures et relation avec la valeur alimentaire. Ann. Zoo Tech, pp253-257.

**CIRAD-EMVT. Mars (2003).** Techniques d'analyses des aliments pour animaux. Ed campus international de Baillarguet. Montpellier :.81p.

**DACCORD. R. (1999):** Digestion chez les ruminants et digestibilité des fourrages.

**DEMARQUILLY, C., ANDRIEU, J. et SAUVANT, D., (1978).** Composition et valeur nutritive des aliments. In : R. JARRIGE (Ed), Alimentation des ruminants. INRA, Paris, pp 469-518.

**DEMARQUILLY, C., JARRIGE, R., (1981).** Panorama des méthodes de prévision de la digestibilité et de la valeur énergétique des fourrages. In : In C DEMARQUILLY (Ed). Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Table de prévision de la valeur alimentaire de fourrages, INRA Paris, pp 41-59.

**DEMARQUILLY, C., (1982).** Influence des facteurs climatiques sur la composition et la valeur nutritive de l'herbe. In action du climat sur l'animal au pâturage. Ed INRA, pp 50-63.

**DEMARQUILLY, C., DULPHY, J. P. et ANDRIEU, J. P., (1998).** Valeur nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage. Revue Fourrages n° 158. Ed AFPF. pp 349-369.

**DEINUM, B. et DIRVEN, J.G.P, (1972).** Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of Congo grass Neth.J.

**DENIUM B. ET DIRVEN J.P.G., 1976.** Climate, nitrogen and grass. 6. Comparison of yield and chemical composition of Brach. ruziziensis and Setaria sphacelata grown at different temperatures, Netherlands Journal of Agricultural Science. p 23.

**DREUXP; (1980).** Précis de l'écologie .Ed .presses Unv. France(P.U.F), Paris ,231p.

**GUERIN H., RICHARD D., LEFEVRE P., FRIOT D. ET M BAYE N. (1989)** :Prévision de la valeur nutritive des fourrages ingérés sur parcours naturels par les ruminants domestiques sahéliens et soudaniens, Actes XVI, Cong. Int. Des Herbages, Nice, France, HELLER, R. ;

**ESNAULT, R. Et LANCE, C., (1995).** Physiologie végétale. 2développement 5eme Ed. Ed Masson, 315p.

**JARRIGE, R., (1988).** Alimentation des bovins, ovins et caprins ; Ed. INRA, PARIS, 471p.

**JARRIGE, R., RUCKEBUSHA, Y. et DEMARQUILLY, C., (1995).** Les herbivores ruminants. In nutrition des ruminants domestiques ; ingestion et digestion. Ed INRA, pp 7-27.

**LECLANT F; (1970).** Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification .Tome I, grandes cultures, Ed .Association de coordination technique Agricole, paris, 63P.

**PISCITELLI, SC., FORMENTINI, E., BURSTEIN, AH., (2002).** Effect of milk thistle on the pharmacokinetics of indinavir in healthy volunteers. *Pharmacotherapies*, 22(5) pp551-556.

**PONCET C., REMOND D., LEPAGE E. ET DOREAU M., (2003).** Comment mieux valoriser les protéagineux et oléagineux en alimentation des ruminants. *Fourrages* 174, pp205-229.

**RAMADEF; (1984).** Eléments d'écologie Ecologie fondamentale. Ed.McGraw Hill, Paris, 379P.

**REKIK, F., (2004).** Détermination quantitative et qualitative des potentialités fourragères des 80 prairies naturelles de basse et moyenne altitude au niveau de la région de Batna. Thèse magister INA El Harrach 94p.

**SAUVANT, D., (1988).** La modélisation de la digestion dans le rumen .Reperd. Nuer. Dev.28, suppl. 1, 33-58

**SOLTNER, D., (1999).** Les grandes productions végétales. 19emeEd. Collection sciences et technique agricoles pp 391-449.

**TISSERAND, J. L., (1991).** Fourrages et sous-produits méditerranéens. Présentation des tables de La valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Option méditerranéenne. Série A n° 16, pp 23-25.

**VOUGH, L. R.and MARTEN, G. C., (1971).** Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of Alfa forage. *Argon's.*, p 63-40.

**WILSON, J. R., (1981).** Environmental and notional factors affecting herbage quality. In nutritional limits to animal production from pastures. Ed J.B. HACKER Farmhand. Royal, UK. Commonwealth Agricultural Bureau, pp 111-131.

# **ANNEXES**

---

## EXEMPLE DE PREDICTION DE LA VALEUR NUTRITIVE DU FOIN D'AVOINE

Tableau composition chimique moyenne des aliments

Ce sont des équations séquentielles qui aboutissent au calcul de la valeur nutritive en UFL et en PDI

Tableau : Composition chimique des aliments en (%) de MS et valeur nutritive en Kg de MS (Chemical composition of food % DM and nutritional value Kg (DM))

	Foin d'avoine	Paille de blé dur	Herbe temporaire	Chaume de blé	Maïs grains	Son de blé
MS	91.172±1,682	93,1±0,663	19.2±0,928	93.50±0,881	91,0 ±1,477	92±2,160
MO	87.825±1,33	91.6±1,023	84.73±1,446	92,2±1,191	87.2. ±0,914	95.53±1,501
CB	48.13±1,778	53,2±1,1661	32.4±1,8	55,75±2,217	5,05±0,5744	10,12±1,937
MAT	4,986±1,080	3.43±0,205	13,9±2,112	4.70±1,059	10,08±1,130	13.7±0,748
MM	11.39±1,669	8.4±0,874	14.3±0,655	7.85±0,387	3.8±0,529	4.17±0,565
MG	-	-	-	-	4±0,1825	-
NDF	80.7±5.32	86.4±4.81	59.8±7.3	88.7±5.08	-	-
ADF	49.6±3.52	54.3±5.91	34.5±5.49	56.3± 4.52	-	-

EB voir page 508

### 1- Calcul de EB (EB Kcal /kg de MO) $4531+1.735X - \Delta$

Attention le tableau indique la composition chimique en%de MS alors que l'équation est en kg de MO

X représente la quantité de MAT par KG de MS

49.8g  $\longrightarrow$  1kg de MS OU 0.878Kg de MO

X MAT en Kg de MO  $\longrightarrow$  1kg de MO

$49.8 \times 1/0.878 = 56.78$ g de MAT /kg de Mo

$$EB = 4531 + 1.735 * 56.78 - 11 = 4618.51 \text{ kcal /kg de MO } \text{ ou } 4058.44 \text{ kcal /kg de MS}$$

## 2- Calcul de la dMO page 501

$$dMO = 104.9 - 0.127 ADF + 0.014 MAT$$

$$\text{avec } ADF = 55 + 0.97 CB = 55 + 0.97 * 481.3 = 521.86 \text{ g /kg de MS}$$

$$dMO = 104.9 - 0.127 * 521.86 + 0.014 * 49.8 = 39.32 \%$$

$$3\text{-Calcul de la dE page 510} = -2.556 + 0.985 * dMO = -2.556 + 0.985 * 39.32 = 36.174\% \text{ on}$$

$$\text{sait QUE } ED = EB * dE = 4058.44 * 36.174 = 1468.1 \text{ Kcal/kg de MS}$$

## 4- EM = ED - ECH4 - EU page 491

$$ECH4 = ECH4 = CH4/MOD \times 10^{-3} \times MOD \times 12,5 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{avec } MOD = MO \times 0,01 \times dMO \text{ (en g/kg MS)}$$

$$CH4/MOD = 45,42 - 6,66 \times N_{\text{ref}} + 0,75 \times N_{\text{ref}}^2 \text{ (en kcal/kg MOD)}$$

$$\text{avec } N_{\text{ref}} (\% \text{ du PV}) = (MSVIM \times PV^{0,75}/PV)/10 \text{ avec } PV = 60 \text{ kg pour}$$

les fourrages et  $N_{\text{ref}} (\% \text{ du PV}) = 2$  pour les concentrés

$$N_{\text{ref}} = 75 * PV^{0,75}/PV/10 = 75 * 105.737/0.1 * 500 = 1.58\%$$

$$CH4/MOD = 45,42 - 6,66 \times 1.58 + 0,75 \times 1.58 * 1.58 = 36.77 \text{ kcal/kg MOD}$$

$$ECH4 = CH4/MOD \times 10^{-3} \times MOD \times 12,5 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{avec } MOD = MO \times 0,01 \times dMO \text{ (en g/kg MS)}$$

$$ECH4 = 36.77 \times 10^{-3} \times MOD \times 12,5 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{avec } MOD = MO \times 0,01 \times dMO \text{ (en g/kg MS)}$$

$$MOD = 878.25 * 39.32 * 0.01 = 345.308 \text{ g/kg MS}$$

$$ECH4 = 36.77 \times 10^{-3} \times 345.308 \times 12,5 = 158.712 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$EU = EU\%EB \times EB \times 0,01 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{avec } EU\%EB = 2,9 + 0,017 \times MAT - 0,47 \times N_{\text{ref}} = 2.9 + 0.017 * 49.8 - 0.47 * 1.58 = 3.003 \%$$

$$EU = EU\%EB \times EB \times 0,01 = 3.003 * 4058.44 * 0.01 = 121.874$$

$$EM = ED - ECH4 - EU \text{ en kcal/kg MS} = 1468.1 - 158.712 - 121.874 = 1187.56 \text{ kcal /kg MS}$$

$$UFL = ENL/1760 = EM \times kls \text{ en kcal/kg MS/1760}$$

$$kls = 0,65 + 0,247 \times (q - 0,63) \text{ AVEC } Q = EM/EEB \quad Q = 1187,5/4058,44 = 0,29$$

$$kls = 0,65 + 0,247 \times (0,29 - 0,63) = 0,56$$

$$UFL = 1187,56 \times 0,56 / 1760 = 0,37 \text{ UFL /kg de MS}$$

Prévision UFL ( INRA, 1988, 2004)

l'INRA antérieurs à 2018 utilisaient une équation globale de prédiction qui permettait de passer de l'énergie digestible à l'énergie nette qui contenait des erreurs dans la méthode et ne permettait pas de quantifier séparément les pertes d'énergie sous forme de méthane et d'urine par conséquent elle présentait une sérieuse limite dans la prédiction de la valeur alimentaire.

Les équations de EB, ED, dE, dMO varient sensiblement, il n'existe pas de grande différence entre les équations INRA antérieurs à 2018. Sauf pour le calcul de EM

$$EM/ED = 0,01(84,17 - (0,0099 \times CB\emptyset) - 0,0196 \times MAT\emptyset) + 0,0221 \times NA \quad NA = 1,35 \text{ pour les foins}$$

$$EM/ED = 0,01(84,17 - (0,0099 \times 541,713) - 0,0196 \times 56,708) + 0,0221 \times 1,35 = 0,777$$

Calcul de l'énergie métabolisable EM

$$EM = EM/ED \times ED = 0,777 \times 1468,1 = 1141,088 \text{ Kcal}$$

$$Q = EM/EB = 1141,088 / 4058,44 = 0,28$$

$$UFL = EN/1720 = EM \times kls / 1720 = 1141,088 \times 0,56 / 1720 = 0,37$$

Le calcul de PDI( INRA, 2018) page 491

$$PDI = PDIA + PDIM \text{ BPR en g/kg MS}$$

Avec PDIA = protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire

PDIM = protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne

BPR = balance protéique du rumen

$$PDIA = MAT \times (1 - 0,01 \times DT\_N) \times dr\_N \times 0,01$$

$$PDIM = (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF) \times 0,8 \times 0,8$$

$$BPR = [(MAT \times 0,01 \times DT\_N) - (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF)] - 14,2$$

Avec DT\_N = dégradabilité théorique des protéines dans le rumen (en %)

dr\_N = digestibilité réelle des protéines alimentaires non dégradées dans le rumen (en %)

MOF = matière organique fermentescible (g/kg MS) = MOD – PDIA – AmiD\_int –  
NDFD\_int – AGD\_int – PF

avec AmiD\_int = amidon digestible dans les intestins en g/kg MS

NDFD\_int = NDF digestible dans les intestins

AGD\_int = acides gras digestibles dans les intestins

PF = produits de fermentation des ensilages

Tableau Équations utilisées pour estimer la DT\_N (%) des fourrages à partir de la DT6\_N (%) et pour prévoir la DT6\_N et la dr\_N (%) des fourrages de graminées et de légumineuses à partir de leur teneur en MAT (g/kg MS) et de leurs caractéristiques. Page 511

Estimation de la DT\_N à partir de la DT6\_N et de N<sub>ref</sub>

$$DT_N = 27,6 + 0,760 \times DT6_N - 0,000468 \times (DT6_N)^2 - 5,45 \times N_{ref} + 0,0312 \times N_{ref} \times DT6_N$$

Prévision de la DT6\_N n Équations R<sup>2</sup> ETR

$$\text{Foins } DT6_N = 50,8 + 0,12 \times MAT - 0,00018 \times MAT^2 + \Delta_{\text{Foin}}$$

Valeurs de  $\Delta$  : Graminées, 3,2

$$DT6_N = 50,8 + 0,12 \times MAT - 0,00018 \times MAT^2 + \Delta_{\text{Foin}} \text{ page 511}$$

$$DT6_N = 50,8 + 0,12 \times 49,8 - 0,00018 \times 49,8^2 + 3,2 = 59,53\%$$

1-Estimation de la DT-N à partir de la DT6 – N et de NI de ref

$$DT_N = 27,6 + 0,760 \times DT6_N - 0,000468 \times (DT6_N)^2 - 5,45 \times N_{ref} + 0,0312 \times N_{ref} \times DT6_N$$

$$DT_N = 27,6 + 0,760 \times 59,53 - 0,000468 \times (59,53)^2 - 5,45 \times 1,58 + 0,0312 \times 0,0312 \times 1,58 \times 59,53 = 65,507\%$$

Prévision de la dr\_N

$$dr_N = 100 \times [(1 - DT_N/100) \times MAT - PANDI_{ig}] / [(1 - DT_N/100) \times MAT]$$

avec  $PANDI_{ig} = 7,9 + 0,08 \times MAT - 0,00033 \times MAT^2 + \Delta 1 + \Delta 2 + \Delta 3$  (n = 63,  $R^2 = 0,50$ , ETR = 2,1)

et  $\Delta 1 = -1,9$  pour le 1er cycle de végétation et 0 pour les autres cycles

$\Delta 2 = -2,3$  pour les graminées et les prairies permanentes et 0 pour les légumineuses

$\Delta 3 = -2,0$  pour les fourrages verts et 0 pour les fourrages conservés

$PANDI_{ig} = 7,9 + 0,08 \times 49,8 - 0,00033 \times 49,8^2 + 0 = 11,066 \text{ g/kg de MS}$

$dr_N = 100 \times [(1 - DT_N/100) \times MAT - PANDI_{ig}] / [(1 - DT_N/100) \times MAT]$

$dr_N = 100 \times [(1 - 0,655) \times 49,8 - 11,066] / [(1 - 0,655) \times 49,8] = 35,59\%$

-Calcul de PDIA

$PDIA = MAT \times (1 - 0,01 \times DT_N) \times dr_N \times 0,01$

$PDIA = 49,8 \times (1 - 0,01 \times 65,5) \times 35,59 \times 0,01 = 6,11 \text{ g de PDIA}$

$PDIM = (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF) \times 0,8 \times 0,8$

AVEC  $MOF = MOF = \text{matiere organique fermentescible (g/kg MS)} = MOD - PDIA - \text{AmiD}_{int} - \text{NDFD}_{int} - \text{AGD}_{int} - PF$

$MOD = MOX \text{ dMO} = 878,2 \times 39,32 = 345,308 \text{ g/Kg de MS}$

$AMID_{int} = 0,826 \times AMI \times (1 - 0,01 \times DT - \text{Ami}) = 0$

$NDFND = 785 - 8,62 \times \text{dMO}$  page 500

$NDFND = 785 - 8,62 \times 39,32 = 446,061 \text{ g/kg de MS}$

$NDFD_{int} = 11,4 + 0,08 \times 446,061 = 47,08 \text{ g/kg de MS}$

$AG = 1,78 + 0,105 \times MAT + \Delta$

$AG = 1,78 + 0,105 \times 49,8 + 5,45 = 12,459 \text{ g/kg de MS}$

$MOF = \text{matiere organique fermentescible (g/kg MS)} = MOD - PDIA - \text{AmiD}_{int} - \text{NDFD}_{int} - \text{AGD}_{int} - PF$  page 491

Acides gras digestibles dans l'intestin ( $AGD_{int}$ ) PP 515

$AGD_{int} = 6,0 + 0,599 \times AG_{duo}$  (equation 3.33)

avec  $AG_{duo} = \text{acides gras au duodenum (g/kg MS)}$

$$AG\_duo = 9,7 + 0,75 \times AG \text{ (equation 3.32)}$$

$$AG\_duo = 9,7 + 0,75 \times AG = 9,7 + 0,75 \times 12,459 = 19,04$$

$$AGD\_int = 6,0 + 0,599 \times 19,04 = 17,4$$

$$MOF = MOD - PDIA - AmiD\_int - NDFD\_int - AGD\_int - PF \quad \text{page 491}$$

$$MOF = 345,308 - 6,11 - 0 - 47,08 - 17,4 = 274,718 \text{ g /kg de MS}$$

$$PDIM = (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF) \times 0,8 \times 0,8$$

$$PDIM = (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times 274,718) \times 0,64 = 39,502$$

$$PDI = PDIA + PDIM = 6,11 + 39,502 = 45,61 \text{ g}$$

$$BPR = [(MAT \times 0,01 \times DT\_N) - (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF)] - 14,2$$

$$BPR = [(49,8 \times 0,01 \times 65,507) - (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times 274,718)] - 14,2$$

$$BPR = 32,622 - 43,645 - 14,2 = -25,22$$

#### Le calcul de PDI (1988 - 2004)

Quant au principe de la détermination des valeurs PDI des aliments.

La prévision de la teneur en PDI des aliments nécessite la prise en compte de 4 paramètres :

- la teneur en matières azotées totales (MAT) ;
- la dégradabilité théorique en sachets des matières azotées (DT) ;
- la digestibilité réelle des protéines alimentaires dans l'intestin grêle (dr) ;
- la teneur en matière organique fermentescible (MOF), elle-même fonction de la teneur en Matière organique digestible (MOD) et des teneurs en matières grasses (MG) et en matières azotées non dégradables dans le rumen (MAT x (1 - DT))

Le calcul de la valeur PDIA

La dégradabilité théorique (DT) surestime la dégradation réelle des matières azotées. On estime qu'à l'entrée de l'intestin les protéines intestinales d'origine alimentaire (PDIA), représentent 1,11 fois celles qui sont calculées à partir de la (DT) :

$$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr \quad MAT \times (1 - 0,01 \times DT\_N) \times dr\_N \times 0,01$$

Les valeurs de DT et de dr sont publiées par (l'INRA, éditions, 2004).

Le calcul de la valeur PDIM

Les protéines microbiennes arrivant dans l'intestin (PIM) représentent 80% des matières azotées microbienne (Mam), Leur digestibilité est en moyenne de 0,8 on peut donc écrire :

$$PDIM = 0,8 \times Mam$$

$$PDIM = 0,8 \times 0,8 \times Mam = 0,64MAM$$

Deux estimations des quantités de matières azotées microbiennes sont possibles :

Si l'estimation est faite en tenant compte du facteur limitant matière azotée dégradable, la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne permise par l'azote (N) est déduite de la quantité de matières azotées permise par l'azote, MAMN :

$$PDIMN = 0,64 MAMN$$

Les microorganismes peuvent capter au mieux 90 % de l'azote alimentaire dégradable :

$$MAMN = MAT[1 - 1.11(1 - DT)]0,9$$

$$PDIMN = 0,64 MAT[1 - 1.11(1 - DT)]0,9$$

$$PDIMN = 0,64 MAT (DT - 0,10)$$

Si l'estimation est faite en tenant compte du facteur limitant énergie fermentescible, la quantité de protéines digestibles dans l'intestin d'origine

microbienne permise par l'énergie (E) PDIME est déduite de la quantité de matières azotées permise par l'énergie, MAME :

$$PDIME = 0.64 MAME$$

Les microorganismes fabriquent environ 145 g de Mam par kilogramme de MOF :

$$MAME = 0,145MOF$$

$$PDIME = 0,8 \times 0,8 \times 0,145 MOF$$

$$PDIME = 0,093 MOF \text{ si MOF est exprimée en kilogrammes ;}$$

$$PDIME = 93 MOF \text{ si MOF est exprimée en grammes ;}$$

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

Le calcul de la valeur PDIA avec DR estimé DR= 65.507%

$$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - DT) \times dr = 1,11 \times 49,8 \times (1 - 0,65507) \times 35,59\% = 6,77g$$

$$DT = 65$$

.50%

$$PDIMN = 0,64 \times MAT \times (DT - 0,10)$$

$$PDIMN = 0,64 \times MAT \times (0,78 - 0,10) = 0,64 \times 49,8 \times 0,68 = 21,672g$$

$$PDIMN = 0,64 \times 49,8 \times (0,655 - 0,1) = 17,688g \quad \text{avec DT estimé } 65,507\%$$

$$MOF \text{ en g/kg de MS} = MOD - (PF + MG + MAND)$$

$$MOD = MOX \times dMO = 878,2 \times 39,32 = 345,30g$$

$$MAND \text{ en g/kg de MS} = 1,11 \times MAT \times (1 - 0,655) = 1,11 \times 49,8 \times 0,345 = 19,070g$$

$$MOF = (345,30) - (19,070) = 326,23g$$

$$PDIME = 0,093 \times MOF \text{ si MOF est exprimée en kilogrammes ;}$$

$$PDIME = 0,8 \times 0,8 \times 0,145 \times MOF$$

$$PDIME = 0,8 \times 0,8 \times 0,145 \times 326,23 = 30,27$$

$$PDIN = PDIA + PDIMN = 6,77 + 17,68 = 24,458g$$

$$PDIE = PDIA + PDIME = 6,77 + 30,25 = 37,02g$$

### PREDICTION DE LA VALEUR NUTRITIVE DE MAÏS

$$EB \text{ ( kcal/kg de MS )} = 4\,134 + 1,473 \times MAT + 5,239 \times EE + 0,925 \times CB - 4,46 \times MM + \Delta$$

( $\Delta = 75$  pour la farine de maïs)

$$1-EB \text{ ( kcal/kg de MS )} = 4\,134 + 1,473 \times 100,8 + 5,239 \times 40 + 0,925 \times 50,5 - 4,46 \times 38 +$$

75

$$EB \text{ ( kcal/kg de ms} = 4443,97 \text{ kcal /kg ms)}$$

2-calcul de la dMO page 503

$$dMO = 91,5 - 0,132 \times CB + 0,0052 \times MAT + \Delta = 91,5 - 0,132 \times 50,5 + 0,0052 \times 100,8 + 5,5 = 90,858\%$$

$\Delta = 5,5$  pour épis entiers et grains + rafles

3-Calcul de la dE page 510

$$dE = -3,50 + dMO + 0,0046 \times MAT + 0,0155 \times EE$$

$$dE = -3,50 + 90,858 + 0,0046 \times 100,8 + 0,0155 \times 40 = 88,44\%$$

$$ED = EB \times dE \times 0,01 = 4443,97 \times 88,44 \times 0,01 = 3930,247 \text{ Kcal/kg de MS}$$

4-Calcul de EM Page 491

$$EM = ED - ECH_4 - EU \text{ en kcal/kg MS}$$

$$CH_4/MOD = CH_4/MOD \times 10^{-3} \times MOD \times 12,5 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{avec } MOD = MO \times 0,01 \times dMO \text{ (en g/kg MS)}$$

$$CH_4/MOD = 45,42 - 6,66 \times NI_{ref} + 0,75 \times NI_{ref}^2 \text{ (en kcal/kg MOD)}$$

$$\text{avec } NI_{ref} (\% \text{ du PV}) = (MSVIM \times PV_{0,75}/PV)/10$$

$$NI_{ref} (\% \text{ du PV}) = 2 \text{ pour les concentrés}$$

$$EU = EU\%EB \times BE \times 0,01 \text{ en kcal/kg MS}$$

$$\text{avec } EU\%EB = 2,9 + 0,017 \times MAT - 0,47 \times NI_{ref}$$

$$MOD = 792,731 \text{ g}$$

$$CH_4/MOD = 34,88 \text{ KCL/kg de MS}$$

$$ECH_4 = 345,63 \text{ kcal/kg de MS}$$

$$EU\%EB = 3,628 \text{ kcal / 100 kcal de EB}$$

$$EU = EU\%EB \times EB \times 0,01 \text{ en kcal/kg MS} = 161,227 \text{ kcal/kg de MS}$$

$$EM = EM = ED - ECH_4 - EU \text{ en kcal/kg MS} = 3423,39 \text{ kcal/kg de MS}$$

$$UFL = ENL/1760 \quad UFV = ENV/1760 \text{ en UF/kg MS}$$

$$ENL = EM \times kls \text{ en kcal/kg MS}$$

$$Kls = 0,65 + 0,2475(Q - 0,63) \quad \text{AVEC } Q = EM/EB = 0,68$$

UFL(INRA 2018)= 1.32UF/kg de MS

UFL(INRA 1988 ; 2004) considérons que la prévision des constantes dMO, DT, et dE n'ont pas de différence significative entre 1988, 2004 et 2018

$EM/ED = 0.01(84.17 - (0.0099 * CB\emptyset) - 0.0196 * MAT\emptyset) + 0.0221 * NA = 0.814$

NA= 1.7 pour les concentrés

$EM = EM/ED * ED = 0.814 * 3930.247 = 3200.4 \text{ kcal/Kg de MS}$

$Q = EM/EB = 0.72$  avec  $kls = 0.65 + 0.2475(0.72 - 0.63) = 0.67$

$UFL = 3200.4 * 0.67 / 1720 = 1.24 \text{ UF /kg de MS}$



PF

792,2831552- MOD

MOD A26

AmiD\_int

Amidon digestible dans l'intestin (AmiD\_int)

$$\text{Ami\_int} = 0,826 \times \text{Ami} \times (1 - 0,01 \times \text{DT\_Ami}) \text{ (équation 3.27)}$$

avec DT\_ami = dégradabilité théorique de l'amidon dans le rumen (%)

$$\text{DT\_Ami} = 18,8 + 1,30 \times \text{DT6\_Ami} - 0,00575 \times \text{DT6\_Ami}^2 - 9,42 \times \text{Nlref} + 0,0897 \times \text{Nlref} \times \text{DT6\_Ami}$$

avec DT6\_Ami (%) lue dans les tables pour les fourrages et les concentrés, sauf pour l'ensilage de maïs

DT	0,61
_NAmi	
D	
DT 6	0,6
Ami	

avec DT6\_Ami =  $109,72 - 0,9707 \times \text{MS} (\%) + 0,01799 \times \text{Ami}$  (n = 168, R2

ajusté = 0,89, ETRajusté = 4,7), pour l'ensilage de maïs

$$\text{DT\_Ami} = 18,8 + 1,30 \times \text{DT6\_Ami} - 0,00575 \times \text{DT6\_Ami}^2 - 9,42 \times \text{Nlref} + 0,0897 \times \text{Nlref} \times \text{DT6\_Ami}$$
**voir page 599**

$$\text{DT\_Ami} = 18,8 + 1,30 \times \text{DT6\_Ami} - 0,00575 \times \text{DT6\_Ami}^2 - 9,42 \times \text{Nlref} + 0,0897 \times \text{Nlref} \times \text{DT6\_Ami}$$

74,2413171

$$\text{Ami\_int} = 0,826 \times \text{Ami} \times (1 - 0,01 \times \text{DT\_Ami})$$

ou bien

$$\text{Ami\_int} = 0,826 \times \text{Ami} \times (1 - 0,01 \times \text{DT\_Ami})$$

Ami	PAGE
739	599

AVEC DT\_Ami= 74,2413171

AVEC DT\_Ami lue  
61%
$$\text{Ami\_int} = 0,826 \times \text{Ami} \times (1 - 0,01 \times \text{DT\_Ami})$$

$$\text{Ami\_int} = 0,826 \times \text{Ami} \times (1 - 0,01 \times \text{DT\_Ami})$$

609,671587

609,804 de il n'existe pas s  
difference

MOF = matière organique fermentescible (g/kg MS) = MOD – PDIA – AmiD\_int – NDFD\_int – AGD\_int – PF

792,2831552- MOD  
MOD A26

NDF digestible dans l'intestin (NDFD\_int)

$NDFD_{int} = 11,4 + 0,08 \times NDFND$  (équations 3.30 et 3.31)

avec NDFND = NDF non digestible dans le tube digestif total (g/kg MS) calculé à partir du tableau 24.7

dMOM=75-2,74NI                      page 50    71,82788

62

NDFND=                      591-6,09dMOM    153,5681

73

$NDFD_{int} = 11,4 + 0,08 \times NDFND$  (équations 3.30 et 3.31)

23,6854538                      NDFD

MOF = matière organique fermentescible (g/kg MS) = MOD – PDIA – AmiD\_int – NDFD\_int – AGD\_int – PF

$AGD_{int} = 6,0 + 0,599 \times AG_{duo}$  (équation 3.33)

avec  $AG_{duo}$  = acides gras au duodénum (g/kg MS)

$AG_{duo} = 9,7 + 0,75 \times AG$  (équation 3.32)

avec AG = teneur en acides gras (g/kg MS) lue dans les tables ou calculée pour les fourrages à partir des tableaux 24.4, 24.5 et 24.6

AG LUE                      41

40,45                      AGD

\_duo

30,22955      AGD\_i  
nt

792,2831552-      MOD  
MOD A26

**80,6149644      MOF**

$PDIM = (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times MOF) \times 0,8 \times$   
0,8

**45,3795782      pdim**

**93,4611782      PDI**

$BPR = [(MAT \times 0,01 \times DT\_N) - (41,67 + 71,9 \times 10^{-3} \times$   
MOF)] - 14,2

mat  
100,8

DT-  
N:47%

MOF:80,6149644

47,376

47,4662159

**-14,2902159**

**BPR:manque d'azote  
dégradable**

## Etude de la prévision de la valeur nutritive de quelques aliments utilisés dans l'alimentation des ruminants cas de la région de TIARET

### Résumé

L'objectif de l'étude consiste à la prédiction de la valeur nutritive des aliments que compose la ration de la région de TIARET, avec un nouveau système (INRA, 2018).

Une comparaison de la prédiction de la valeur nutritive a été réalisée entre l'ancien système (INRA, 1988 ; INRA, 2004 ; INRA, 2007) au système (INRA, 2018). En plus ce système permet de prédire les émissions de méthane et d'urines émises par les aliments. Les résultats sont en adéquation avec ceux de l'INRA 2018, les aliments grossiers ont connu une variation de l'ordre de 0.02 à 0.05UFL par rapport à ceux antérieurs à 2018. Pour les aliments grossiers, les valeurs PDI se rapprochent des valeurs PDIE du système (1988, 2007). La balance protéique du rumen est en déficit en azote dégradable pour le foin d'avoine-43g/kg de MS, la paille de blé dur -45g/kg de MS, l'herbe de printemps et le son de blé enregistrent un léger excès en azote dégradable +3g/kg de MS et 1.6g/kg de MS. Les émissions moyennes de méthane émises par les aliments grossiers et de concentrés par Kg de MS sont de 151 Kcal et de 316 Kcal respectivement. Le système (INRA, 2018) contient de nouveaux concepts qui permettent une diversité de réponses prédites afin de repenser les objectifs du rationnement.

**Mots clé :** (INRA, 2018), UFL, PDI, BPR, CH<sub>4</sub>,

**Study of the prediction of the nutritional value of some feeds used in feeding ruminants in the TIARET region**

### Summary

The objective of the study is to predict the nutritional value of the foods in the ration of the TIARET region, with a new system (INRA, 2018).

A comparison of the nutritional value prediction was made between the old systems (INRA, 1988; INRA, 2004; INRA, 2007) to the system (INRA, 2018). In addition, this system makes it possible to predict the emissions of methane and urine emitted by food. The results are in line with those of INRA 2018, coarse foods have experienced a variation of around 0.02 to 0.05UFL compared to those prior to 2018. For coarse foods, the PDI values are close to the PDIE values. System (1988, 2007). The rumen protein balance is deficient in degradable nitrogen for oat hay -43g / kg DM, durum wheat straw -45g / kg DM, spring grass and wheat bran register a slight excess in degradable nitrogen + 3g / kg DM and 1.6g / kg DM. The average methane emissions from coarse and concentrate foods per Kg of DM are 151 Kcal and 316 Kcal respectively. The system (INRA, 2018) contains new concepts that allow a variety of predicted responses in order to rethink the objectives of rationing.

**Key words:** (INRA, 2018), UFL, PDI, BPR, CH<sub>4</sub>,

### دراسة التنبؤ بالقيمة الغذائية لبعض الأعلاف المستخدمة في تغذية المجترات بمنطقة تيارت

ملخص

الهدف من الدراسة هو التنبؤ بالقيمة الغذائية للأغذية في حصص منطقة تيارت بنظام جديد (INRA، 2018).

تم إجراء مقارنة للتنبؤ بقيمة المغذيات بين النظام القديم (INRA، 1988، INRA، 2004، INRA، 2007) إلى النظام (INRA، 2018). بالإضافة إلى ذلك، يتيح هذا النظام إمكانية التنبؤ بانبعاثات غاز الميثان والبول المبعث من الطعام. تتماشى النتائج مع نتائج INRA 2018، فقد شهدت الأطعمة الخشنة تبايناً يتراوح بين 0.02 و 0.05 UFL مقارنةً بالنتائج السابقة لعام 2018. بالنسبة للأطعمة الخشنة، تكون قيم PDI أقرب إلى قيم PDIE. النظام (1988، 2007). توازن بروتين الكرش ناقص في النيتروجين القابل للتحلل لقش الشوفان -43 جم / كجم قش القمح القاسي -45 كجم / كجم DM، سجل العشب الربيعي ونخالة القمح فائضاً طفيفاً في النيتروجين القابل للتحلل + 3 جم / كجم DM و 1.6 جم / كجم DM. متوسط انبعاثات غاز الميثان المنبعثة من الأطعمة الخشنة والمركبات لكل كجم من DM هو 151 كيلو كالوري و 316 كيلو كالوري على التوالي. يحتوي النظام (INRA، 2018) على مفاهيم جديدة تسمح بمجموعة متنوعة من الاستجابات المتوقعة من أجل إعادة التفكير في أهداف التقنين.