

INRA 2018

LE NOUVEAU SYSTÈME D'ALIMENTATION DES RUMINANTS INRAE

Le nouveau système d'alimentation des ruminants proposé par l'INRAE en 2018 a pour objectif principal d'être plus précis dans la prévision des apports, des besoins et des réponses des animaux et permettre ainsi un meilleur choix de rationnement en fonction des objectifs fixés.

PRINCIPE DE BASE :

L'efficacité d'une ration passe par une meilleure connaissance du fonctionnement du rumen.

Le nouveau système permet de mieux prendre en compte la nature des fourrages et des concentrés, mais aussi leur association dans une ration. Il intègre également une révision de l'ensemble des besoins des animaux (production, entretien, gestation).

Depuis 2010, INRAE a travaillé à la rénovation du système d'unités pour le rationnement des ruminants datant de 2007 et partiellement mis à jour en 2010. Cette rénovation comprend simultanément une refonte des tables et des recommandations alimentaires pour les ruminants.

L'objectif est de mieux expliquer et de mieux prévoir les réponses des animaux, notamment aux changements de régimes et de pratiques alimentaires. Les nouveautés issues de la recherche scientifique permettent de mieux répondre aux besoins des filières et des éleveurs pour :

- Transformer plus efficacement les ressources,
- Minimiser les rejets,
- Rechercher la qualité souhaitée pour les produits,
- S'adapter à la demande,
- Respecter la santé et le bien-être des animaux,
- Au final, favoriser la durabilité de l'élevage.

À partir de bases de données regroupant des résultats d'essais INRAE et de la littérature internationale, le projet Systali a permis de mieux évaluer :

- Les besoins productifs (lait & viande) et non productifs (entretien, utilisation de la ration, activité) des animaux,
- Les interactions métaboliques (liens entre les apports et les besoins),
- Les interactions digestives (valorisation des aliments dans une ration),
- Les rejets azotés,
- Les émissions de méthane entérique,
- Le profil en acides gras du lait,
- Le risque d'acidose.

La prise en compte de l'ensemble de ces principes se fait par la prédiction des multiples réponses animales aux variations de pratiques alimentaires. L'enjeu est donc de valoriser toutes les équations récentes et publiées pour en faire un système rénové plus performant pour l'énergie (UF) et les protéines (PDI).

Afin de vulgariser ces nouveaux principes, l'Institut de l'Élevage propose un ensemble de fiches, détaillant les nouveautés et/ou améliorations d'INRA 2018 pour les principales productions de ruminants.

Dans ce nouveau système, on passe d'une logique de couverture des besoins d'un animal à une logique de prévision des productions (lait, croissance & matières utiles) et des rejets de celui-ci. Le système étant devenu plus compliqué car plus proche des phénomènes biologiques, le calcul manuel de rationnement n'est plus possible. Le recours à un logiciel spécifique devient indispensable (INRAtion®V5 ou RUMINAL).

Vous trouverez dans ce dossier un schéma des principales nouveautés. Celles-ci sont détaillées au travers de fiches précisant les concepts et leurs principales conséquences pratiques.

FICHES PRATIQUES :

Fiche 1 : Les besoins productifs et non productifs évoluent.

Fiche 2 : La valeur des aliments est fonction de la ration et des animaux qui la consomment.

Fiche 3 : Les concentrés ont une valeur minimale d'encombrement.

Fiche 4 : La proportion de concentrés (PCO) impacte la valorisation de la ration.

Fiche 5 : L'ingestion d'herbe prend en compte les conditions de pâturage.

Fiche 6 : Le niveau d'ingestion (NI) est le principal facteur des interactions digestives.

Fiche 7 : La Balance Protéique du Rumen (BPR) est une nouveauté importante dans INRA 2018.

Fiche 8 : La vitesse de transit est variable.

Fiche 9 : Les interactions digestives entraînent des pertes énergétiques.

Fiche 10 : L'efficacité des PDI est variable.

Fiche 11 : La réponse de production est prédictible à partir de la ration.

A : Le méthane entérique, produit de la fermentation ruminale.

B : Les rejets d'azote urinaire : une prédiction possible.

C : La prédiction des acides gras du lait.

D : Un nouvel indice de confort digestif IRA.

E : L'estimation de l'eau bu.

F : Les besoins en minéraux.

Valeur UFL
1 UFL = 1 760 kcal

FICHE 7

La Balance Protéique
du Rumen (BPR)

FICHE 5

Au pâturage

A
 CH_4

FICHE 6

MSI & NI

FICHE 3

Encombrement du concentré

FICHE 2

Valeurs des aliments
UFL / MAT

Distribution
à volonté

FICHE 4

Ration
Proportion de
concentrés (PCO)

D
Confort digestif

E
Eau & minéraux

F

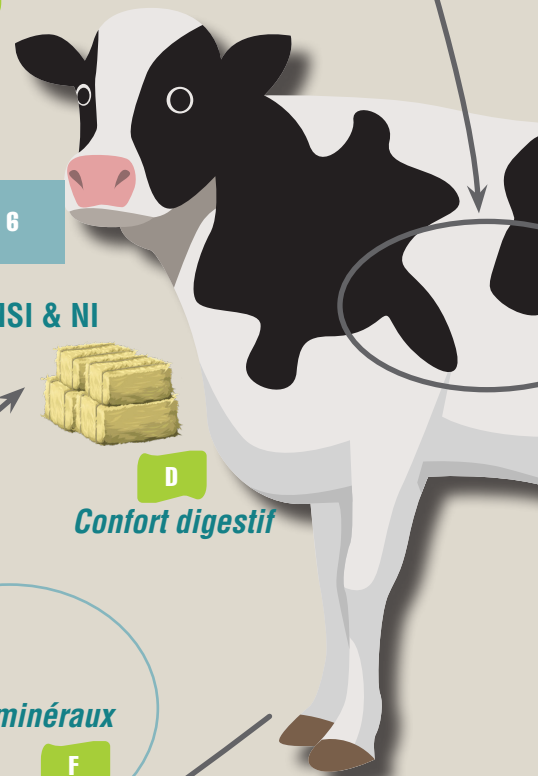
FICHE 1

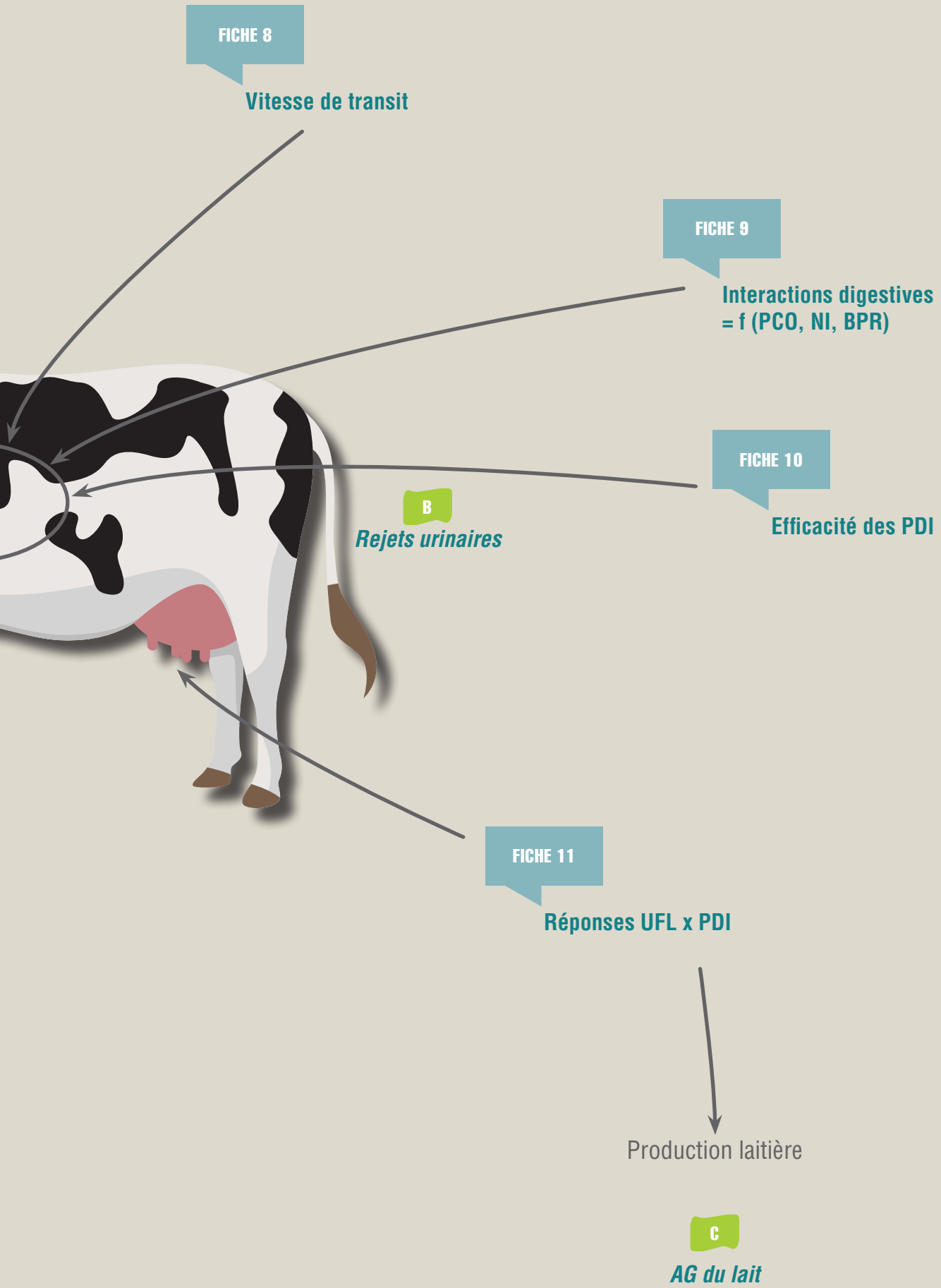
Les besoins

productifs

non productifs

Prédiction des
performances avec un
changement de ration





FICHE 1

LES BESOINS PRODUCTIFS ET NON PRODUCTIFS ÉVOLUENT

BESOINS NON PRODUCTIFS

Les besoins non productifs correspondent à des dépenses qui sont liées à l'entretien, à l'utilisation de la ration par l'animal et à l'activité de l'animal.

Les besoins en énergie pour l'entretien varient selon le poids vif et l'activité des animaux. Ils augmentent par rapport à INRA 2007. Ainsi, les besoins UFL d'entretien d'une vache de 650 kg à l'entrave passent de 5,3 à 6,6 UFL/j soit une augmentation d'environ 25 %. Les correctifs en stabulation et au pâturage par rapport à l'entrave sont maintenus (respectivement + 10 et + 20 %, cf. *tableau 1*).

Tableau 1 : évolution des besoins énergétiques à l'entretien pour une vache à l'entrave.

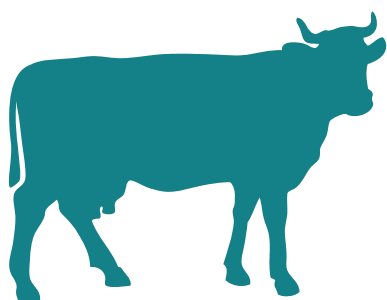
	INRA 2007	INRA 2018	Ecart 2018/2007
Valeur kcal pour 1 UFL	1 700	1 760	+ 3,5 %
A l'entretien, pour une vache de 650 kg à l'entrave			
Besoins énergétiques (UFL/jour)	5,3	6,6	+ 25 %
En stabulation	5,8	6,9	+ 19 %
Au pâturage (en plaine)	6,3	7,6	+ 21 %

Pour les protéines, les besoins en PDI sont plus précis et désormais liés au poids vif et aux quantités ingérées alors qu'ils étaient uniquement liés au poids vif auparavant ; ils sont donc augmentés. Le nouveau système INRA 2018 se rapproche ainsi des autres grands systèmes d'alimentation existants dans le monde.

L'augmentation des besoins d'entretien en PDI est de l'ordre de 200 à 250 g/VL/jour pour une vache produisant entre 30 et 35 kg lait/VL/jour, soit une augmentation proche de 50 %. Par exemple, pour une vache de 650 kg ingérant 20 kg de MS par jour, ils passent de 418 à 612 g/j de PDI.

Tableau 2 : évolution des besoins protéiques à l'entretien pour une vache laitière de 650 kg, produisant 30 kg de lait/jour, à l'entrave.

	INRA 2007	INRA 2018	Ecart 2018/2007
Besoins en PDI (g/VL/jour)	418	612	+ 46 %



BESOINS PRODUCTIFS

Pour l'énergie, les besoins en UFL pour la production de lait sont peu modifiés : 0,42 UFL pour 1 kg de lait à 40 g de matière grasse par kg (contre 0,44 auparavant). Toutefois, la valeur de l'UFL a été revue, passant de 1 700 à 1 760 kcal. Le changement est donc minime.

Pour les protéines, les besoins pour produire 1 kg de lait dépendent désormais de la ration distribuée, en lien avec l'efficacité des PDI. Plus la ration est concentrée en PDI, plus l'efficacité de transformation des PDI est faible, et donc plus il faut de PDI pour produire 1 kg de lait.

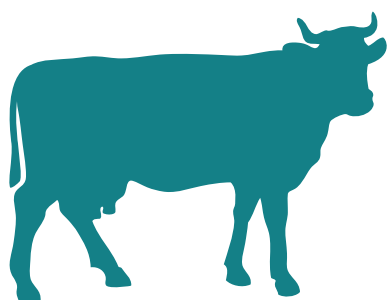
En conséquence les besoins pour produire 1 kg de lait à 32 g/kg de taux protéique varient de 40 à 64 g de PDI / kg de lait. Cela s'explique par une différence d'efficacité des PDI variant de 50 à 80% selon la concentration protéique de la ration.

Pour une ration à 100 g PDI/kg de MS, les besoins sont en moyenne de 48 g PDI/kg de lait, comme dans INRA 2007. Ils passent en moyenne à 55 g/kg de lait avec une ration à 120 g de PDI/kg MS, et à 42 avec une ration à 80 g PDI/kg MS (*tableau 3*).

Tableau 3 : Les besoins de production en PDI selon le niveau de PDI/kg MS de la ration offerte à volonté.

Concentration ration (g PDI/kg MS)	80	100	120
Efficacité des PDI (%)	77	67	58
Besoins (g PDI/kg lait)*	42	48	55

* pour un 1 kg de lait avec un TP à 32 g/kg



EN PRATIQUE, les besoins en UFL et PDI ne doivent pas être considérés seuls mais au sein d'un système complet dans lequel les apports évoluent également. Il ne faut donc pas augmenter les apports sous prétexte que les besoins théoriques sont plus élevés.

POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **DÉPENSES, EFFICACITÉ MÉTABOLIQUE ET BESOINS EN PROTÉINES ET EN ACIDES AMINÉS.**

D. Sauvant, G. Cantalapiedra-Hijar, S. Lemosquet, P. Nozière, V. Berthelot, P. Faverdin. Chapitre 7, pages 133-155.

- **VACHES LAITIÈRES.**

P. Faverdin, R. Delagarde, S. Lemosquet, A. Boudon, L. Delaby. Chapitre 17, pages 273-314.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 2

LA VALEUR DES ALIMENTS EST FONCTION DE LA RATION ET DES ANIMAUX QUI LA CONSOMMENT

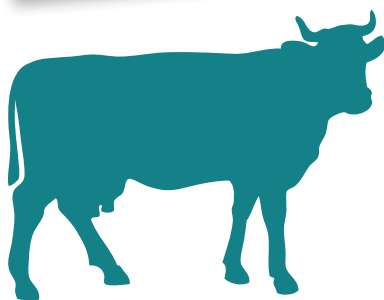
Les valeurs nutritives des fourrages et des concentrés sont indiquées dans les nouvelles tables INRA 2018. Elles ont été complétées par rapport aux tables 2007, cependant ces valeurs ne sont que des valeurs indicatives (valeur "table"). **En effet, la valeur d'un aliment dépend désormais de la ration dans laquelle il se trouve, et de l'animal qui l'ingère (valeur "ration").** Il n'est donc plus possible de calculer les valeurs UFL et PDI d'une ration en additionnant les valeurs "table" de chaque aliment. Les valeurs des aliments deviennent variables en fonction de la ration. Les valeurs de chaque aliment dans une ration donnée sont additives. Les valeurs des rations seront donc variables, notamment en fonction du niveau d'ingestion NI (cf. fiche 6).

POUR L'ÉNERGIE ET L'ENCOMBREMENT

UFL et UEL : principes maintenus avec INRA 2018

POUR L'AZOTE

Les PDIN et PDIE sont remplacées par les PDI et la balance protéique du rumen BPR (cf. fiche 7)



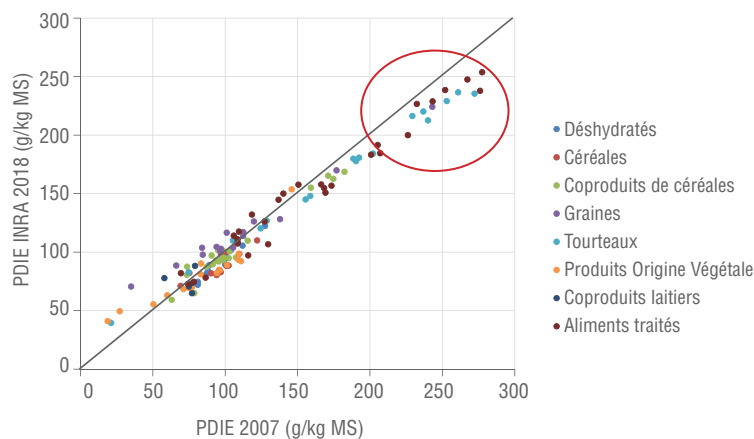
Cette différence entre la valeur "table" et la valeur "ration" s'explique par le fait qu'un aliment est plus ou moins bien digéré et valorisé dans le rumen ou l'intestin selon la proportion de concentré de la ration (PCO, cf. fiche 4), le niveau d'ingestion (NI, cf. fiche 6) et la balance protéique du rumen (BPR, cf. fiche 7).

Les valeurs "table" restent des valeurs repères proposées pour un niveau d'ingestion de référence (NIref) qui correspond à la mesure de digestibilité sur moutons : NIref est fixé à 2 kg MS/100 kg poids vif pour les concentrés, à 1,44 pour le maïs ensilage et à 2 +/- 0,5 pour les autres fourrages (indexé sur la valeur UEM). Dans les tables, les valeurs des aliments sont calculées avec une proportion de concentrés à 0 et une BPR à 0. Leurs effets sont pris en compte dans le calcul de ration.

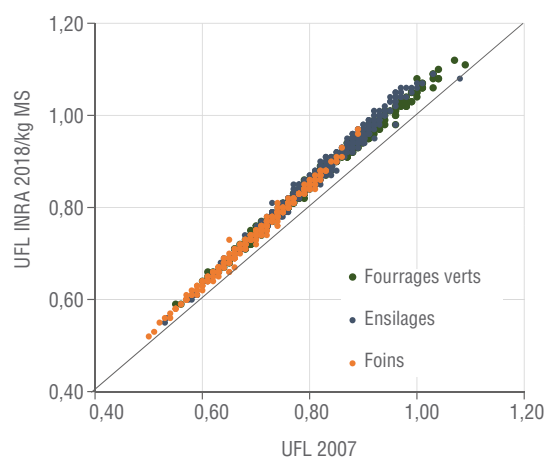
Par rapport aux tables antérieures, ces valeurs "table" sont légèrement augmentées en moyenne pour les UFL des fourrages (+ 0,05 UFL/kg MS). Les valeurs PDI "tables" varient en moyenne de - 4 à + 5 g/kg MS. Pour des concentrés ayant une valeur entre 0,6 et 1,06 UFL/kg, la valeur UFL est stable. Dans le même temps, la valeur PDI diminue de 15 g PDI/kg MS pour les aliments les plus riches en protéines (cf. figure).

VALEURS TABLES

Aliment	UFL INRA 2018 tables /UFL 2007	PDI INRA 2018 tables /PDIE 2007
Ensilage maïs	0,95 / 0,90	62 / 67
Ensilage herbe ++	1,02 / 0,95	77 / 78
Ensilage herbe --	0,90 / 0,84	67 / 68
Foin de qualité	0,85 / 0,80	88 / 95
Foin fibreux	0,75 / 0,70	72 / 76
Tourteau de soja 48	1,13 / 1,06	200 / 229
Tourteau de colza 35	0,88 / 0,85	128 / 138
Blé	1,03 / 1,02	77 / 89



Source : INRAE, 2015



Source : INRAE, 2015

De plus, pour mieux prendre en compte l'effet d'encombrement des concentrés fibreux, les concentrés se voient attribuer une valeur minimale d'encombrement autour de $0,3 \pm 0,13$ chez la vache laitière (cf. fiche 3).

Attention : Les valeurs INRA 2018 qui apparaissent sur les bulletins d'analyse ne sont donc pas comparables à celles présentées comme INRA 2007. Ces valeurs sont prédites à partir de la composition chimique de l'aliment, qui demeure la référence.

POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **CALCUL DE LA VALEUR DES ALIMENTS POUR LES RUMINANTS : TABLES ET ÉQUATIONS DE PRÉVISION.**

R. Baumont, D. Sauvant, G. Maxin, P. Chapoutot, G. Tran, A. Boudon, S. Lemosquet, P. Nozière.
Chapitre 24, pages 487-520.

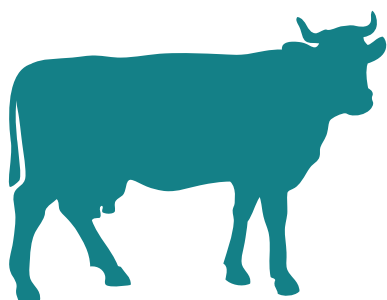
EN PRATIQUE, les valeurs des aliments et de la ration ne doivent pas être considérées seules mais au sein d'un système complet dans lequel les besoins évoluent également.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 3

LES CONCENTRÉS ONT UNE VALEUR MINIMALE D'ENCOMBREMENT



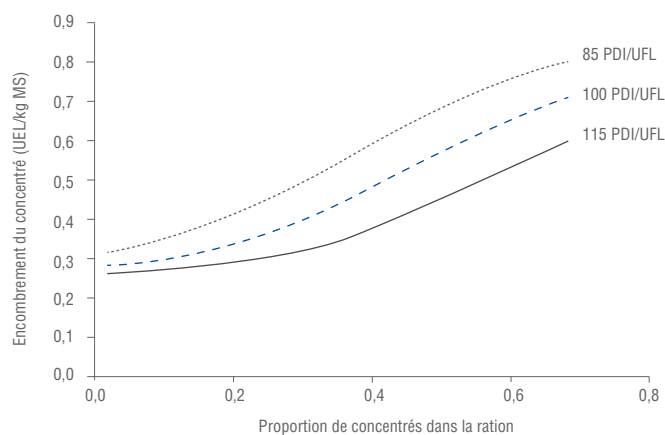
POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **VACHES LAITIÈRES.**
P. Faverdin, R. Delagarde,
S. Lemosquet, A. Boudon, L. Delaby.
Chapitre 17, pages 273-314.

Dans INRA 2007, le concentré n'avait pas de valeur d'encombrement dans les tables. Elle était calculée en fonction de la substitution entre les fourrages et les concentrés de la ration. Dans INRA 2018, une valeur minimale d'encombrement de l'ordre de $0,3 \pm 0,13$ est appliquée aux concentrés.

Cet encombrement minimal de l'aliment concentré augmente avec sa teneur en fibres et diminue avec sa teneur en amidon. Cela détermine la dégradabilité de sa MS et son temps de séjour dans le rumen. Dans les tables, une valeur d'encombrement basale est indiquée (bVEc), exprimée en UEL, et assimilée au temps de séjour de la MS dans le rumen évaluée par mesure in sacco.

Au niveau de la ration, comme précédemment, l'encombrement du concentré est modulé par l'encombrement des fourrages. Il est désormais aussi modulé par le ratio PDI/UFL de la ration selon la figure ci-dessous.



Source : Figure 17.4, page 292 – INRA 2018

La valeur d'encombrement du concentré augmente avec sa proportion dans le régime (axe des abscisses) et elle est plus faible pour des rations à niveau PDI/UFL élevé (traits pleins).

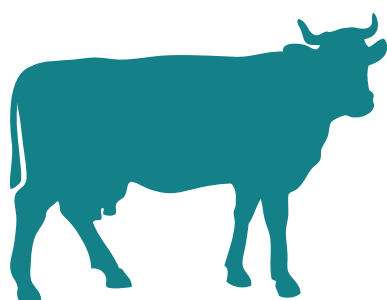
EN PRATIQUE, la valeur d'encombrement du concentré, à partir d'une valeur minimale proche de 0,3 UEL/kg MS, augmente avec la proportion de concentré dans le régime. Elle est plus faible pour des rations à niveau PDI/UFL élevé, et contenant des fourrages à encombrement élevé.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 4

LA PROPORTION DE CONCENTRÉS (PCO) IMPACTE LA VALORISATION DE LA RATION



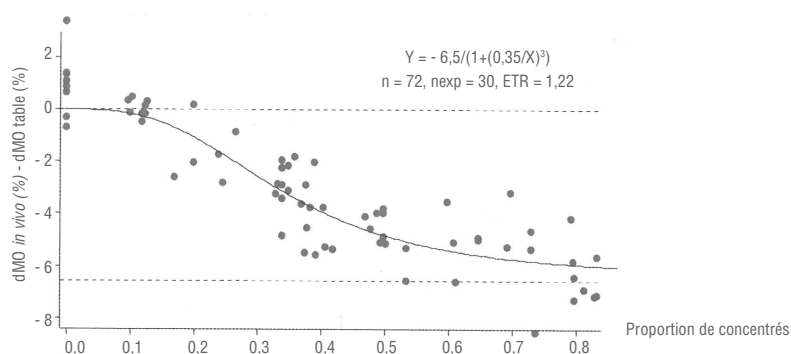
POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- DIGESTION ET APPORTS EN NUTRIMENTS ÉNERGÉTIQUES.**

D. Sauvant, P. Chapoutot,
I. Ortigues-Marty, P. Nozière.
Chapitre 3, pages 47-64.

Quand la proportion de concentrés (PCO) de la ration augmente, la digestibilité de la matière organique (dMO) des aliments contenus dans la ration diminue. En moyenne, la dMO perd environ 4 points pour des rations à 40 % de concentrés (cf. figure 1). Malgré une compensation partielle au niveau des pertes d'énergie sous forme de méthane et d'urine, la valorisation énergétique de la ration est donc diminuée de 1,3 UFL pour une vache de 650 kg ingérant 22 kg MS (cf. tableau 1).

En conclusion, la PCO contribue à des "interactions digestives" négatives pour la valorisation de l'énergie en diminuant la dMO de la ration.



Source : Figure 3.3, page 51 – INRA 2018

Figure 1 : Variation de la dMO réelle de la ration par rapport aux valeurs tables selon la PCO du régime.

Tableau 1 : Perte de valeur UFL ration due à la PCO pour une vache laitière de 650 kg qui consomme 22 kg MS/jour.

PCO (%)	Baisse valeur UFL ration (UFL/j)
20	0,4
30	0,9
40	1,4

NB : le calcul est réalisé en faisant l'hypothèse qu'un point de dMO équivaut à 0,016 UFL/kg MS. Cette valeur varie en fonction de la composition de la ration. Elle est donc proposée par Idele à titre indicatif. Pour coller à la réalité, il faut refaire le calcul "pas à pas" en intégrant toutes les relations successives à l'aide d'un logiciel adapté.

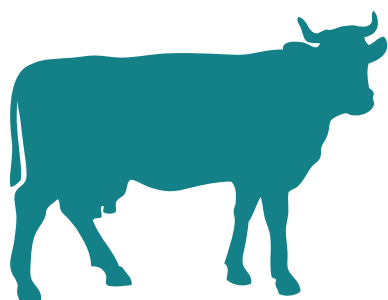
EN PRATIQUE, quand on augmente la PCO, les aliments sont moins bien dégradés dans le rumen entraînant une augmentation des pertes d'énergie (interactions digestives). Cela limite l'énergie disponible pour la production.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 5

L'INGESTION D'HERBE PREND EN COMPTE LES CONDITIONS DE PÂTURAGE



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **VACHES LAITIÈRES.**
P. Faverdin, R. Delagarde,
S. Lemosquet, A. Boudon, L. Delaby.
Chapitre 17, pages 273-314.

INRA 2018 intègre la description des conditions de pâturage pour améliorer la prévision de l'ingestion et faciliter la gestion des surfaces en herbe.

Au pâturage, l'ingestion d'herbe varie avec la capacité d'ingestion des vaches, l'encombrement du fourrage, la nature et la quantité de compléments apportés, et avec la disponibilité en herbe. Cette notion intègre des aspects qualitatifs (type d'herbe ou proportion de feuilles par exemple) et quantitatifs (surface offerte, temps d'accès etc..) que l'on peut regrouper sous le terme de "sévérité du pâturage".

EN PRATIQUE

La prévision d'ingestion d'herbe au pâturage est possible pour tout système de pâturage (continu, tournant, etc.), toute stratégie de complémentation en fourrages et concentrés et tout mode de gestion (sévérité, herbe disponible, temps d'accès).

ILLUSTRATION

Pour un éleveur qui gère son pâturage tournant à l'aide d'un outil de mesure des hauteurs (herbomètre par exemple), il est ainsi possible :

- Soit, à partir de la biomasse, c'est à dire de la quantité d'herbe disponible, et d'un temps de séjour, de calculer les quantités ingérées et de prédire la hauteur sortie de parcelle,
- Soit, à partir d'hauteurs d'entrée et sortie, de calculer les quantités ingérées et le temps de séjour prévu.



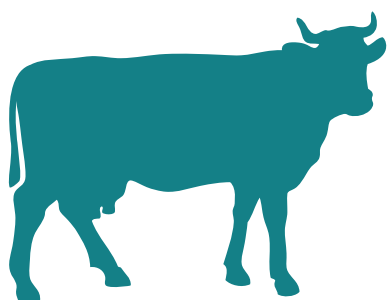
CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 6

LE NIVEAU D'INGESTION (NI) EST LE PRINCIPAL FACTEUR DES INTERACTIONS DIGESTIVES

Le niveau d'ingestion est la quantité de matière sèche ingérée pour 100 kg de poids vif (PV), aussi exprimé en % du PV. Dans la pratique, il varie de moins de 1% à plus de 4% du PV. Ainsi, une vache de 650 kg ingérant 22 kg MS a un NI de 3,4 ((22/650)*100).

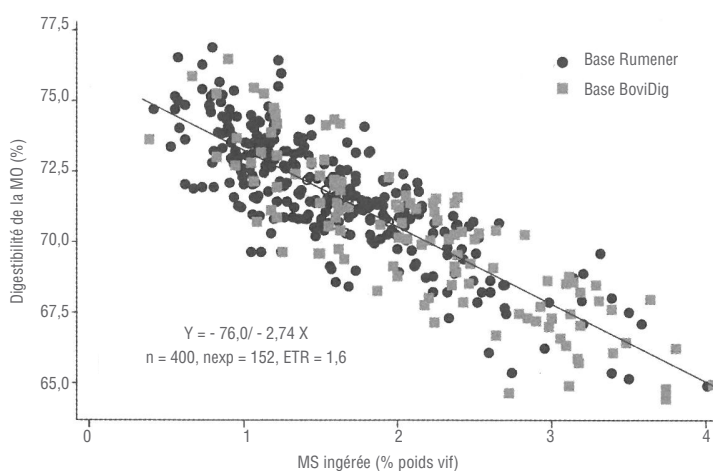


Le NI est la principale cause des interactions digestives. Quand le NI de la ration augmente, la digestibilité de la matière organique (dMO) des aliments contenus dans la ration diminue. En moyenne, la dMO perd environ 4,3 points pour des rations avec un NI de 3,4 (cf. tableau 1). La valorisation énergétique de la ration est donc diminuée de 1,5 UFL pour une vache de 650 kg ingérant 22 kg MS (cf. tableau 1). **En conclusion, le NI contribue à des "interactions digestives" négatives pour la valorisation de l'énergie.**

Tableau 1 :

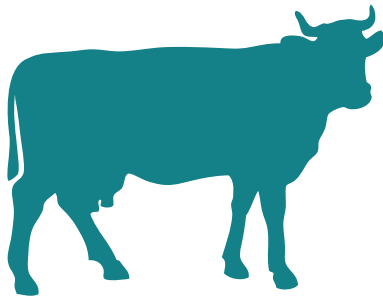
Poids vif (kg)	Ingestion (kg MS/ VL/jour)	NI	Variation de la valeur UFL de la ration (UFL/j)
650	20	3,1	- 1,1
650	22	3,4	- 1,5
650	25	3,8	- 2,2
700	20	2,9	- 0,9
700	22	3,1	- 1,3
700	25	3,6	- 1,9

NB : le calcul est réalisé en faisant l'hypothèse qu'un point de dMO équivaut à 0,016 UFL/kg MS. Cette valeur varie en fonction de la composition de la ration. Elle est donc proposée par Idele à titre indicatif. Pour être plus précis, il faut refaire le calcul "pas à pas" en intégrant toutes les relations successives.



Source : Figure 3.2, page 50 – INRA 2018

Figure 1 : Relation intra-expérience entre le niveau d'ingestion de MS et la digestibilité de la MO de la ration.



Le NI joue un rôle majeur sur le transit des aliments dans le rumen. Chez les ruminants, il détermine la part des aliments qui est digérée dans le rumen et la part qui est dégradée dans les intestins. Plus le NI est élevé, plus le transit est rapide. Par conséquent, le temps de séjour d'un même aliment peut différer en fonction du NI et donc de la ration dans laquelle il se trouve. Cela explique, en partie, pourquoi les valeurs nutritives des aliments sont variables.

Dans INRA 2007, la vitesse de transit était fixe avec une valeur de 6% par heure dans le calcul des PDIA pour tous les aliments. Dans INRA 2018, elle devient variable. Elle dépend entre autre du NI et du PCO. Elle est la plupart du temps inférieure à la vitesse retenue dans l'ancien système. Ainsi, par rapport aux hypothèses faites en 2007, les aliments restent plus longtemps dans le rumen pour y subir la digestion microbienne.

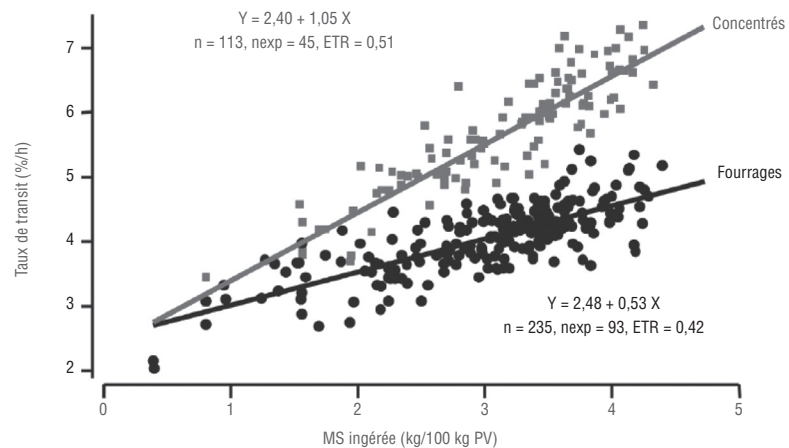


Figure 2 : Relation intra-expérience entre le niveau de MS ingérée par les bovins et les taux de transit des fourrages et des concentrés dans le rumen

Afin de déterminer les "valeurs tables" des aliments, un niveau d'ingestion de référence est retenu. Pour le maïs ensilage, il s'élève à 1,44. Pour les autres fourrages, il est de $2,0 \pm 0,5$. Pour les concentrés, il est fixé à 2,0.

**POUR EN SAVOIR PLUS
DANS INRA 2018 :**

• **DIGESTION ET APPORTS EN
NUTRIMENTS ÉNERGÉTIQUES.**

D. Sauvant, P. Chapoutot,
I. Ortigues-Marty, P. Nozière.
Chapitre 3, pages 47-64.

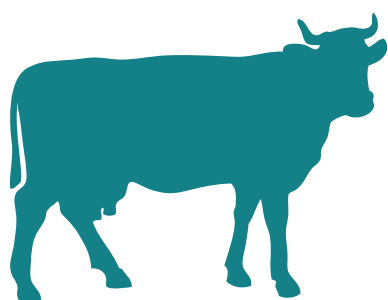
EN PRATIQUE, quand l'ingestion est élevée (NI élevé), le transit digestif est rapide. Les aliments sont donc moins bien digérés dans le rumen entraînant une augmentation des pertes d'énergie fécale (interactions digestives). La valeur azotée de la ration est également négativement impactée.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 7

LA BALANCE PROTÉIQUE DU RUMEN (BPR) EST UNE NOUVEAUTÉ IMPORTANTE DANS INRA 2018



Le rumen joue un rôle central dans la digestion de la ration. La flore ruminale assure la synthèse de protéines microbiennes à partir des matières protéiques et de l'énergie fermentescible contenues dans la ration consommée. Une fois fabriquées, elles sortent du rumen pour passer dans l'intestin grêle pour y être à nouveau digérées puis absorbées.

La ration consommée doit permettre de couvrir les besoins des microbes du rumen. Ainsi, la Balance Protéique du Rumen (BPR) est le nouvel indicateur traduisant l'équilibre énergie/azote du rumen. Il se mesure en faisant la différence entre les matières azotées ingérées (en g/kg MS) et les matières azotées qui sortent du rumen (en g/kg MS). Dans une ration équilibrée, on recherchera une BPR proche de 0. Une valeur négative traduira une fourniture insuffisante en azote pour les microbes alors qu'une valeur positive mettra en évidence un excès d'azote.

Tableau 1 : Comment interpréter le critère BPR ?

BPR positive	L'azote fermentescible est excédentaire par rapport aux besoins des microbes du rumen. Cet excès absorbé au niveau du rumen est largement rejeté, essentiellement dans les urines
BPR = 0	Le fonctionnement des microbes du rumen est optimal
BPR : négative	Les microbes ne disposent pas de suffisamment d'azote. La digestibilité de la ration est amoindrie et les performances laitières réduites. Le recyclage de l'azote peut cependant permettre de combler un léger déficit

POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **DIGESTION ET APPORTS EN NUTRIMENTS ÉNERGÉTIQUES.**

D. Sauvant, P. Chapoutot,
I. Ortigues-Marty, P. Nozière.
Chapitre 3, pages 47-64.

EN PRATIQUE, il faut viser une BPR de la ration proche de 0 pour assurer un bon fonctionnement du rumen. Cet objectif pourra être appliqué à travers les logiciels de rationnement.

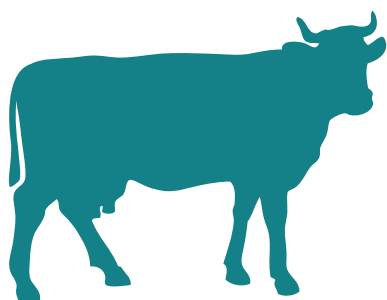
CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 8

LA VITESSE DE TRANSIT EST VARIABLE

La vitesse de transit des aliments dans le rumen est un facteur primordial pour la digestion de la ration. Elle détermine la fraction des aliments digérée par les microorganismes et celle qui sort du rumen pour être potentiellement digérée dans les intestins.



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **DIGESTION ET APPORTS EN NUTRIMENTS ÉNERGÉTIQUES.**

D. Sauvant, P. Chapoutot,
I. Ortigues-Marty, P. Nozière.
Chapitre 4, pages 65-83.

Le système PDI INRA 2007 fixait un taux de passage de 6 % par heure pour toutes les particules, quel que soit l'aliment (fourrage ou concentré). Les fractions liquides étaient considérées comme immédiatement dégradées et entièrement utilisées par les microorganismes du rumen.

Le système INRA 2018 permet de préciser la vitesse de transit des aliments dans le rumen. Le taux de transit est en moyenne de 4,5 % par heure pour les fourrages et de 6 % par heure pour les concentrés. Ces valeurs sont variables en fonction du niveau d'ingestion (NI) et de la proportion de concentrés (PCO).

Ainsi, une augmentation du NI entraîne une augmentation de la vitesse de transit de la ration dans le rumen. A l'inverse, l'augmentation de la PCO entraîne une baisse de la vitesse de transit de la ration, en lien avec une baisse de la motilité du rumen.

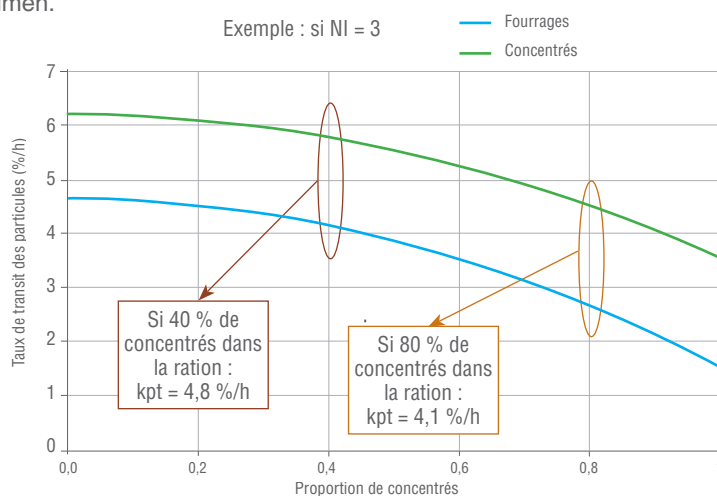


Figure 1 : Taux de transit des particules de fourrages avec kpt, taux de transit des particules totales et de concentrés dans le rumen en fonction de la proportion de concentrés dans la ration.

Les taux de transit INRA 2018 sont inférieurs de 1 à 2 points à ceux d'INRA 2007. Les fourrages ont un taux de transit toujours inférieur à 6 %/h (autour de 4,5 %/h). Pour les concentrés, le taux de transit est plus élevé que celui des fourrages mais le taux de 6 %/h est rarement atteint.

EN PRATIQUE, la vitesse de transit plus faible des aliments dans INRA 2018 diminue la valeur PDIA et l'amidon by-pass des aliments. L'effet sur la valeur énergétique est pris en compte indirectement par les interactions digestives liées au niveau d'ingestion et à la proportion de concentrés.

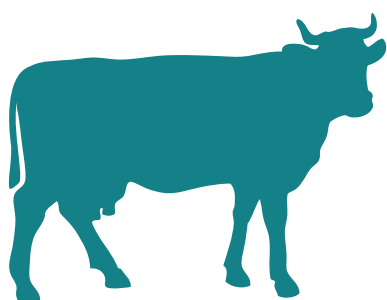
CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 9

LES INTERACTIONS DIGESTIVES ENTRAÎNENT DES PERTES ÉNERGÉTIQUES

Les interactions digestives sont des pertes d'énergie non productives qui se produisent principalement lors de la digestion dans le rumen. Cette énergie "perdue" par voie fécale ne sera pas disponible pour l'entretien, la production (lait, viande, constitution des réserves corporelles) ou la gestation.



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

• **DIGESTION ET APPORTS EN NUTRIMENTS ÉNERGÉTIQUES.**

D. Sauvant, P. Chapoutot,
I. Ortigues-Marty, P. Nozière.
Chapitre 3, pages 47-64.

Les interactions digestives sont liées à la vitesse de passage des aliments dans le rumen, au niveau de pH du jus de rumen et au niveau d'azote disponible pour les microbes du rumen. Ces trois critères permettent de déterminer les interactions digestives liées au niveau d'ingestion (NI ; cf. fiche 6), au pourcentage de concentré dans la ration (PCO ; cf. fiche 4) et à la balance protéique du rumen (BPR ; cf. fiche 7).

Les interactions digestives sont d'autant plus fortes que :

- L'ingestion est élevée, c'est-à-dire que le NI est élevé et donc le transit rapide,
- La ration contient une part importante de concentré (PCO élevée) ce qui réduit l'activité de la flore cellulolytique du rumen,
- La ration manque d'azote fermentescible nécessaire à l'activité des microbes du rumen, c'est-à-dire que la BPR est négative.

Au final, le niveau d'ingestion est le facteur qui pèse le plus sur les interactions. La BPR est le critère qui a le moins d'impact pour la majorité des rations rencontrées en France.

Tableau 1 : Valeurs indicatives pour les interactions digestives (ID).

ID NI	PV (kg)	700	700	700
	MSI (kg MS/VL/jour)	20	22	25
	NI	2,9	3,1	3,6
Interactions digestives, UFL/VL/jour		- 0,9	- 1,3	- 1,9
ID PCO	PCO	20 %	30 %	40 %
	Interactions digestives, UFL/VL/jour	- 0,3	- 0,9	- 1,6
ID BPR	BPR ration	- 10	0	10
	Interactions digestives, UFL/VL/jour	- 0,2	0,0	0,2
TOTAL interactions digestives, UFL/VL/jour		- 1,4	- 2,2	- 3,3

Hypothèse : 1 point de dMO = 0,016 UFL

Au total, le cumul de ces interactions digestives peut aller jusqu'à 3 UFL/vache/jour en fonction de la ration et de l'animal qui la consomme.

EN PRATIQUE, les interactions digestives seront prises en compte dans les équations utilisées par les outils de rationnement.

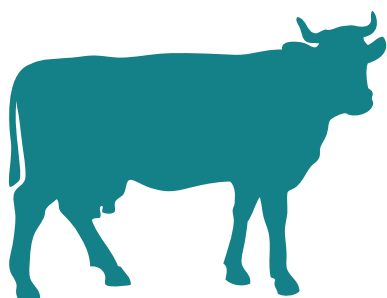
CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 10

L'EFFICIENCE DES PDI EST VARIABLE

L'efficacité des protéines métabolisables (PDI) est le rapport entre les protéines utilisées pour les fonctions non productives ou productives et les PDI disponibles (g/j). Les PDI sont les protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire et celles produites par les micro-organismes du rumen. Dans le système INRA 2007, l'efficacité des PDI était fixée à 64 % pour la lactation.



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **DÉPENSES, EFFICACITÉ MÉTABOLIQUE, ET BESOINS EN PROTÉINES ET EN ACIDES AMINÉS.**

D. Sauvant, G. Cantalapiedra-Hijar, S. Lemosquet, P. Nozière, V. Berthelot, P. Faverdin. Chapitre 7, pages 133-155.

Dans le système INRA 2018, l'efficacité des PDI est variable et commune à toutes les fonctions de synthèse protéique (protéines du lait, des phanères et des protéines endogènes contenues dans les fécès). Pour un animal donné, elle dépend de la concentration de la ration en PDI (en g/kg MS). L'efficacité des PDI s'élève en moyenne à 67 % pour une ration qui satisfait les besoins d'une vache moyenne. Cette valeur sert de pivot pour calculer les besoins, et les réponses marginales des matières protéiques à la fourniture de PDI. Désormais, la notion d'efficacité des PDI se substitue à la notion de bilan PDI, qui était calculée par différence entre les apports et les besoins. La modification de l'efficacité protéique se répercute sur la partition des protéines entre les synthèses dans le lait et les rejets dans l'urine.

Tableau 1 : Les besoins de production en PDI sont variables en fonction de l'efficacité des PDI.

Concentration ration (g PDI/kg MS)	80	100	120
Efficacité des PDI (%)	77	67	58
Besoins (g PDI/kg lait)	42	48	55

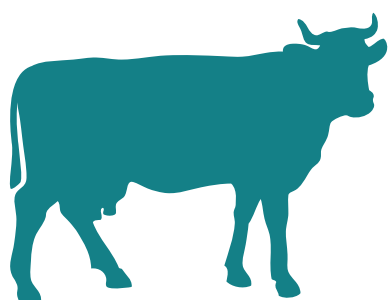
EN PRATIQUE, une efficacité des PDI de 67 % correspond à une ration équilibrée pour une vache laitière moyenne. Elle constitue la situation de référence pour définir la production laitière potentielle du troupeau.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE 11

LA RÉPONSE DE PRODUCTION EST PRÉDICTIBLE À PARTIR DE LA RATION



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

• VACHES LAITIÈRES.

P. Faverdin, R. Delagarde,
S. Lemosquet, A. Boudon, L. Delaby.
Chapitre 17, pages 273-314.

Figure 172 : exemple des différentes
étapes nécessaires au calcul de la
production de lait et de protéines
attendue pour une vache laitière,
page 284.

Lors de la conception d'une ration à l'auge ou au pâturage, le système INRA 2018 permet de prévoir l'ingestion et les performances laitières (lait, taux protéique) des vaches. La prévision du taux butyreux sera ajoutée dans une prochaine version. On passe de la notion de "lait permis" à une approche en loi de réponse. Cette prévision se base sur cinq étapes :

1. Prévoir l'ingestion à partir des caractéristiques de l'animal et de la ration ;
2. Calculer les besoins en UFL et en PDI de l'animal au potentiel, c'est-à-dire dans une situation nutritionnelle définie avec une efficacité des PDI de 67 % ;
3. Calculer l'écart entre les apports et les besoins théoriques pour couvrir la production laitière potentielle ;
4. Prévoir la réponse de production de matières protéiques ;
5. Prévoir la réponse de production laitière découlant de la réponse de matières protéiques.

Dans le précédent système, le rationnement consistait à mettre en cohérence les besoins des animaux avec les apports de la ration. La ration était "équilibrée" quand les apports (UFL et PDI) étaient identiques aux besoins. Désormais, INRA 2018 permet de prévoir directement les réponses de production de lait (lait, matières protéiques) aux apports d'énergie et de protéines quelle que soit la ration. Le nouveau système offre plusieurs possibilités d'utilisation :

- Prévoir les performances et les réponses multiples associées à une ration à partir de la situation "pivot" à laquelle l'animal de référence voit ses besoins théoriques couverts,
- Calculer une ration pour satisfaire les besoins d'un animal de référence,
- Prévoir la ration qui permet d'atteindre des objectifs de production différents de la production laitière potentielle.

EN PRATIQUE, cette nouvelle approche doit permettre de mieux appréhender des changements de ration ou de stratégies d'alimentation, en dehors des effets de transition.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE A

LE MÉTHANE ENTÉRIQUE, PRODUIT DE LA FERMENTATION RUMINALE



La prédiction des émissions de méthane entérique (CH_4) est possible dans INRA 2018. Des propositions sont faites en fonction du type de régime (mixte = fourrages + concentrés ou 100 % fourrage).

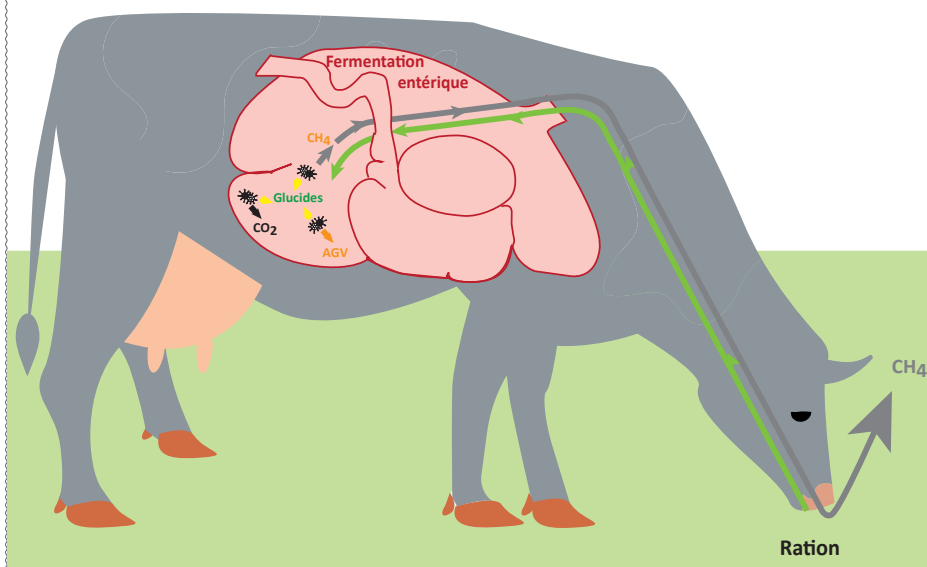
Pour les régimes mixtes, la prédiction est établie à partir du niveau d'ingestion (NI), de la proportion de concentrés (PCO), et de la teneur en matière organique digestible (MOD) de la ration.

Pour les régimes contenant uniquement du fourrage, cette prédiction peut être affinée à partir du niveau d'ingestion (NI), du NDF et de la matière organique digestible (MOD) de la ration.

Enfin, il est aussi possible de prédire une baisse des émissions de méthane entérique avec des apports de lipides ou de tanins. Pour les lipides, une baisse de 7,5 % par point de matière grasse brute en plus dans la ration est proposée, dans la limite de 5 à 6 % de matière grasse dans la ration totale. Au-delà, des effets digestifs négatifs apparaissent. Pour les tanins, les effets sont moins marqués et semblent plus aléatoires en fonction du type de produit.

POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **ÉMISSIONS DE MÉTHANE ENTÉRIQUE.**
D. Sauvant, S. Giger-Reverdin,
M. Eugène.
Chapitre 14, pages 242-247.



CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE B

LES REJETS D'AZOTE URINAIRE : UNE PRÉDICTION POSSIBLE



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

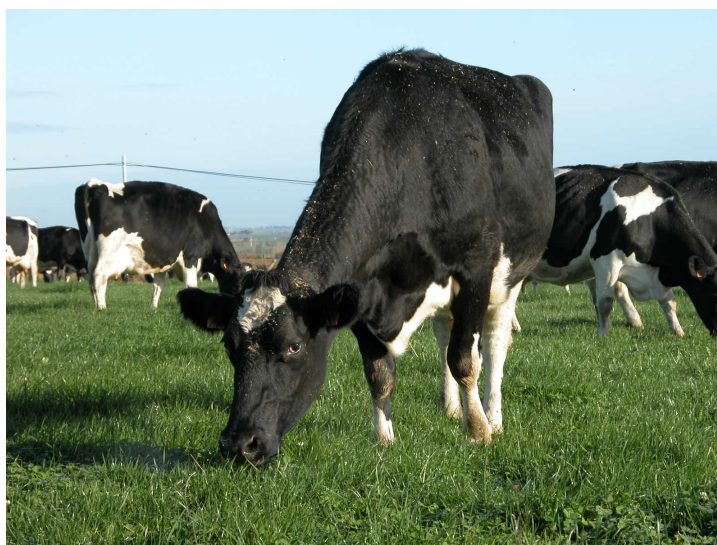
- **EXCRÉTION AZOTÉE FÉCALE ET URINAIRE.**

D. Sauvant, P. Faverdin, J-L. Peyraud,
P. Nozière.
Chapitre 13, pages 237-242.

Chez la vache laitière, l'azote urinaire a deux origines majeures : la digestion (à partir de l'excès de protéines dégradables de la ration, évalué par la balance protéique du rumen BPR) et le métabolisme (à partir des protéines absorbées dans l'organisme et qui n'ont pas été utilisées pour les fonctions non productives ou productives, cf. *efficience des PDI, Fiche 10*).

Pour l'origine digestive, plus la balance protéique du rumen (BPR) est élevée, plus les rejets d'azote urinaire sont importants. Pour l'origine métabolique, plus l'efficience des PDI de la ration est élevée, plus les rejets d'azote urinaire sont faibles.

Ainsi, la prédiction des rejets d'azote urinaire est possible, ce qui constitue un indicateur supplémentaire de l'état nutritionnel d'un animal ou d'un troupeau, ainsi qu'une aide au diagnostic du régime alimentaire.



CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE C

LA PRÉDICTION DES ACIDES GRAS DU LAIT



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **TAUX BUTYREUX ET
COMPOSITION DE LA MATIÈRE
GRASSE.**

P. Schmidely, A. Ferlay, G. Maxin,
C. Hurtaud, J-L. Peyraud.
Chapitre 11, pages 217-224.

La prédiction du profil en acides gras du lait

L'alimentation a une influence sur la sécrétion de matière grasse et sur sa composition. La prévision de la production laitière et de la matière grasse produite permettra à terme de calculer le taux butyreux du lait. Cette approche sera complétée par l'INRA. Toutefois, INRA 2018 propose des lois de réponse de la composition en acides gras (AG) du lait aux facteurs alimentaires.

Ainsi, la teneur en AG de type oméga 3 dans le lait de vache varie en fonction de la composition du régime. La part en fourrage vert du régime (herbe pâturée ou affouragée) influence fortement cette teneur. D'autre part, l'apport de concentrés en quantités importantes (> 40% de la matière sèche de la ration) entraîne une augmentation d'AG de type trans non désirés pour la nutrition humaine. Enfin, l'impact des apports de graines riches en huile ou d'huiles végétales elles-mêmes a aussi été précisé.

Pour améliorer la composition en AG du lait de vache, il faut favoriser les fourrages verts et les aliments riches en AG de type oméga 3, sans dépasser 5 à 6 % de matière grasse dans la ration totale.

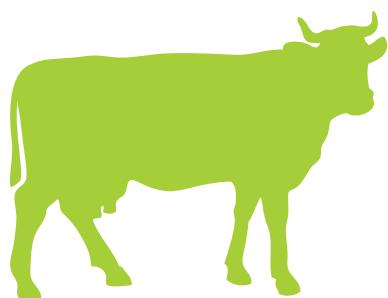


CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE D

UN NOUVEL INDICE DE CONFORT DIGESTIF IRA



IRA : Indice combiné de Risque d'Acidose

Dans INRA 2018, un indice combiné synthétique de risque d'acidose (IRA) est proposé. Il tient potentiellement compte du bilan électrolytique, de l'amidon digestible dans le rumen, du pourcentage de concentrés (PCO), du NDF des fourrages et de la ration, et, s'ils sont disponibles, de la matière organique dégradable du concentré et de l'indice de mastication (nombre de coups de mâchoire par remontée de bol alimentaire). Il permet d'évaluer le risque d'acidose à partir de la connaissance fine des aliments qui constituent la ration et de la mastication constatée de l'animal (coups de mâchoire par minute). Cependant, il ne fournit pas de probabilité que cet animal tombe en acidose.

Critères de calcul de l'index IRA chez les bovins.

Risque fort	Risque faible	Pas de risque	
←	200	250	Bilan électrolytique (mEq/kg MS)
←	300	250	MO dégradable du concentré (g/kg MS)
←	250	200	Amidon digestible dans le rumen (g/kg MS)
←	50	40	Concentré (% MS)
	45	50	P > 2 mm (% MS)
	250	300	NDF de fourrage (g/ kg MS)
	300	350	NDF (g/kg MS)
	40	45	Indice de mastication (min/kg MS)

Figure 15.5 • Valeurs recommandées des principaux critères liés à l'acidose du rumen.

Source : Figure 15.5, page 255 - INRA 2018

Exemples :

Une ration à + de 50 % de concentrés présente un risque «acidose» fort

Une ration à - de 200 g/kg MS présente un risque «acidose» faible

L'INRA a préféré établir un score synthétique (IRA) pour évaluer le risque d'acidose plutôt qu'une estimation du pH avec un niveau de précision insuffisant et non pertinent d'un point de vue zootechnique.

POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

• BIEN-ÊTRE DIGESTIF ET ACIDOSE RUMINALE.

D. Sauvant, S. Giger-Reverdin,
J-L. Peyraud.
Chapitre 15, pages 249-256.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE E

L'ESTIMATION DE L'EAU BUE



POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

- **VACHES LAITIÈRES.**
P. Faverdin, R. Delagarde,
S. Lemosquet, A. Boudon, L. Delaby.
Chapitre 17, pages 273-314.

Les consommations d'eau d'abreuvement

Les données de consommation en eau de boisson (abreuvement) par l'animal sont précisées dans INRA 2018. Celle-ci dépend de la production laitière et du poids vif de l'animal, de la ration et son ingestion, et de la température ambiante. Plus la température extérieure est élevée, plus l'animal va devoir consommer d'eau pour réguler sa température interne. En moyenne en France, une vache laitière boit 60 à 90 litres d'eau par jour avec une température inférieure à 15°C. Au-delà de 15°C, le besoin en eau de boisson augmente : par exemple, avec une température ambiante de 30°C, il faudra 33 litres d'eau bue supplémentaire par jour par rapport à 15°C.

Tableau 1 : Valeurs indicatives des besoins en eau d'abreuvement chez la vache laitière en lactation.

	Poids vif	600	700	700
Estimation de l'eau bue	Production laitière (kg/VL/jour)	20	20	30
	Matière sèche ingérée (kg MSI/VL/jour)	18	20	24
	Matière sèche de la ration (%)	40	40	40
	MAT des fourrages (g/kg MS)	75	75	75
	Proportion de fourrages de la ration (g MG/g MS)	0,75	0,75	0,75
	% de concentré	23,7	23,7	23,7
	Eau bue si T°C < 15°C (litre/VL/jour)	55	59	76
	Eau bue pour thermorégulation si T°C = 30°C (litre supplémentaire/VL/jour)	31	33	33
	Eau bue totale (litre/VL/jour)	85	92	110

+
=



CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr

FICHE F

LES BESOINS EN MINÉRAUX



Pas de changement dans l'expression des apports et besoins en macroéléments

Le principe d'expression des apports et besoins en phosphore (P), calcium (Ca) et magnésium (Mg) sous forme absorbable (P_{abs} , Ca_{abs} et Mg_{abs}) pour tenir compte de la biodisponibilité en fonction de l'aliment est inchangé. Les apports en minéraux absorbables des aliments au sein d'une ration restent additifs. Les coefficients d'absorption n'ont pas changé (valeur moyenne à 40 % pour le Ca, 65 % pour le P et 20 % pour le Mg).

Besoins en P, Ca et Mg : intégration des évolutions des besoins d'entretien pour le Mg

Les besoins journaliers pour l'entretien, la production laitière et la gestation en P_{abs} et Ca_{abs} n'évoluent pas dans le système INRA 2018. En revanche, pour le Mg, INRA 2018 intègre une légère augmentation des besoins d'entretien du fait de travaux publiés depuis les anciens systèmes. Par exemple, pour une vache de 650 kg produisant 30 litres de lait/jour, les besoins quotidiens en Mg_{abs} augmentent de 2,6 g (9,1 g à 11,7g).

Enfin, pour les primipares de moins de 40 mois d'âge, une équation simplifiée des besoins pour la croissance en fonction de son âge permet de mieux les prendre en compte. Ainsi pour une vache primipare de 30 mois, ils s'élevaient à près de 2,3 g/j de Ca_{abs} et 1,4 g/j de P_{abs} .

Tableau 1 : Besoins en phosphore, calcium et magnésium absorbables pour une vache laitière.

Besoins				
Entretien	Poids vif	Ca_{abs} (g/j)	P_{abs} (g/j)	Mg_{abs} (g/j)
		600	15,4	14,5
	650	17,4	17,0	7,2
	700	19,4	19,5	7,7
Lactation	Lait en litres			
	10	12,1	8,7	1,5
	20	24,2	17,4	3,0
	30	36,3	26,1	4,5
	40	48,4	34,8	6,0
Croissance	g/l			
	200	2,0	1,2	0,08
	300	3,0	1,8	0,12
Gestation	Stade			
	Fin du 7 ^{ème} mois	3,8	2,8	0,3
	Fin du 8 ^{ème} mois	6,7	4,2	
	Fin du 9 ^{ème} mois	9,7	5,3	

Source : INRA 2018

Oligo-éléments et vitamines

Les besoins en oligo-éléments et vitamines sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Seule la valeur plancher du besoin en iode est légèrement revue à la hausse du fait de la hausse de la productivité moyenne des vaches.

Tableau 2 : Apports journaliers recommandés en oligo-éléments (en mg/kg MS de ration)

Oligoéléments	Apport journalier recommandé
Cuivre	10
Zinc	50
Manganèse	50
Sélénium	0,1 à 0,2 selon la production laitière
Iode	0,5 à 0,8 selon la production laitière pour les animaux en lactation*
Cobalt	0,3

* La borne basse est à considérer pour des vaches non productives ou à faible niveau de production, la borne haute pour des vaches très productives

Source : INRA 2018

Tableau 3 : Apports journaliers recommandés en vitamines (en UI/kg MS de ration).

UI/kg MS	Ration avec moins de 40 % de concentrés	Ration avec plus de 40 % de concentrés
Vitamine A		
En gestation	6 000	9 000
En lactation	4 200	6 600
Vitamine D		
	1 000	1 000
Vitamine E		
En gestation	25	-
En lactation	15	40

Source : INRA 2018

Une mise à jour d'INRAtion

Le module minéral a été entièrement revu dans la version INRAtion V5 /Rumin'al afin de faciliter l'intégration de la supplémentation minérale dans le calcul des rations. Il offre désormais plus de flexibilité à l'utilisateur pour utiliser le logiciel en support de choix de la nature de la supplémentation minérale à apporter à travers le calcul d'un aliment minéral idéal mais aussi par la possibilité de laisser le module choisir l'aliment le plus adapté dans une liste prédéfinie par l'utilisateur.

Attention : Les valeurs INRA 2018 qui apparaissent sur les bulletins d'analyse ne sont donc pas comparables à celles présentées comme INRA 2007. Ces valeurs sont prédites à partir de la composition chimique de l'aliment, qui demeure la référence.

POUR EN SAVOIR PLUS DANS INRA 2018 :

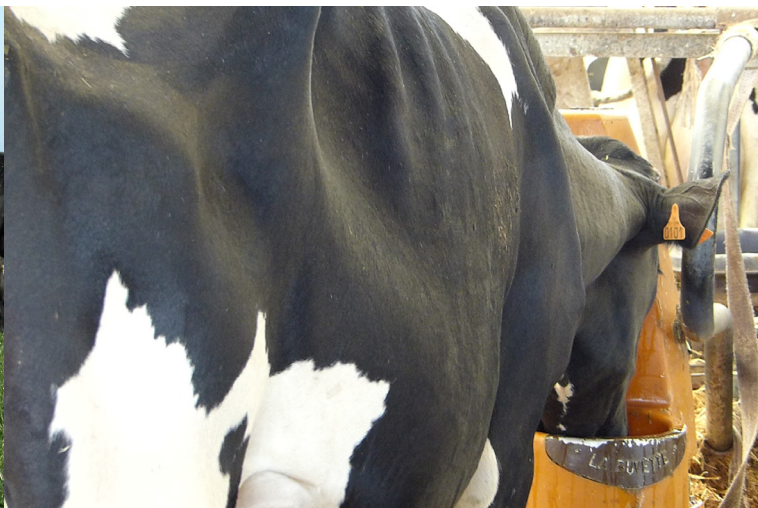
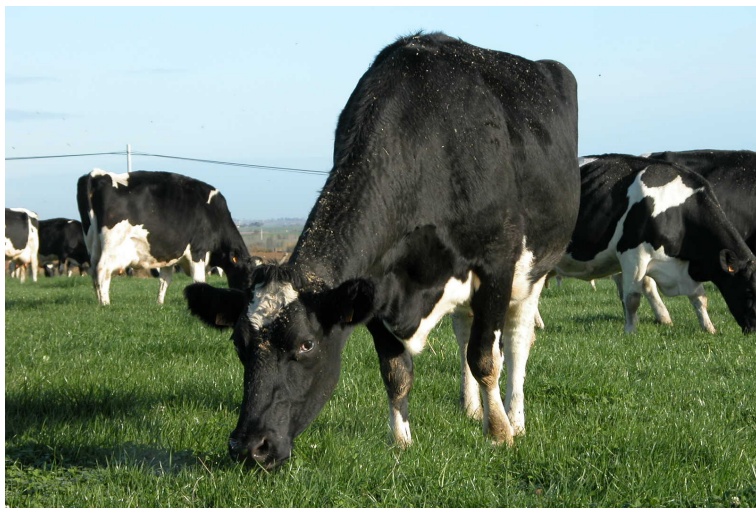
• VACHES LAITIÈRES.

P. Favardin, R. Delagarde,
S. Lemosquet, A. Boudon, L. Delaby.
Chapitre 17, pages 273-314.

CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr





Les nouveautés du système INRA 2018 permettent d'appréhender le rationnement des vaches laitières selon trois approches différentes et complémentaires. En effet, le système permet :

1 - De prévoir la ration qui satisfait les besoins de référence de l'animal cible



2 - De prévoir les performances associées à une ration consommée par l'animal cible

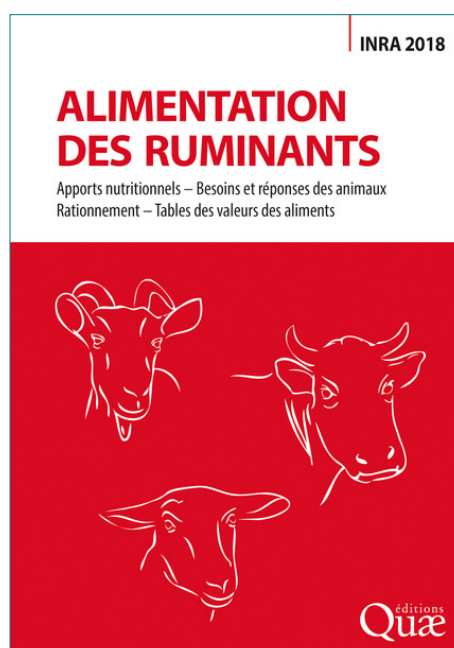


3 - De prévoir la ration qui permet d'atteindre un objectif de production différent de la trajectoire de référence d'un animal cible



POUR ALLER PLUS LOIN :

- **INRA, 2018. ALIMENTATION DES RUMINANTS**, Editions Quæ, Versailles, France, 728 p.



CONTACTS

Benoît Rouillé : benoit.rouille@idele.fr - Valérie Brocard : valerie.brocard@idele.fr
Julien Jurquet : julien.jurquet@idele.fr - Institut de l'Élevage - www@idele.fr