

10. Apports alimentaires recommandés pour le bovin à l'engrais

Isabelle Morel, Jean-Luc Oberson, Patrick Schlegel, André Chassot, Eduard Lehmann, Jürg Kessler

Table des matières

10.	APPORTS ALIMENTAIRES RECOMMANDÉS POUR LE BOVIN À L'ENGRAIS	2
10.1.	Principaux types de production de viande bovine.....	2
10.2.	Principes de base et apports alimentaires recommandés	3
10.2.1.	Energie	3
10.2.2.	Matière azotée.....	4
10.2.3.	Ingestion de matière sèche.....	4
10.3.	Engraissement intensif de jeunes bovins.....	5
10.4.	Formes extensives d'engraisement.....	6
10.4.1.	Engraissement au pâturage et production de remotes d'engraisement.....	6
10.4.2.	Phase d'engraisement intensif à la suite d'une période d'engraisement extensif	6
10.4.3.	Engraissement extensif de jeunes bovins et gestion des pâturages	7
10.5.	Minéraux et vitamines	8
10.5.1.	Minéraux.....	8
10.5.2.	Vitamines	8
10.6.	Recommandations d'alimentation en finition en fonction du type génétique et de l'objectif de production	9
10.7.	Bibliographie.....	10
10.8.	Tableaux	11
10.9.	Figures	22
10.10.	Annexe : bases pour les calculs.....	26



10. Apports alimentaires recommandés pour le bovin à l'engrais

Lors de l'établissement des rations, de nombreux facteurs doivent être pris en considération. Le gain de poids quotidien, la composition du croît et la capacité d'ingestion des animaux sont des paramètres déterminants en ce qui concerne les besoins. La concentration en nutriments et l'appétibilité des aliments influencent également le choix des constituants de la ration. De plus, les conditions de garde et d'alimentation, ainsi que l'hygiène, peuvent jouer un rôle décisif sur l'ingestion et l'état de santé. La capacité des animaux à reconstituer leurs réserves corporelles perdues après une période de restriction alimentaire ne doit pas être occultée. Il faut bien sûr tenir compte aussi du prix des aliments. En ayant à sa disposition les bases nécessaires, l'agriculteur peut définir lui-même la plupart de ces paramètres ou du moins fortement les influencer.

10.1. Principaux types de production de viande bovine

La production de viande bovine comparée à d'autres productions présente une grande diversité de types de production (Figures). Des types d'animaux, des modes d'élevage et d'alimentation différents engendrent une grande variabilité dans les rythmes de croissance, les poids et l'âge à l'abattage ainsi que les qualités des carcasses et par ce biais dans les besoins nutritionnels.

Lorsqu'ils ne partent pas dans l'engraissement des veaux, les mâles issus du troupeau laitier non conservés pour la reproduction sont destinés à la production de taurillons ou de bœufs qui se différencient par le degré d'intensification de la production ; intensive à l'auge pour les premiers, extensive à partir d'herbe pour les seconds. Quant aux femelles, elles sont abattues comme génisses ou alors bien plus tard, sous la forme de vaches de réforme, à la fin de leur carrière de reproductrices. Selon qu'ils proviennent de troupeaux allaitants ou laitiers, les jeunes bovins d'engraissement présentent des types génétiques et des conditions d'élevage très différents.

La dénomination « engraissement intensif » qualifie un gain moyen quotidien sur l'ensemble de la période d'engraissement supérieur à 1300 g et une intensité d'engraissement relativement élevée, sans grandes fluctuations, durant toute la phase d'engraissement engendrant une croissance continue du jeune bovin. La densité énergétique de la ration, composée essentiellement d'ensilage de maïs plante entière et d'aliments concentrés, dépasse les 7,0 MJ NEV/kg MS. Habituellement, les animaux sont gardés à l'écurie, avec ou sans accès à une aire de sortie, mais sans accès au pâturage. Néanmoins, les veaux de vaches allaitantes font également partie de cette catégorie, même s'ils pâturent durant l'été. L'âge à l'abattage des animaux engraisés intensivement ne dépasse généralement pas les 15-18 mois pour un poids vif (PV) d'environ 520 à 550 kg. Les animaux les mieux adaptés à ce type d'engraissement sont des jeunes bovins possédant un fort potentiel de croissance musculaire que l'on trouve majoritairement dans des races plutôt tardives et à grand format, du type Simmental ou Limousin. La production la plus représentative des systèmes d'engraissement intensif est celle du taurillon.

Pour des raisons économiques et écologiques, **les formes extensives d'engraissement** et celles qui **alternent périodes d'alimentation intensive et extensive** (engraissement au pâturage, production de remotes d'engraissement) prennent toujours plus d'importance. Les animaux ne sont pas conduits pour atteindre leur potentiel maximum de croissance, mais pour valoriser les surfaces herbagères. Le choix de la forme d'engraissement dépend de nombreux facteurs naturels, dont la base fourragère joue un rôle capital, mais aussi de facteurs économiques ainsi que de la structure de l'exploitation. Les productions extensives (bœufs, génisses) se caractérisent par des systèmes d'engraissement plus longs (2 à 3 ans) et par une courbe de croissance discontinue. Ils incluent au minimum une période de pâturage. L'alternance entre période d'alimentation extensive et phase d'engraissement intensif peut engendrer une **croissance compensatrice**. Quelques points de comparaison entre les systèmes d'engraissement intensif et extensif sont donnés dans le Tableaux 10.1.

10.2. Principes de base et apports alimentaires recommandés

Les principes de base et les apports alimentaires recommandés pour les bovins à l'engrais n'ont pas été réactualisés. Alors que les besoins journaliers en matière azotée se basent principalement sur les résultats français, les apports recommandés en énergie et l'estimation de l'ingestion de matière sèche ont été établis à partir de nos propres résultats d'essais d'engraissement sur taurillons et bœufs.

L'évolution de la composition corporelle avec l'âge est caractérisée par un développement différencié de chacun des tissus. Durant la croissance, trois phases de production se distinguent: le développement juvénile intensif, une période intermédiaire de croissance moins exigeante et la finition (fig. 10.2). La proportion de muscles dans le poids vif vide augmente pendant toute la période juvénile puis diminue légèrement au cours de la phase d'engraissement. Au contraire, la proportion de tissus adipeux dans le poids vif vide augmente continuellement au cours de la croissance et est maximale durant de la période de finition. L'approvisionnement protéique doit donc être optimal jusqu'à 250-300 kg PV. Puis entre 250 et 500 kg, les exigences sont moins importantes. C'est durant cette période que l'animal peut profiter des ressources herbagères. Enfin, au cours de la finition, l'approvisionnement énergétique est privilégié, afin de garantir une couverture adipeuse légère et régulière.

10.2.1. Energie

Les apports journaliers recommandés en MJ NEV, figurant dans le Tableaux 10.2 pour les taurillons à l'engrais et le Tableaux 10.3 pour l'engraissement de bœufs et de génisses, représentent la somme des besoins pour l'entretien et pour l'énergie fixée dans l'organisme. Dans le calcul, il faut tenir compte du fait que l'évaluation de la valeur nutritive des aliments est basée sur une intensité de production de 1.5 (ce qui signifie 1.5 fois le besoin d'entretien). Ainsi, la part de l'apport énergétique qui s'écarte de cette intensité de production doit être corrigée au moyen du rendement pour la production de viande (k_V), ainsi que du rendement commun pour l'entretien et la production de viande (k_{ENV}). Les équations pour le calcul de k_V et k_{ENV} sont données ci-dessous. On les retrouve dans le chapitre 15.

$$k_V = 0.006 + 0.78 \times q$$

$$k_{En} = 0.554 + 0.287 \times q$$

$$k_{ENV} = \frac{(1.5 \times k_{En} \times k_V)}{(0.5 \times k_{En}) + k_V}$$

Ces équations contiennent comme variable la métabolisabilité de l'énergie :

$$q = \frac{EM}{EB}$$

Pour estimer ce rapport, la formule suivante a été utilisée :

$$q = 0.36 + 0.0002 \times GQ \text{ (g)}$$

Les équations suivantes permettent de calculer l'énergie fixée quotidiennement dans le croît (EC) : (PV en kg, GQ en g)

Taurillons :

$$EC \text{ (MJ/jour)} = \frac{(4.453 + 0.01407 \times PV) \times GQ}{(1000 - 0.3 \times GQ)} \quad R^2 = 0.52 \quad \bar{x}_{GQ} = 1164$$

Bœufs, génisses :

$$EC \text{ (MJ/jour)} = \frac{(1.8893 + 0.02831 \times PV) \times GQ}{(1000 - 0.25 \times GQ)} \quad R^2 = 0.65 \quad \bar{x}_{GQ} = 883$$

Les équations suivantes permettent de calculer les apports recommandés totaux en MJ NEV :

Rendement de l'utilisation de l'énergie métabolisable

Tous les animaux :

$$k = \frac{(0.831 + 0.4305 \times q)}{(0.283 + 0.9235 \times q)}$$

Calcul des besoins en MJ NEV pour l'entretien

Tous les animaux :

$$NEV_{EN} = 0.495 \times PV^{0.75}$$

Apports recommandés totaux en MJ NEV par jour

Tous les animaux :

$$NEV = 0.495 \times PV^{0.75} + k \times (EC - 0.165 \times PV^{0.75})$$

C'est à l'aide de ces équations que les apports recommandés en MJ NEV figurant dans les Tableaux 10.2 et 10.3 ont été calculés pour différents gains quotidiens et poids vifs.

10.2.2. Matière azotée

Les recommandations alimentaires pour la matière azotée se basent essentiellement sur les recommandations françaises. L'apport nécessaire en PAI est calculé en tenant compte du poids vif vide, de sa composition en protéines et en graisse, de la graisse et des protéines fixées quotidiennement ainsi que du rendement de la déposition des protéines.

Les bases de calcul des apports recommandés en PAI pour les taurillons ainsi que pour les bœufs et les génisses à l'engrais sont données en annexe. Aucune modification n'a été apportée par rapport à la précédente édition du Livre vert (Lehmann et Kessler 1999).

La ration d'un animal à l'engrais doit avoir une teneur en matière azotée de 19 g par MJ NEV au minimum. Avec une teneur en MA nettement inférieure, la croissance des microorganismes de la panse est limitée. Dans ce cas, la teneur en PAI calculée de la ration n'est plus correcte, car la quantité de protéines synthétisées dans la panse est moins importante que celle estimée. Les constituants pariétaux des fourrages sont également moins bien dégradés, ce qui provoque une diminution de la digestibilité des nutriments et de l'énergie.

A l'inverse, une ration contenant plus de 30g de matière azotée par MJ NEV ne devrait pas être distribuée sur une période prolongée. Des apports aussi élevés en MA chargent le métabolisme de l'animal, puisque ces quantités importantes d'azote ne sont pas fixées dans l'organisme, mais en partie excrétées. Ces excréments viennent s'ajouter au cycle des éléments nutritifs de l'exploitation et représentent une source supplémentaire de pollution.

10.2.3. Ingestion de matière sèche

La capacité d'ingestion

Les données concernant l'ingestion de matière sèche sont actuellement en cours de révision. Les formules proposées ci-après qui sont celles l'édition précédente du Livre vert (1999) n'ont donc pas été réactualisées dans cette édition. Elles reposent sur nos propres résultats d'essais avec des taurillons et des bœufs alimentés de façon individuelle.

Taurillons (PV en kg, GQ en g)

$$\text{Ingestion de MS} = 0.173 + 0.01372 \times PV + 0.00147 \times GQ \quad R^2 = 0.927$$

Bœufs, génisses (PV en kg, GQ en g)

$$\text{Ingestion de MS} = 1.306 + 0.01486 \times PV + 0.000212 \times GQ \quad R^2 = 0.895$$

La prise en considération d'autres variables telles que le poids métabolique ou les carrés du gain quotidien et du poids vif n'apporte pas d'amélioration notable de l'estimation de l'ingestion de matière sèche. Ces régressions prennent en considération différents types de rations pouvant être utilisées dans la pratique.

Néanmoins, il existe également un effet race sur la capacité d'ingestion qu'il est nécessaire de prendre en considération. La Figure 10.3, basée sur nos essais, met en évidence les différences d'ingestion journalière entre des bœufs en finition issus de l'élevage allaitant appartenant à six races à viande bovines. Il apparaît que plus la race est tardive plus la régression tend à surestimer l'ingestion.

De plus, il est connu qu'à la suite d'une période de restriction alimentaire, les animaux augmentent leur ingestion pendant la phase de réalimentation. Il est estimé que les quantités de matière sèche ingérées par des bovins restreints puis réalimentés, rapportées à leur poids métabolique ($PV^{0.75}$), sont accrues en moyenne de 10% mais la fourchette de variation est très grande car elle est comprise entre 3 à 20 % suivant les expérimentations (Hoch et al. 2003).

Le taux de substitution fourrages/concentrés

La quantité de fourrage volontairement ingérée par l'animal dépend de la qualité du fourrage mais également de la quantité de concentré distribuée dans la ration. Ce phénomène de substitution doit être pris en compte pour établir des rations, même s'il est difficile de prévoir la quantité de fourrages volontairement ingérée par l'animal. En effet, lorsqu'une quantité d'aliment concentré est ajoutée à une ration de fourrage ad libitum, la quantité de matière sèche de fourrage ingérée diminue. Le taux de substitution fourrage/concentré s'exprime de la manière suivante :

$$\text{Taux de substitution} = \frac{\text{quantité de fourrage consommé en moins}}{\text{quantité de concentré consommé en plus}}$$

Ce taux de substitution augmente systématiquement avec le niveau d'apport de concentré.

10.3. Engraissement intensif de jeunes bovins

Pour tirer profit du potentiel de croissance des animaux et pour éviter les dépôts excessifs de graisse, le profil d'accroissement ne devrait pas être maintenu constant mais adapté aux différentes phases de production. Les taurillons engraisés intensivement d'une manière continue du sevrage à l'abattage (GMQ > 1300g), présentent généralement des courbes de croissance caractéristiques. Plus les animaux sont engraisés de manière intensive, plus les courbes de croissance sont concaves. La Figure 10.4 présente les courbes de croissance idéales pour des accroissements moyens quotidiens de 1200, 1300, 1400 et 1500 g. Une composition du croît plus riche en énergie engendre un décroît de la courbe de croissance à partir de 300 kg PV pour les GMQ les plus élevés. Ceci est pris en compte dans le calcul des rations. C'est pourquoi, la densité énergétique des rations tend à diminuer avec l'augmentation du poids de l'animal. Néanmoins, il est parfois conseillé, dans la pratique, de maintenir une concentration énergétique constante, voire de l'augmenter.

D'une façon générale, les apports alimentaires recommandés des Tableaux 10.2 et 10.3 font office de référence. Toutefois, en raison de l'évolution de la composition du croît, lors de la planification du rationnement, il faut tenir compte des courbes de croissance spécifiques. Pour réaliser les gains moyens quotidiens de 1200 à 1500 g donnés en exemple, sur des taurillons à l'engrais ou de 900 à 1200 g pour des bœufs et des génisses à l'engrais, les apports recommandés en matière sèche, en PAI et en NEV sont donnés respectivement dans les Tableaux 10.4 et 10.5.

Au fur et à mesure de l'engraissement, l'animal dépose moins de muscle et plus de graisse. Le rapport PAI/NEV recherché dans la ration évolue comme la composition du kg de croît. Une alimentation trop intensive ou un apport insuffisant de PAI, principalement au début d'engraissement jusqu'à 300 kg de poids vif, favorise la formation précoce de dépôts adipeux indésirables. L'indice de consommation est moins bon, car pour un gain de poids identique, la formation de graisse nécessite environ 40% d'énergie de plus que la formation de muscle (protéines). En outre, avec cette formation accrue de graisse corporelle, les animaux atteignent la maturité d'abattage à des poids plus faibles.

Les rations destinées à l'engraissement intensif des jeunes bovins doivent être constituées par des aliments riches en énergie et en nutriments. De plus, la part d'aliments concentrés nécessaire est relativement importante. De telles rations se caractérisent généralement par une faible structure, peu de cellulose et une teneur élevée en amidon. En conséquence, le pH dans la panse est bas et le risque d'acidose augmente. L'acidose provoque une diminution de l'ingestion et des accroissements journaliers, ainsi qu'une certaine nervosité chez les animaux.

10.4. Formes extensives d'engraisement

L'engraisement bovin tel qu'il est pratiqué dans notre pays se caractérise généralement par un niveau d'engraisement intensif et régulier. Les animaux arrivent souvent comme veaux dans les exploitations et restent durant toute la période d'engraisement à l'écurie.

Néanmoins, pour des raisons économiques et écologiques, les formes extensives d'engraisement et celles qui alternent période d'alimentation intensive et extensive (engraisement au pâturage, production de remotes d'engraisement) prennent toujours plus d'importance. Il s'agit d'entretenir le territoire et de profiter au maximum des ressources herbagères disponibles dans des régions relativement marginales. Cette forme de production est très diverse ; de nombreuses variantes de production existent. En effet, beaucoup de possibilités se présentent quant au choix de la forme de garde et de l'intensité d'engraisement. Comme toutes ne peuvent pas être décrites ici, nous nous concentrerons sur quelques formes d'engraisement au pâturage et de production de remotes d'engraisement.

10.4.1. Engraisement au pâturage et production de remotes d'engraisement

La forme classique d'un niveau d'alimentation extensif ou alternant est l'engraisement avec pâture des animaux durant une ou deux périodes de végétation. Avec une seule période de pâture, la finition des animaux se fait à l'écurie de manière intensive ; avec deux périodes de pâture, l'alimentation extensive se poursuit jusqu'à la fin de l'engraisement. Dans certains cas, une brève finition s'avère nécessaire durant les un à deux mois précédant l'abattage (Chassot et Troxler 2006).

La production de remotes d'engraisement constitue une forme particulière d'engraisement au pâturage. La garde de remotes sur les pâturages des régions de montagne et leur finition dans des exploitations de plaine permet une répartition sensée du travail entre les deux différentes régions de production.

Les formes d'engraisement comprenant des variations d'intensité doivent être organisées et planifiées afin de pouvoir profiter au maximum des périodes de végétation. Quelques formes d'engraisement possibles au pâturage sont représentées sur la Figures 10.5. La variante 1 peut sans grande difficulté être réalisée avec des taurillons à l'engrais, tandis que la 2e et surtout la 3e variante conviennent mieux à des bœufs et à des génisses.

La variante 4, plus longue que les 3 précédentes, avec pâture durant deux périodes de végétation, ne peut être réalisée qu'avec des bœufs et des génisses. Elle permet de profiter au maximum d'une alimentation au pâturage, minimisant ainsi le coût du kg de croît. Au début de la période de végétation, lorsque la croissance herbagère est importante, les animaux des deux années pâturent sur les surfaces disponibles. A la fin de l'été, quand la vitesse de croissance de l'herbe diminue, les animaux les plus âgés et les plus lourds sont mis en stabulation afin de diminuer la charge en UGB/ha. Dans certains cas, une finition intensive à l'écurie est recommandée. Dans le cas de finition des animaux au pâturage, une bonne gestion du pâturage est requise. Une complémentation énergétique peut s'avérer nécessaire (notamment pour les bœufs) si l'offre en herbe n'est pas optimale.

Des plans d'alimentation pour les variantes 2 et 4 sont donnés par les Tableaux 10.6 et 10.7.

10.4.2. Phase d'engraisement intensif à la suite d'une période d'engraisement extensif

L'ingestion de matière sèche et l'accroissement journalier requièrent une attention particulière durant cette phase d'engraisement. Les apports alimentaires recommandés des tableaux 10.2 et 10.3 ne peuvent être appliqués que de manière limitée. Lorsque des animaux sont alimentés de façon intensive suite à une phase d'engraisement extensif, l'ingestion de matière sèche augmente en moyenne de 10% (variation possible de 3 à 20%), par rapport à des animaux alimentés continuellement de manière intensive (Figures 10.6). On parle de croissance compensatrice. De nombreux facteurs peuvent l'influencer dont les plus importants sont l'âge auquel la restriction est imposée, la sévérité, la durée, la nature de celle-ci et le mode de réalimentation. Elle se produit de manière plus marquée après une restriction énergétique que protéique. Une restriction trop précoce (< 1 an), appliquée lorsque le développement des tissus osseux ou musculaire prédomine, peut compromettre la croissance des animaux. Néanmoins, la capacité de compensation diminue avec l'âge.

Plus la période d'alimentation extensive est longue (durée), plus le niveau d'alimentation est bas (sévérité) et plus le niveau de réalimentation est élevé, plus l'influence sur la période d'engraissement intensif qui suit est importante. Il semble cependant exister un optimum dans la réponse compensatrice. De plus, afin de maximiser cette croissance compensatrice, lors de la phase de réalimentation, une alimentation ad libitum est conseillée. Elle se réalise donc souvent au pâturage, au printemps lorsque la pousse de l'herbe est forte. La phase de restriction alimentaire permettant une croissance compensatrice se traduit par des modifications métaboliques énergétiques et protéiques ainsi que des modifications hormonales. La baisse des dépenses en énergie est associée à une diminution du métabolisme de base et de l'activité physique. Suite à cette période de restriction et au cours de la période de réalimentation, l'efficacité d'utilisation de l'énergie et la proportion de protéines du régime retenue sont accrues. Ce phénomène de croissance compensatrice est économiquement intéressant. Ainsi, dans plusieurs essais, une brève finition de quatre à six semaines appliquée sur des jeunes bovins castrés de 20 à 22 mois, engraisés sur deux saisons au pâturage, a permis de corriger un état d'engraissement insuffisant et d'améliorer notablement leur charnure, tout en gagnant rapidement des kilos de carcasse (Chassot et Dufey 2006 ; Chassot et Dufey 2008).

10.4.3. Engraissement extensif de jeunes bovins et gestion des pâturages

Le chargement

En système d'engraissement extensif, la période de pâture représente environ 60% du temps de présence des animaux, soit 7 à 8 mois par an. Afin de faire coïncider les disponibilités en herbe et les besoins des animaux, une bonne gestion du pâturage est primordiale. Elle doit répondre d'une part aux exigences des prairies et d'autre part à celles des bovins. La pression de pâture (nombre de têtes de bétail à l'hectare) doit être contrôlée pour permettre la repousse des végétaux et la mise à disposition d'une herbe en quantité suffisante et de bonne qualité.

La gestion optimale du pâturage se base avant tout sur l'évolution de l'offre en herbe au cours de la période de pâture. En tenant compte de la croissance de l'herbe à un instant donné, un chargement optimal peut alors être calculé en fonction. Il est qualifié d'optimal si le fourrage disponible coïncide avec les besoins des animaux. D'un point de vue économique, le chargement optimal est celui où le croît total par ha (kg/ha) et la vitesse de croissance individuelle (g/j) des animaux sont au maximum ou proches de celui-ci (Figures 10.7). En conditions normales de croissance, la quantité d'herbe est maximale au début du printemps. A cette époque de l'année, l'offre en herbe est bien souvent nettement supérieure aux besoins des animaux, le chargement peut alors s'élever jusqu'à 12 animaux par hectare (Chassot et Troxler 2006). Si le chargement est trop faible durant cette période où l'herbe est abondante, les refus augmentent et la qualité moyenne du pâturage baisse rapidement. Il est donc crucial d'exercer une forte pression de pâture au printemps. Il est aussi recommandé d'avancer un maximum la date du début de pâture si le chargement est faible. Le chargement recommandé à l'hectare baisse avec l'avancement dans l'année de la saison de pâture, ceci en raison de la dépression estivale de la croissance de l'herbe. L'offre en herbe diminue aussi bien en termes de quantité qu'en termes de qualité. Le chargement estival est réduit de moitié par rapport à celui du début de pâture. Afin de décharger le pâturage au fur et à mesure que l'automne approche, les animaux plus âgés peuvent par exemple être finis et abattus en première partie de saison.

Une baisse de chargement – c'est-à-dire une augmentation de surface par animal – présente des avantages du point de vue des performances animales surtout en seconde partie de saison. Elle permet aux animaux de choisir une herbe de qualité supérieure à la moyenne du pâturage, sans pour autant être limités par la quantité et garantit le maintien d'un bon niveau de croissance de l'animal sur toute la fin de la saison. Si les surfaces disponibles ne sont pas limitées, comme cela peut être le cas en montagne, une réduction du chargement en-deçà de l'optimum permet d'allonger la saison d'estivage et d'augmenter significativement le croît total par animal. Les besoins de finition des animaux en sont également réduits. Ils peuvent dans certains cas être abattus immédiatement à la fin de la saison pour autant que leur état d'engraissement soit suffisant. Ceci constitue justement le principal point critique en production de viande au pâturage. Une brève finition des animaux après la période d'estivage peut alors s'avérer nécessaire. Etant donné que le potentiel de croissance compensatrice est fort à ce moment-là, les performances d'engraissement peuvent être exceptionnelles et il sera possible de vendre directement des animaux prêts à l'abattage, répondant aux exigences du marché en termes de qualité de carcasse.

Ainsi, lorsque trop de surface est à disposition, comme les pâturages de montagne, leur utilisation extensive pour l'engraissement de bœufs – ou génisses – semble être une alternative rentable et donc intéressante à leur abandon par le bétail laitier. De plus, ce système extensif de production de viande bovine remplit non seulement une fonction agricole mais également d'entretien du paysage.

En ce qui concerne les types de pâtures, la plupart sont appropriés à l'engraissement de jeunes bovins. Peu de différences du point de vue des performances animales ou du rendement à l'hectare sont observables entre la pâture tournante et la pâture continue. Les avantages et les inconvénients de chaque système de pâture se situent à un autre niveau (sensibilité à la sécheresse, gestion de l'offre en herbe, temps de travail). Le Tableau 10.8 présente les différentes possibilités d'utilisation des pâtures en relation avec l'intensité d'engraissement, la charge en bétail et le GMQ des animaux que chacune d'entre elles permet.

La complémentation au pâturage

Au pâturage, l'apport de concentrés doit être adapté aux besoins de l'animal et à l'offre en herbe. Ils doivent être distribués à des phases ciblées de l'engraissement du jeune bovin, c'est-à-dire au cours de la croissance juvénile (< 250 kg) et au cours de la période de finition (> 450 kg). Aucun concentré ne doit être fourni durant le 1er cycle de végétation pendant lequel la croissance de l'herbe est maximale. Des sels minéraux doivent être mis à disposition des animaux.

La complémentation au petit-lait est également possible et peut représenter des avantages économiques et environnementaux dans les systèmes de production qui allient production fromagère et de viande bovine. Grâce à sa teneur élevée en énergie, un apport quotidien de 25-35 l de petit-lait non centrifugé équivaut à un apport de 2 à 3 kg d'orge, sans effet de substitution sur l'ingestion d'herbe. Cette complémentation est décrite de manière détaillée dans la revue Recherche Agronomique Suisse (Morel et al. 2016) ou dans l'Agroscope Transfer n°98 (Boltshauser et Dufey 2015).

La complémentation au pâturage ne doit pas être un palliatif à la carence du système fourrager. Elle peut cependant jouer un rôle sécuritaire face à des pâtures de mauvaise qualité ou faibles en quantité (sécheresse) et peut avoir des effets positifs sur le GMQ, la conformation et l'état d'engraissement des animaux.

10.5. Minéraux et vitamines

10.5.1. Minéraux

Les apports recommandés en macroéléments figurant dans les Tableaux 10.9, 10.10, 10.11 et 10.12 se basent sur les principes généraux décrits au Engraissement au pâturage et production de remotes d'engraissement 4.1 et sur les données relatives à l'ingestion fournies par les Tableaux 10.2, 10.3, 10.4 et 10.5 de ce chapitre. Les coefficients d'absorption utilisés sont décrits sous forme de notes sous les tableaux respectifs.

Les apports recommandés en oligo-éléments pour les bovins à l'engrais (taurillons, bœufs et génisses) figurent dans le Tableau 10.13.

10.5.2. Vitamines

Le Tableau 10.13 donne un aperçu des apports recommandés en vitamines pour le bovin à l'engrais. En général, les vitamines A, D et E doivent être ajoutées aux aliments destinés au bovin à l'engrais. Toutefois avec un engraissement au pâturage, ces besoins sont couverts par le fourrage vert et la propre synthèse de vitamine D.

Il n'est pas établi si, dans les conditions suisses, des apports accrus en vitamine E (par exemple 500 UI par animal et jour durant les 60 derniers jours d'engraissement) ont des effets positifs sur la qualité de la viande des bovins à l'engrais. Pour cette raison, aucune recommandation dans ce sens n'est donnée.

Dans le cadre de l'engraissement intensif, particulièrement avec des rations riches en amidon, il peut arriver que la synthèse de la vitamine B1 par les microorganismes de la panse de l'animal ne suffise pas à couvrir complètement ses besoins. Il peut en résulter une carence en vitamine B1 (nécrose de cortex cérébral). Dans cette situation, une complémentation journalière de l'ordre de 10 mg de vitamine B1 est indiquée.

10.6. Recommandations d'alimentation en finition en fonction du type génétique et de l'objectif de production

L'alimentation de finition joue un rôle central sur la qualité des carcasses et donc sur le prix obtenu par kg de poids mort. La relation entre poids mort et état d'engraissement est spécifique à chaque type d'animal et peut être modifiée par l'intensité d'alimentation ou plus particulièrement par la concentration énergétique de la ration de finition.

En fin d'engraissement, le gain moyen quotidien des animaux a plutôt tendance à baisser. A ce stade, la vitesse de croissance des tissus adipeux dépasse celle des muscles. En conséquence, la part de lipides dans le croît augmente, au détriment des tissus musculaires. Pour cette raison, la phase de finition requiert une ration riche en énergie et moins en protéines, à l'inverse de la période de pré-engraissement, durant laquelle la croissance musculaire domine.

Les variations de l'intensité d'alimentation permettent de modifier la composition de la carcasse, principalement les proportions respectives de muscles et de lipides. Il est donc possible de réduire ou d'augmenter selon des objectifs fixés à l'avance le poids d'abattage ou l'état d'engraissement de l'animal. Pour réduire le poids d'abattage tout en visant un état d'engraissement optimal, l'intensité d'alimentation doit être augmentée afin d'accélérer la croissance des tissus adipeux. La réponse sera d'autant plus forte que la précocité des animaux est élevée. Inversement, il est également possible de réduire l'état d'engraissement des animaux très précoces à l'abattage et, par conséquent de produire des carcasses plus lourdes sans engraissement excessif, en limitant la vitesse de croissance des animaux durant l'engraissement par la réduction des apports alimentaires. Dans ce cas-ci, la réponse sera d'autant plus efficace que les animaux sont plus âgés, car l'effet dépressif sur l'état d'engraissement est d'autant plus marqué que les jeunes bovins se trouvent dans une phase où ils déposent beaucoup de tissus adipeux. Durant la période de finition, il faut donc adapter le GMQ aux exigences du produit final en tenant compte de la précocité du type d'animal utilisé. Plus la race est tardive, plus l'intensité d'alimentation doit être élevée pour obtenir une carcasse de poids et d'état d'engraissement semblables. De plus, au sein d'une même race, la précocité est décroissante de la génisse au taurillon, en passant par le mâle castré. Autrement dit, disposant d'une alimentation identique, les femelles s'engraissent plus rapidement que les mâles.

Sur la base de nos essais, quelques recommandations pratiques peuvent être formulées. Elles sont présentées dans le Tableaux10.14.

Pour une bonne rentabilité en production bovin-viande, le choix du type génétique de l'animal doit être adapté le mieux possible aux conditions et aux objectifs de production. Les résultats de nos propres expériences (Dufey et al. 2002) consistant à comparer les performances de bœufs de six races pures à viande (Angus, Simmental, Charolais, Limousin, Blonde d'Aquitaine et Piémontais) et élevés dans des conditions d'alimentation essentiellement à base de fourrages ont révélé des différences très marquées entre les races découlant sur une classification de celles-ci selon différents critères (Tableaux10.15).

10.7. Bibliographie

Béranger C., Micol D., 1981. Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage. Importance du chargement et du mode d'exploitation. *Fourrages* 85, 73-93.

-  Boltshauser M., Dufey P.-A., 2015. Valorisation du petit-lait sur les alpages par les bovins à viande. *Agroscope Transfer*. 98, 1-4.
-  Chassot A., Dufey P.-A., 2006. Durée de finition de bœufs après estivage et performances d'engraissement. *Revue suisse Agric.* 38 (6), 291-295.
-  Chassot A., Dufey P.-A., 2008. Finition de bœufs après estivage : effets de l'intensité d'alimentation sur les performances d'engraissement. *Revue suisse Agric.* 40 (4), 157-161.
-  Chassot A., Troxler J., 2006. Engraissement extensif de bœufs avec estivage. *Revue suisse Agric.* 38 (5), 241-246.
-  Dufey P.A., Chambaz A., Morel I., Chassot A., 2002. Comparaison de bœufs de six races à viande [Aptitude à l'engraissement]. *Informations ASVNM*, (10), 2002, 79-94.

Garcia F., Agabriel J., Micol D., 2007. Alimentation des bovins en croissance et à l'engrais. Dans : *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Editions Quae, INRA, Versailles. 89-120.

Hoch T., Begon C., Cassar-Maleck I., Picard B., Savary-Auzeloux I., 2003. Mécanismes et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants. *INRA Theix Prod. Anim.*, 16(1), 49-59.

-  Morel I., Oberson J.-L., Guggiari S., Dufey P.-A., 2016. Bovins à viande nourris au petit-lait à l'alpage: performances et comportement d'ingestion : Série LACTOBEEF. *Recherche Agronomique Suisse*. 7(1), 12-21.

10.8. Tableaux

Tableau 10.1. Comparaison des systèmes d'engraissement extensif et intensif

	Extensif	Intensif
Densité énergétique de la ration (MJ NEV/kg MS)	< 6,5	≥ 7,0
GMQ (g) sur toute la durée d'engraissement	≤ 1000	> 1300
Age à l'abattage (mois)	≥ 18	≤ 15-18
Alimentation	≥ 1 période de pâture En priorité des herbages Peu de concentrés Changements fréquents de ration et d'intensité d'alimentation	Pas de pâture En priorité de l'ensilage de maïs PE et des concentrés Peu de changements, intensité d'alimentation constamment élevée
Type d'animaux	Bœufs et génisses Plutôt précoces	Taurillons Plutôt tardifs, de grand format (Potentiel de croissance musculaire élevé)
Principe	Adaptation aux contraintes du milieu	Exploitation optimale de la capacité de croissance des animaux

MJ = mégajoules ; NEV = énergie nette pour la production de viande ; MS = matière sèche ; GMQ = gain moyen quotidien ; PE = plante entière

Tableau 10.2. Apports alimentaires recommandés pour les taurillons à l'engrais: énergie, protéines absorbables dans l'intestin et ingestion de matière sèche

Poids vif (kg)	Apports journaliers recommandés pour un gain de poids quotidien ¹ de :																				
	1100g			1200g			1300g			1400g			1500g			1600g			1700g		
	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg
125	23.8	444	3.5	25.6	472	3.7	27.6	499	3.8	29.7	526	3.9	32	553	4.1	34.5	579	4.2	37.2	605	4.4
150	26.1	464	3.8	28	492	4.0	30.1	519	4.1	32.3	546	4.3	34.7	572	4.4	37.4	599	4.6	40.3	625	4.7
175	28.3	483	4.2	30.4	511	4.3	32.5	538	4.5	34.9	564	4.6	37.5	591	4.8	40.3	617	4.9	43.4	643	5.1
200	30.5	501	4.5	32.6	528	4.7	34.9	555	4.8	37.4	582	5.0	40.1	608	5.1	43.1	634	5.3	46.4	659	5.4
225	32.6	518	4.9	34.9	545	5.0	37.3	572	5.2	39.9	598	5.3	42.7	624	5.5	45.8	650	5.6	49.3	675	5.8
250	34.7	534	5.2	37.1	561	5.4	39.6	588	5.5	42.3	614	5.7	45.3	640	5.8	48.6	665	6.0	52.2	690	6.1
275	36.8	550	5.6	39.2	577	5.7	41.9	603	5.9	44.8	629	6.0	47.9	655	6.2	51.3	680	6.3	55.0	705	6.4
300	38.8	565	5.9	41.4	592	6.1	44.1	618	6.2	47.1	644	6.3	50.4	669	6.5	53.9	694	6.6	57.9	719	6.8
325	40.8	579	6.2	43.5	606	6.4	46.4	632	6.5	49.5	658	6.7	52.9	683	6.8	56.6	708	7.0	60.7	732	7.1
350	42.8	594	6.6	45.6	620	6.7	48.6	646	6.9	51.8	672	7.0	55.3	697	7.2	59.2	721	7.3	63.4	745	7.5
400	46.6	621	7.3	49.7	648	7.4	52.9	673	7.6	56.4	698	7.7	60.2	723	7.9	64.3	747	8.0	68.9	770	8.2
450	50.5	648	8.0	53.7	674	8.1	57.2	699	8.3	60.9	724	8.4	65	748	8.6	69.4	771	8.7	74.3	794	8.8
500	54.2	673	8.7	57.7	699	8.8	61.4	724	8.9	65.4	748	9.1	69.7	771	9.2	74.4	794	9.4	79.6	817	9.5
550	57.9	698	9.3	61.6	723	9.5	65.5	748	9.6	69.7	771	9.8	74.3	794	9.9	79.4	817	10.1	84.9	839	10.2

NEV : Energie nette pour la production de viande ; PAI : Protéines absorbable dans l'intestin ; MSI : Matière sèche ingérée

Attention :

- ¹Le gain de poids quotidien ne correspond pas au gain de poids moyen durant toute la période d'engraissement. Pour utiliser le tableau des apports recommandés, il faut se baser sur une courbe de croissance établie sur la base d'un niveau d'alimentation donné (fig. 10.4 et exemples tab. 10.4).
- L'ingestion de MS est jusqu'à 10% supérieure pour des rations avec un pourcentage élevé de fourrage sec (> 5.0 MJ NEV) d'un ensilage de très bonne qualité, de betteraves fourragères ou de pommes de terre.
- Matière azotée : min. 19 g/MJ NEV

Remarque : les valeurs des colonnes 1600g et 1700g ont été extrapolées à partir des formules de calcul existantes pour des gains de poids quotidiens inférieurs. Elles sont actuellement en cours de révision. L'application de ces normes mène à des concentrations théoriques très élevées difficilement réalisable dans la pratique.

Tableau 10.3. Apports alimentaires recommandés pour les bœufs et les génisses à l'engrais: énergie, protéines absorbables dans l'intestin et ingestion de matière sèche

Poids vif (kg)	Apports journaliers recommandés pour un gain de poids quotidien ¹ de :																							
	700g			800g			900g			1000g			1100g			1200g			1300g			1400g		
	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg	NEV MJ	PAI g	MSI kg
125	16.3	330	3.3	17.5	357	3.3	18.7	384	3.4	19.9	409	3.4	21.2	434	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	18.6	348	3.7	19.9	374	3.7	21.3	400	3.7	22.7	425	3.7	24.2	449	3.8	25.7	473	3.8	-	-	-	-	-	-
175	20.8	364	4.1	22.3	390	4.1	23.8	415	4.1	25.4	439	4.1	27.0	462	4.1	28.8	485	4.2	30.5	506	4.2	-	-	-
200	23.0	380	4.4	24.6	405	4.5	26.3	429	4.5	28.1	452	4.5	29.9	474	4.5	31.8	495	4.5	33.7	515	4.6	35.8	535	4.6
225	25.1	394	4.8	26.9	418	4.8	28.8	441	4.8	30.7	463	4.9	32.6	484	4.9	34.7	504	4.9	36.9	523	4.9	39.1	541	4.9
250	27.2	408	5.2	29.2	431	5.2	31.2	453	5.2	33.2	474	5.2	35.4	494	5.3	37.6	513	5.3	40.0	530	5.3	42.4	546	5.3
275	29.3	421	5.5	31.4	443	5.6	33.6	465	5.6	35.8	484	5.6	38.1	503	5.6	40.5	520	5.6	43.0	536	5.7	45.7	551	5.7
300	31.3	433	5.9	33.6	455	6.0	35.9	475	6.0	38.3	494	6.0	40.8	511	6.0	43.4	527	6.0	46.1	542	6.0	48.9	555	6.1
325	33.4	446	6.3	35.8	466	6.3	38.2	485	6.3	40.8	503	6.3	43.4	519	6.4	46.2	534	6.4	49.1	547	6.4	52.1	558	6.4
350	35.4	457	6.7	37.9	477	6.7	40.5	495	6.7	43.2	512	6.7	46.1	526	6.7	49.0	539	6.8	52.1	551	6.8	55.3	561	6.8
400	39.3	479	7.4	42.1	497	7.4	45.1	513	7.4	48.1	527	7.5	51.3	540	7.5	54.5	550	7.5	58.0	558	7.5	61.6	565	7.5
450	43.2	500	8.1	46.3	516	8.2	49.5	530	8.2	52.9	542	8.2	56.4	551	8.2	60.0	559	8.2	63.8	564	8.3	-	-	-
500	-	-	-	50.4	534	8.9	54.0	546	8.9	57.6	55	8.9	61.4	562	9.0	65.4	567	9.0	69.6	569	9.0	-	-	-
550	-	-	-	54.4	551	9.7	58.3	561	9.7	62.3	568	9.7	66.5	572	9.7	70.8	573	9.7	75.3	573	9.8	-	-	-

NEV : Energie nette pour la production de viande ; PAI : Protéines absorbable dans l'intestin ; MSI : Matière sèche ingérée

Attention :

- ¹Le gain de poids quotidien ne correspond pas au gain de poids moyen durant toute la période d'engraissement. Pour utiliser le tableau des apports recommandés, il faut se baser sur une courbe de croissance établie sur la base d'un niveau d'alimentation donné (fig. 10.4 et exemples tab. 10.4).
- L'ingestion de MS est jusqu'à 10% supérieure pour des rations avec un pourcentage élevé de fourrage sec (> 5.0 MJ NEV).
- Matière azotée : min. 19g/MJ NEV

Concentration recommandée de la ration pour des animaux de plus de 550 kg :

7 MJ NEV/kg MS ; 140 g MA/kg MS ; 90 g PAI/kg MS (ingestion : env. 2 kg MS/100 kg PV)

Tableau 10.4. Apports alimentaires journaliers recommandés pour des taurillons à l'engrais avec un gain moyen quotidien de 1200g à 1500g

Poids vif (kg)	Intensité de l'engraissement : Gain moyen quotidien (GMQ) ¹															
	1200g				1300g				1400g				1500g			
	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)
125	1000	22.1	417	3.6	1100	23.8	445	3.7	1210	25.6	475	3.8	1310	27.6	502	4.0
150	1050	25.2	451	4.0	1170	27.1	484	4.2	1280	30.1	514	4.3	1390	32.3	544	4.4
175	1100	28.3	483	4.4	1220	30.4	516	4.6	1340	33.7	549	4.7	1450	36.2	578	4.9
200	1140	31.5	512	4.8	1260	33.8	545	5.0	1380	37.4	577	5.2	1500	40.1	609	5.3
250	1200	37.1	562	5.6	1320	39.6	594	5.8	1440	43.8	625	6.0	1550	46.9	654	6.1
300	1230	42.7	600	6.4	1350	45.6	632	6.6	1460	48.7	660	6.7	1570	52.1	688	6.8
350	1250	47.0	634	7.1	1350	50.2	660	7.3	1450	53.5	685	7.4	1550	57.2	710	7.5
400	1250	51.3	661	7.9	1340	54.6	684	8.0	1430	58.3	707	8.1	1520	60.2	729	8.2
450	1250	55.4	687	8.6	1330	59.0	707	8.7	1400	60.9	725	8.8	1480	65.0	744	8.9
500	1240	59.5	710	9.3	1310	61.4	727	9.4	1380	65.4	744	9.5	1460	67.5	763	9.6
550	1230	63.5	732	10.0	1300	65.5	749	10.1	1380	69.7	768	10.2	1450	72.0	784	10.3

¹ Gain moyen quotidien entre 150 kg PV et l'abattage (environ 535 kg PV)

PV = poids vif ; GQ : Gain quotidien ; NEV : Energie nette pour la production de viande ; PAI : Protéines absorbable dans l'intestin ; MSI : Matière sèche ingérée

Tableau 10.5. Apports alimentaires journaliers recommandés pour des bœufs et génisses à l'engrais avec un gain moyen quotidien de 900g à 1200g

Poids vif (kg)	Intensité de l'engraissement : Gain moyen quotidien (GMQ) ¹															
	900g				1000g				1100g				1200g			
	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)	GQ (g)	NEV (MJ)	PAI (g)	MSI (kg)
125	690	16.2	327	3.3	790	17.4	353	3.3	890	18.6	380	3.4	880	18.4	377	3.4
150	730	19.0	355	3.7	830	20.3	381	3.7	930	21.7	406	3.7	970	22.3	416	3.7
175	770	21.9	381	4.1	870	23.4	406	4.1	970	24.9	431	4.1	1050	26.2	449	4.1
200	800	24.6	404	4.4	900	23.6	428	4.5	1000	28.1	451	4.5	1120	30.2	477	4.5
250	870	30.6	446	5.2	970	32.6	467	5.2	1070	34.7	487	5.2	1230	38.3	517	5.3
300	920	36.4	478	6.0	1020	38.8	497	6.0	1120	41.3	514	6.0	1300	46.1	541	6.0
350	950	41.9	503	6.7	1050	44.6	519	6.7	1150	47.5	533	6.8	1340	53.4	555	6.8
400	980	47.5	524	7.5	1080	50.6	537	7.5	1180	53.9	548	7.5	1330	59.1	561	7.5
450	990	52.6	541	8.2	1090	56.0	551	8.2	1190	59.6	559	8.2	1280	63.1	564	8.3
500	990	57.3	555	8.9	1090	61.1	562	9.0	1190	65.0	567	9.0	1200	65.4	567	9.0

¹ Gain moyen quotidien entre 150 kg PV et l'abattage (environ 535 kg PV)

PV = poids vif ; GQ : Gain quotidien ; NEV : Energie nette pour la production de viande ; PAI : Protéines absorbable dans l'intestin ; MSI : Matière sèche ingérée

Tableau 10.6. Plan d'alimentation pour une production en 18 mois : sevrage de septembre à décembre, une période de pâture (Fig. 10.5 variante 2)

Poids vif kg	Durée jours	GQ g/j	Fourrages et aliments par jour				Fourrages et aliments sur la période			
			Foin kg MBI/j	Herbe kg MSI/j	Orge kg MBI/j	Soja kg MBI/j	Foin kg MBI	Herbe kg MSI	Orge kg MBI	Soja kg MBI
65 à 200	180	750	0 à 3.5			0.2	460			40
200 à 350	210	720		3.5 à 6				1000		
350 à 450	90	1100	8 à 9				800			
450 à 550	75	1350	7 à 9		~ 0.6	~ 0.8	700		50	60
Total	555	875					1860	1000	50	100

GQ : Gain quotidien ; MBI : matière brute ingérée ; MSI: Matière sèche ingérée

Tableau 10.7. Plan d'alimentation pour une production en 22 mois: sevrage de novembre à mars, deux périodes de pâture (Fig. 10.5 variante 4)

Poids vif kg	Durée jours	GQ g/j	Fourrages et aliments par jour				Fourrages et aliments sur la période			
			Foin kg MBI/j	Herbe kg MSI/j	Orge kg MBI/j	Soja kg MBI/j	Foin kg MBI	Herbe kg MSI	Orge kg MBI	Soja kg MBI
65 à 200	180	750	0 à 3.5			0.2	460			40
200 à 300	160	620		3 à 4				650		
300 à 400	140	720	6 à 7				1000			
400 à 550	90	800		7 à 9	~ 0.7	~ 1.7		800	70	160
Total	670	730					1460	1450	70	200

GQ : Gain quotidien ; MBI : matière brute ingérée ; MSI: Matière sèche ingérée

Tableau 10.8. Genre d'engraisement, charge en bétail et GMQ attendus en fonction du type de pâture

Types de pâtures	Genre d'engraisement	Charge en bétail	GMQ
tournante extensive	engraisement extensif	1 à 1,5 UGB / ha	600-700 g / j
tournante intensive	engraisement mi-intensif	2 à 3 UGB / ha	700-1000 g / j
continue extensive	peu adapté à l'engraisement	0,5 à 1 UGB / ha	500-700 g / j
continue sur gazon court	engraisement mi-intensif	3 à 4 UGB / ha	700-1000 g / j

GMQ : Gain moyen quotidien ; UGB/ha = unités gros bétail par hectare

Source : Agroscope, Changins

Tableau 10.9. Apports journaliers recommandés en calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg) et sodium (Na) pour les taurillons à l'engrais

Poids vif (kg)	Apports journaliers recommandés pour un gain de poids quotidien ¹ de :																											
	1000g				1100g				1200g				1300g				1400g				1500g				1600g			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
125	41	14	3	4	45	15	3	4	48	16	3	4	52	17	3	4	56	19	3	4	60	20	4	4	63	21	4	5
150	42	14	3	4	45	15	3	4	49	16	3	4	53	18	3	5	57	19	3	5	60	20	4	5	64	21	4	5
175	42	14	3	4	46	16	3	5	50	17	3	5	53	18	3	5	57	19	4	5	61	20	4	5	65	22	4	5
200	43	15	3	5	47	16	3	5	50	17	3	5	54	18	3	5	58	19	4	6	62	21	4	6	65	22	4	6
225	37	14	3	5	40	15	3	5	43	16	3	6	46	17	4	6	49	18	4	6	52	19	4	6	55	20	4	6
250	38	14	3	6	41	15	3	6	44	16	3	6	47	17	4	6	50	18	4	6	53	20	4	7	56	21	4	7
275	38	14	3	6	41	16	3	6	44	17	3	6	47	18	4	7	50	19	4	7	53	20	4	7	57	21	4	7
300	39	15	3	7	42	16	3	7	45	17	4	7	48	18	4	7	51	19	4	7	54	20	4	7	57	21	4	7
325	40	15	3	7	43	16	3	7	46	17	4	7	49	18	4	7	52	19	4	8	55	21	4	8	58	22	4	8
350	40	15	3	7	43	16	3	8	47	18	4	8	50	19	4	8	53	20	4	8	56	21	4	8	59	22	5	8
400	42	16	3	8	45	17	4	8	48	18	4	9	51	19	4	9	54	20	4	9	57	21	4	9	60	23	5	9
450	43	17	4	9	46	18	4	9	49	19	4	9	52	20	4	10	55	21	4	10	58	22	5	10	61	23	5	10
500	45	17	4	10	48	18	4	10	51	19	4	10	54	20	4	10	57	22	5	11	60	23	5	11	63	24	5	11
550	46	18	4	11	49	19	4	11	52	20	4	11	55	21	4	11	58	22	5	11	61	23	5	12	64	24	5	12

Coefficients d'absorption:

- Ca: 0.44 (correspond à une ration à base d'ensilage de maïs (>40%) et une proportion de 10 à 25% de concentrés dans la ration)
- Mg: 0.22 (correspond à une ration à base d'ensilage de maïs, sans ensilage d'herbe)

Attention:

¹Le gain de poids quotidien ne correspond pas au gain de poids moyen durant toute la période d'engraissement. Pour utiliser le tableau des apports recommandés, il faut se baser sur une courbe de croissance établie sur la base d'un niveau d'alimentation donné (fig. 10.4 et exemples tab. 10.4).

Tableau 10.10. Apports journaliers recommandés en calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg) et sodium (Na) pour les bœufs et génisses à l'engrais

LG (kg)	Apports journaliers recommandés pour un gain de poids quotidien ¹ de :																															
	700g				800g				900g				1000g				1100g				1200g				1300g				1400g			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
125	35	12	8	3	38	13	8	3	42	14	8	3	46	15	9	4	50	16	9	4	54	17	9	4	58	18	10	4	62	19	10	4
150	35	12	8	4	39	13	9	4	43	14	9	4	47	16	9	4	51	17	10	4	55	18	10	4	59	19	10	5	63	20	11	5
175	36	13	9	4	40	14	9	4	44	15	10	4	48	16	10	4	52	17	10	5	56	18	11	5	60	19	11	5	64	20	11	5
200	37	13	10	4	41	14	10	5	45	15	10	5	49	16	11	5	53	18	11	5	57	19	11	5	61	20	12	5	64	21	12	6
225	33	13	10	5	36	14	11	5	39	15	11	5	42	16	11	5	45	17	12	5	48	18	12	6	51	19	12	6	54	20	13	6
250	33	13	11	5	37	14	11	5	40	15	12	6	43	16	12	6	46	17	12	6	49	18	13	6	52	19	13	6	55	20	13	6
275	34	14	12	6	37	15	12	6	41	16	12	6	44	17	13	6	47	18	13	6	50	19	13	6	53	20	14	7	56	21	14	7
300	35	14	12	6	38	15	13	6	41	16	13	6	45	17	13	7	48	18	14	7	51	19	14	7	54	20	14	7	57	21	15	7
325	36	15	13	7	39	16	13	7	42	17	13	7	45	18	14	7	49	19	14	7	52	20	15	7	55	21	15	7	58	22	15	8
350	37	15	13	7	40	16	14	7	43	17	14	7	46	18	14	7	49	19	15	8	53	20	15	8	56	21	15	8	59	22	16	8
400	39	16	15	8	42	17	15	8	45	18	15	8	48	19	16	8	51	20	16	8	54	21	16	9	57	22	17	9	60	23	17	9
450	40	17	16	9	43	18	16	9	47	19	17	9	50	20	17	9	53	21	17	9	56	22	18	9	59	23	18	10	62	24	18	10
500	42	18	17	9	45	19	18	10	48	20	18	10	51	21	18	10	55	22	19	10	58	23	19	10	61	24	19	10	64	25	20	11
550	44	19	18	10	47	20	19	10	50	21	19	11	53	22	19	11	56	23	20	11	59	24	20	11	63	25	21	11	66	26	21	11

Coefficients d'absorption:

Ca: 0.39 et Mg 0.13 (correspond à une ration herbagère avec 10-25% de concentrés dans la ration)

Attention:

¹Le gain de poids quotidien ne correspond pas au gain de poids moyen durant toute la période d'engraissement. Pour utiliser le tableau des apports recommandés, il faut se baser sur une courbe de croissance établie sur la base d'un niveau d'alimentation donné (fig. 10.4 et exemples tab. 10.4).

Tableau 10.11. Apports journaliers recommandés calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg) et sodium (Na) (g/j) pour les taurillons à l'engrais avec un gain moyen quotidien de 1200 à 1500g

Poids vif (kg)	Intensité de l'engraissement : Gain moyen quotidien (GMQ)																			
	1200g					1300g					1400g					1500g				
	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)
150	1050	39	15	3	4	1170	43	16	3	4	1280	47	17	3	4	1390	51	19	3	5
200	1140	43	16	3	5	1260	47	18	3	5	1380	51	19	4	5	1500	56	21	4	6
250	1200	38	16	3	6	1320	41	18	4	6	1440	44	19	4	6	1550	48	20	4	7
300	1230	39	17	4	7	1350	42	19	4	7	1460	46	20	4	7	1570	49	21	4	7
350	1250	40	18	4	8	1350	43	19	4	8	1450	46	20	4	8	1550	49	21	4	8
400	1250	41	19	4	9	1340	43	20	4	9	1430	46	21	4	9	1520	49	22	5	9
450	1250	41	19	4	9	1330	44	20	4	10	1400	46	21	4	10	1480	48	22	5	10
500	1240	42	20	4	10	1310	44	21	4	10	1380	46	21	5	10	1460	48	22	5	11
550	1230	42	20	4	11	1300	44	21	4	11	1380	46	22	5	11	1450	48	23	5	11

GQ = gain quotidien

Tableau 10.12. Apports journaliers recommandés en calcium (Ca), phosphore (P), magnésium (Mg) et sodium (Na) (g/j) pour les génisses et bœufs à l'engrais avec un gain moyen quotidien de 900 à 1200g

Poids vif (kg)	Intensité de l'engraissement : Gain moyen quotidien (GMQ)																			
	900g					1000g					1100g					1200g				
	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	GQ (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)
150	730	37	13	8	4	830	40	14	9	4	930	44	15	9	4	970	46	15	9	4
200	800	41	14	10	5	900	45	15	10	5	1000	49	16	10	5	1120	53	18	11	5
250	870	39	15	11	6	970	42	16	11	6	1070	45	17	12	6	1230	50	19	12	6
300	920	42	16	12	6	1020	45	17	13	7	1120	48	18	13	7	1300	54	20	13	7
350	950	45	18	14	7	1050	48	19	14	7	1150	51	20	14	8	1340	57	22	14	8
400	980	47	19	15	8	1080	50	20	15	8	1180	54	21	15	9	1330	58	22	16	9
450	990	49	20	16	9	1090	53	21	16	9	1190	56	22	17	9	1280	58	23	17	9
500	990	51	21	17	10	1090	54	22	18	10	1190	57	23	18	10	1200	58	23	18	10

GQ = gain quotidien

Tableau 10.13. Apports recommandés en oligo-éléments et en vitamines pour les taurillons, les bœufs et les génisses à l'engrais

Oligo-éléments en mg/kg MS de ration		Vitamines		
Cuivre ¹⁾	10	Vitamine A	UI/100 kg PV et jour	7000
Cobalt	0.1	Vitamine D	UI/100 kg PV et jour	700
Fer	50	Vitamine E	UI/kg de MS	30
Iode ²⁾	0.3			
Manganèse	40			
Sélénium	0.2			
Zinc	40			

MS : matière sèche ; UI : unités internationales ; PV : poids vif

¹⁾ Ration avec >3.0 mg Mo/kg MS ou avec >3.5 g S /kg MS: concentration * 1.5

²⁾ Ration avec forte présence de substances goitrigènes: concentration * 2

Tableau 10.14. Concentration énergétique recommandée (MJ NEV/kg MS) selon la précocité et l'objectif de poids carcasse de l'animal.

		< 280 kg PM	≥ 300 kg PM
Précoce (Angus)	<i>Conc. énergétique [MJ NEV/kg MS]</i>	< 6,5	~ 6,5
	<i>Type de ration</i>	Ensilage herbe / Foin (+ concentrés)	Ensilage herbe et (maïs) / Foin (+ concentrés)
	<i>Sexe</i>	(Génisses)-Boeufs-Taurillons	Taurillons
Mi-tardif (Limousin)	<i>Conc. énergétique [MJ NEV/kg MS]</i>	> 7,5	> 7,0
	<i>Type de ration</i>	Ensilage maïs et (herbe) + concentrés	Ensilages maïs et herbe + concentrés
	<i>Sexe</i>	Génisses-Boeufs	Boeufs-Taurillons
Tardif (Piémontais)	<i>Conc. énergétique [MJ NEV/kg MS]</i>		8,0
	<i>Type de ration</i>		Ensilage maïs + concentrés
	<i>Sexe</i>		Génisses-Boeufs

NEV : Energie nette pour la production de viande ; MS : Matière sèche ; PM : poids mort

Tableau 10.15. Principales caractéristiques de 6 races à viande bovines

	Angus	Simmental	Charolaise	Limousin	Blonde d'Aquitaine	Piémontais
Précocité	+++	++	++	++	+	+
Capacité d'ingestion	+++	++	++	++	++	+
Efficacité alimentaire	+++	+++	+++	++	++	+
Vitesse de croissance	+++	+++	+++	++	++	+
Charnure	+	+	+++	+++	+++	+++
Rendement de carcasse	+	+	++	+++	+++	+++
Type d'engraissement conseillé	Extensif Semi intensif	Extensif Semi intensif	Extensif Semi intensif	Semi intensif Intensif	Intensif	Intensif
Type de production conseillé	Taurillons	Taurillons	Bœufs	Bœufs	Bœufs obligatoirement	Bœufs obligatoirement
Intensité Finition	+	+-(++)	++	++	+++	+++
Degré d'engraissement	TG3	TG3 (+)	TG3	TG3	TG2	TG2 (TG3)

TG2 : tissus gras, couverture partielle ; TG3 : tissus gras, couverture régulière

10.9. Figures

Figure 10.1. Types de production de viande bovine à l'engrais

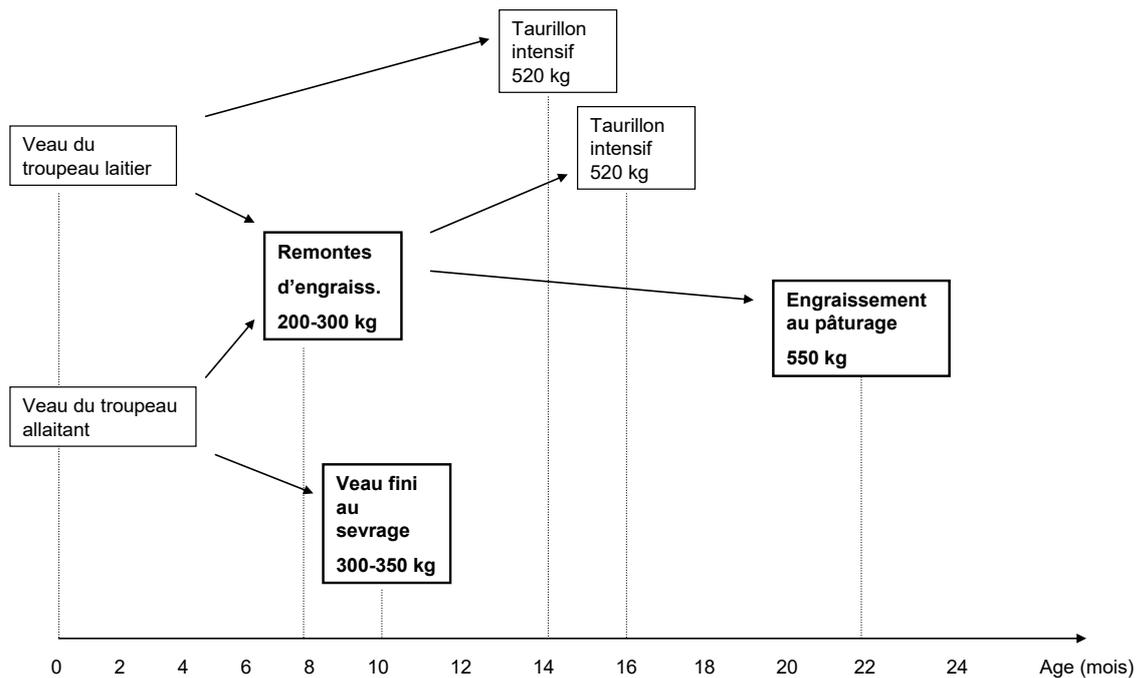


Figure 10.2. Alimentation selon la phase de production

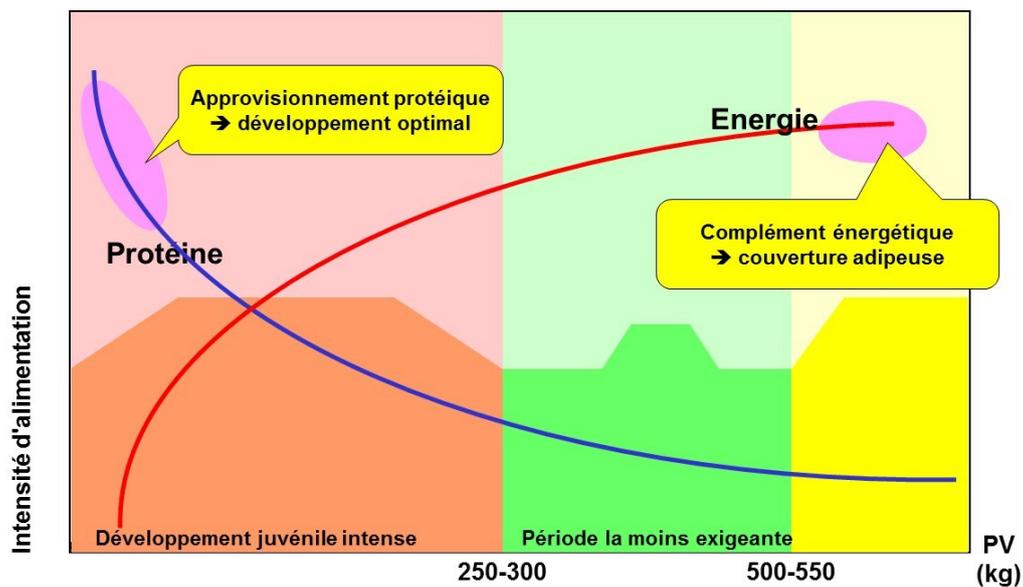


Figure 10.3. Ingestion journalière moyenne de matière sèche par tranche de poids vif de bœufs de six races à viande

(AN : Angus, SI : Simmental, CH : Charolais, LI : Limousin, BL : Blonde d'Aquitaine, PI : Piémontais, Livre vert : estimation de l'ingestion de matière sèche)

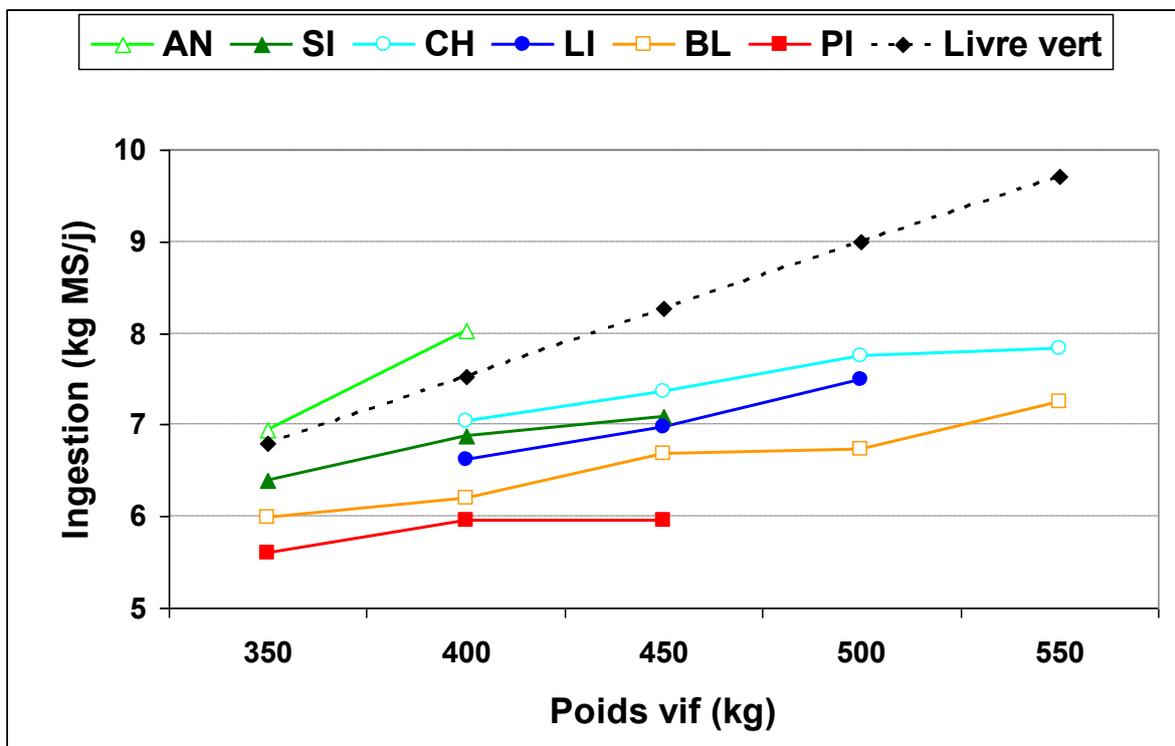
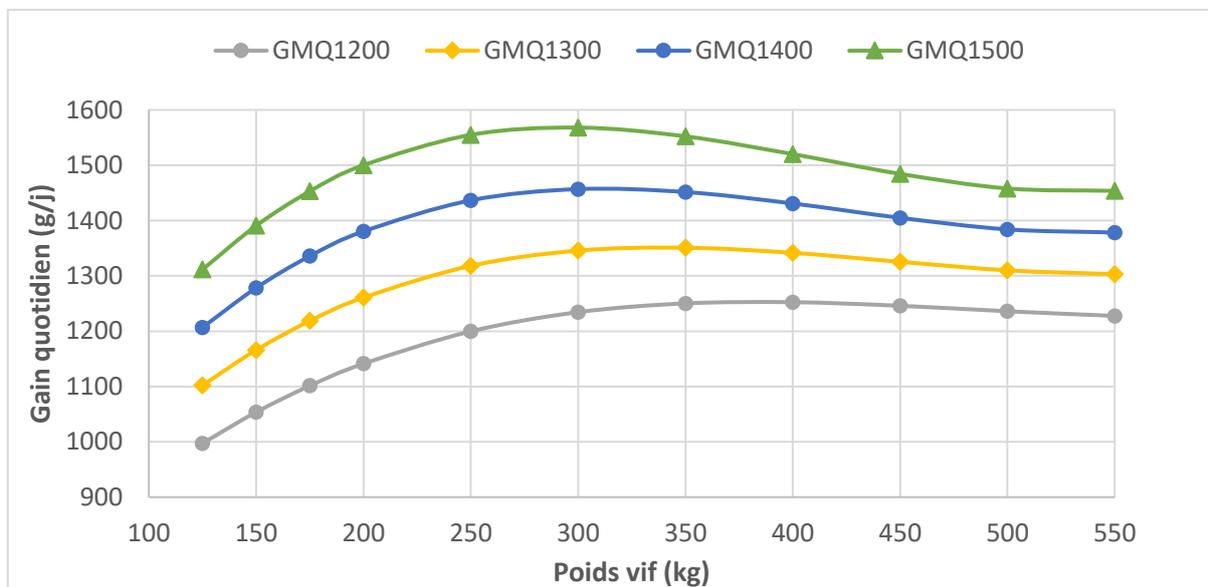


Figure 10.4. Courbes de croissance pour l'engraissement intensif de taurillons en fonction du gain moyen quotidien (GMQ) visé



GMQ : Gain moyen quotidien

Figure 10.5. Différentes formes d'engraissement au pâturage

a) Pâturage durant une seule période de végétation (Variantes 1, 2 et 3)

Variante 1 Production en 17 mois (mieux adaptée pour les taurillons à l'engrais)

Elevage /Sevrage PV : 65 - 150 kg GQ : 650-800g/j				Elev.-déb.pâturage PV: 150-200 kg GQ : 700-800g/j		Pâturage / Alpage PV : 200 - 290 kg GQ : 600g/j					Finition intensive PV : 290 kg-fin engraissement GQ : 1200-1300g/j					
Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars

Variante 2 Production en 18 mois

Elevage /Sevrage PV : 65 - 150 kg GQ : 650-800g/j				Elev. -début pâturage PV: 150-250 kg GQ : 700-800g/j				Pâturage / Alpage PV : 250 - 340 kg GQ : 600g/j				Finition intensive PV : 340 kg-fin engraissement GQ : 1200-1300g/j					
Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév

Variante 3 Production en 19 mois (mieux adaptée pour les bœufs et génisses à l'engrais)

Elevage /Sevrage PV : 65 - 150 kg GQ : 650-800g/j				Elev. - début pâturage PV: 150-250 kg GQ : 700-800g/j				Pâturage / Alpage PV : 300 - 390 kg GQ : 600g/j				Finition intensive PV : 390 kg-fin engraissement GQ : 1200g/j						
Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv

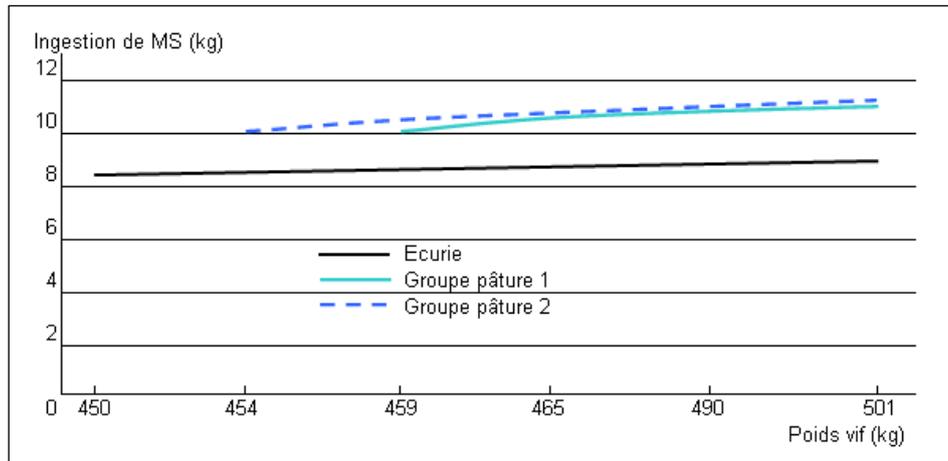
b) Pâturage durant deux périodes de végétation (Variante 4)

Variante 4 Production en 22 à 24 mois (bien adaptée pour les bœufs et génisses)

Elevage /Sevrage PV : 65 - 150 kg GQ : 650-800g/j				Elev.-déb.pâturage PV: 150-200 kg GQ : 700-800g/j		1ère Pâturage / Alpage PV : 200 -290 kg GQ : 600g/j					Période hivernale PV : 290-420 kg GQ : 700-750g/j					2ème Pâturage PV : 420kg-fin engraissement GQ : 700-750g/j						
Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept

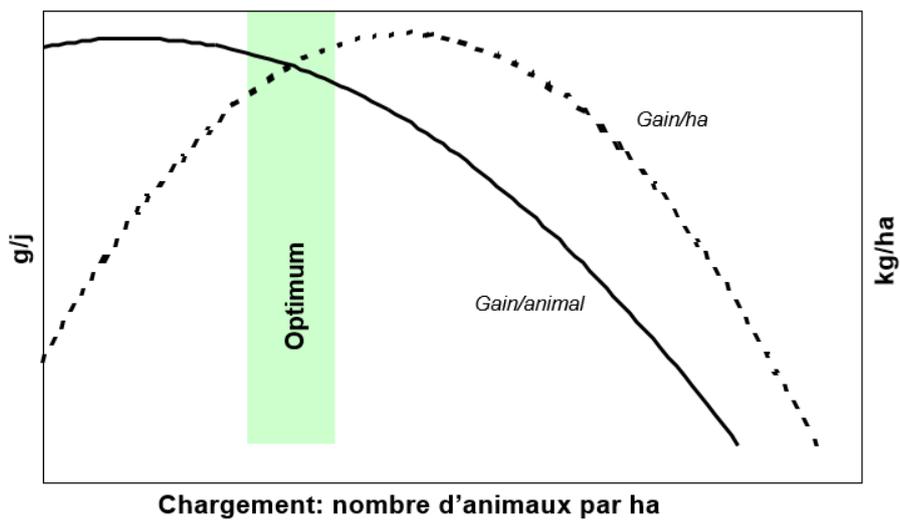
PV = poids vif ; GQ : Gain quotidien

Figure 10.6. Ingestion de matière sèche des bœufs: comparaison entre engraissement à l'écurie et finition après une période de pâture



MS : matière sèche

Figure 10.7. Effet de la pression du pâturage sur la productivité/ha et le GMQ des animaux
 Source : Béranger et Micol (1981)



10.10. Annexe : bases pour les calculs

Apports recommandés en énergie

Energie fixée dans le croît (EC MJ/jour) :

Taurillons : $EC = (4.453 + 0.01407 \times PV) \times GQ / (1000 - 0.30 \times GQ)$

Bœufs et génisses : $EC = (1.8893 + 0.02831 \times PV) \times GQ / (1000 - 0.25 \times GQ)$

Métabolisabilité de l'énergie (EM/EB)

Tous les animaux : $q = 0.36 + 0.0002 \times GQ$

Rendement de l'utilisation de l'énergie métabolisable

Tous les animaux : $k = (0.831 + 0.4305 \times q) / (0.283 + 0.9235 \times q)$

Apports recommandés en MJ NEV par jour

Tous les animaux : $NEV = 0.495 \times PV^{0.75} + k \times (EC - 0.165 \times PV^{0.75})$

Ingestion de matière sèche en kg par jour

Taurillons : $MSI = 0.173 + 0.01372 \times PV + 0.00147 \times GQ$

Bœufs et génisses : $MSI = 1.306 + 0.01486 \times PV + 0.000212 \times GQ$

Apports recommandés en PAI

Poids vif corrigé :

$$PVC = EXP (a + b \times \ln(PV))$$

Gain quotidien corrigé:

$$GQC = PVC/PV \times b \times GQ$$

Graisse dans l'organisme :

$$Lip = EXP (c + d \times \ln(PVC))$$

Croît en graisse par jour :

$$LipC = (GQC^{1.78} \times d \times GQC_0 \times Lip) / (GQC_0^{1.78} \times PVC)$$

Croît en protéines par jour :

$$ProC = 1.06 \times h * (GQC - LipC) \times (PVC - Lip)^{0.06}$$

Apports recommandés en g de protéines (PAI, MA) :

$$PAI = 3.25 \times PV^{0.75} + ProC/0.6$$

$$MA = 19 * MJ NEV$$

Constantes :

	a	b	c	d	h
Taurillons	- 0.2704	1.024	- 5.433	1.5352	0.1541
Bœufs et génisses	- 0.3939	1.045	- 6.311	1.811	0.1616

Abréviations et unités :

PV	en kg	poids vif
GQ	g	gain quotidien
PVC	kg	poids vif corrigé
GQC	g	gain quotidien corrigé
GQC ₀	g	gain standard (taurillons = 1220g, bœufs et génisses = 1000g)
Lip	kg	quantité de graisse dans la carcasse
EC	MJ	énergie fixée dans le croît par jour
LipC	g	graisse fixée dans le croît par jour
ProC	g	protéines fixées dans le croît par jour
PAI	g	apports recommandés en PAI
Exp		exponentiel base e

Version: Juin 2018

Éditeur: Agroscope

Rédaction: I. Morel, J.-L. Oberson, P. Schlegel, A. Chassot, E. Lehmann, J. Kessler

Copyright: Agroscope

Svp reproduire le contenu avec référence