

# Les bonnes pratiques d'alimentation minérale pour vaches en lactation

Les travaux réalisés sur le phosphore (P) au cours des années 2000, dans l'objectif de réduire les rejets dans l'environnement, ont conduit à mieux évaluer l'absorption du phosphore des aliments. Le coefficient d'absorption réelle (CAR) de P caractérise la proportion de P de l'aliment réellement utilisable par l'animal. Dans le même temps, le CAR du calcium (Ca) des aliments a été précisé. Pour que la ration des vaches laitières soit équilibrée en P et Ca, il faut s'assurer que les apports alimentaires couvrent les besoins. Ce document rappelle les éléments pratiques concernant l'équilibre minéral de la ration pour des vaches laitières et l'apport de minéraux complémentaires.

## La teneur des aliments en minéraux et vitamines

Les teneurs en minéraux majeurs, oligo-éléments et vitamines nécessaires aux vaches laitières pour différents aliments, fourrages et concentrés, fréquemment présents dans l'alimentation des troupeaux laitiers sont disponibles dans le cédérom des tables Inra (2007). Pour une utilisation pratique, il faut considérer, pour P, Ca et Mg, les teneurs exprimées en  $P_{abs}$ ,  $Ca_{abs}$  et  $Mg_{abs}$  (voir encadré).

La majorité des aliments ont un CAR du phosphore supérieur à 60 %. Pour le CAR du calcium, les différences sont plus importantes et les niveaux sont plus bas (de 20 à 50 %). Il est important d'en tenir compte dans les calculs d'apports nécessaires.



**Photo 1 :** les aliments minéraux, bien identifiés, sont stockés à l'abri de l'humidité, à proximité des autres aliments concentrés.

### Coefficient d'absorption réelle, phosphore et calcium absorbables

Le CAR, ou Coefficient d'Absorption Réelle, détermine la fraction absorbable d'élément ingéré par aliment ou famille d'aliments. Il est exprimé en pourcentage (%). Appliqué à la teneur en P total ou en Ca total, il permet de calculer la teneur en P absorbable ( $P_{abs}$ ) ou en Ca absorbable ( $Ca_{abs}$ ) de l'aliment concerné selon les équations suivantes :

- $P_{abs}$  (en g/kg MS) = [P total (en g/kg MS) x CAR P (en %)] / 100
- $Ca_{abs}$  (en g/kg MS) = [Ca total (en g/kg MS) x CAR Ca (en %)] / 100

Ainsi, un ensilage de prairie permanente, dont la teneur en P total est de 3,3 g/kg MS et le CAR du P est de 60 %, a une teneur en  $P_{abs}$  de 2,0 g/kg MS (= 3,3 x 0,6). De même, cet ensilage, dont la teneur en Ca total est de 5,5 g/kg MS et le CAR du Ca est de 35 %, a une teneur en  $Ca_{abs}$  de 1,9 g/kg MS (= 5,5 x 0,35).

Le CAR du magnésium (Mg) dépend de la teneur en potassium (K) de la ration. Par défaut, on retiendra la valeur de 20 %, qui correspond à une teneur moyenne en K de la ration de 15 g/kg MS.

Le rapport entre les teneurs alimentaires en P et en Ca dépend du type d'aliment ; la figure 1 présente les groupes d'aliments. Les fourrages récoltés précocement sont plus riches en calcium que ceux exploités à un stade plus avancé. Les coproduits ont un rapport P/Ca qui dépend de leur process d'obtention.



Photo 2 : la complémentation minérale doit tenir compte de la diversité des matières premières qui la constituent.

Les valeurs moyennes cachent une variabilité de teneurs. Par exemple, en Pays de la Loire les ensilages d'association graminées-légumineuses ont une teneur en P total comprise entre 2,2 et 4,2 g/kg de MS. Leur teneur en Ca total est comprise entre 4,0 et 8,0 g/kg de MS. Il en est de même pour les ensilages de maïs, dont la teneur en P total varie de 1,3 à 2,5 g/kg MS et en Ca total de 1,3 à 2,9 g/kg MS.

La luzerne, comme d'autres légumineuses, est particulièrement riche en  $Ca_{abs}$  ( $> 3$  g/kg MS), sous toutes ses formes. Les minéraux calciques, tels que carbonate de calcium, maërl et coquille d'huîtres, sont des matières premières très riches en calcium (plus de 300 g/kg MS). Elles peuvent servir à équilibrer une ration en calcium.

La teneur en sodium (Na) des aliments est souvent faible ( $< 1$  g/kg MS), mais les vaches

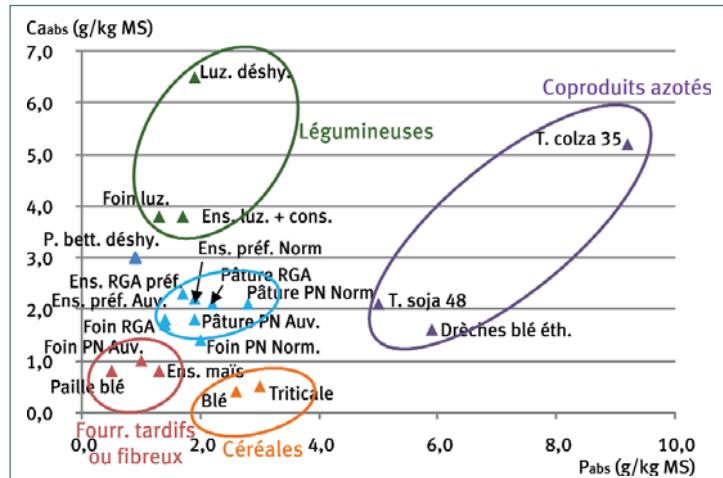


Figure 1 : Teneurs des aliments en phosphore et calcium absorbables.

Sources : d'après tables Inra (2007).

régulent leur consommation en fonction de leurs besoins. La teneur des aliments en potassium (K) pose rarement de problème pour l'alimentation des vaches.

La ration, qui dépend de la nature et de la quantité de fourrages et d'aliments concentrés, apporte selon sa composition une quantité variable de phosphore et de calcium. Une complémentation en minéraux est souvent nécessaire et doit être calculée selon les besoins des vaches du troupeau.

### ***Analyser les teneurs en P et Ca des principaux fourrages de l'exploitation***

Les apports en minéraux et vitamines d'une ration pourront être calculés dès lors que l'on dispose :

- des résultats d'analyses en phosphore et en calcium pour les principaux fourrages de la ration distribuée aux vaches laitières (par exemple, ceux représentant 80 % des fourrages),
- des données de teneurs en macro- et oligo-éléments et en vitamines des autres fourrages et des matières premières des aliments concentrés, provenant d'une base de données régionale ou des tables Inra (2007).

## **Les besoins de la vache laitière en minéraux et vitamines**

Les besoins en minéraux majeurs des vaches laitières ont été déterminés par l'INRA. Ils se décomposent en besoin d'entretien, besoin de production et besoin de gestation. Le total pour un élément minéral donné correspond à la somme de ces trois besoins unitaires. Tous sont exprimés en quantité d'élément absorbable au niveau de l'appareil digestif. Le tableau 1 récapitule les besoins journaliers d'entretien, de production et de gestation pour les trois éléments minéraux majeurs. Il propose également une ligne de calcul des besoins totaux.

Tableau 1 : Besoins en phosphore, calcium et magnésium absorbables pour une vache laitière (en g/jour)

BESOIN	POIDS VIF (KG)	PHOSPHORE	CALCIUM	MAGNÉSIUM
ENTRETIEN (E)	550	12,0	13,0	3,9
	650	17,0	18,0	4,6
	750	22,0	22,5	5,3
PRODUCTION (P)	LAIT (KG)			
	10	9,0	12,5	1,5
	20	18,0	25,0	3,0
	30	27,0	37,5	4,5
	40	36,0	50,0	6,0
GESTATION (G)	50	45,0	62,5	7,5
	STADE (MOIS)			
	6 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup>	2,2	3,0	
	8 <sup>ème</sup>	4,0	6,0	0,3
CALCUL BESOIN	9 <sup>ème</sup>	5,3	9,6	
	Entretien = Production = Gestation = TOTAL	E + P + G =		

Sources : d'après Tables Inra, 2007 et Meschy, 2007

Les oligo-éléments et les vitamines sont indispensables mais doivent être apportés en très petites quantités quotidiennes. Les apports journaliers recommandés (AJR) sont exprimés en quantité brute d'oligo-élément par kg de MS de la ration totale distribuée à volonté (voir tableau 2).

**Tableau 2 : Apports journaliers recommandés en oligo-éléments pour une vache en lactation (en mg/kg de MS de ration)**

ÉLÉMENT	APPORT JOURNALIER RECOMMANDÉ
CUIVRE	10
ZINC	50
MANGANÈSE	50
SÉLÉNIUM	0,1
IODE	0,2
COBALT	0,3
MOLYBDÈNE	0,1

Sources : d'après Meschy, 2007

Concernant les vitamines liposolubles A, D et E qui peuvent être limitantes dans l'alimentation des vaches, les données de la bibliographie permettent de distinguer deux situations :

- les rations comportant moins de 40 % de concentrés, les plus fréquemment pratiquées dans les élevages français ;
- les rations comportant de 45 à 70 % de concentrés, du type « rations sèches » qui nécessitent un apport en vitamines A et E supérieur aux rations moins riches en concentrés.

Les apports journaliers recommandés sont exprimés en Unité Internationale (UI), quantité brute de vitamine par kg de MS de la ration totale (voir tableau 3).

Selon le niveau d'apport par la ration, il faudra ou non corriger la ration en minéraux-vitamines par le biais d'aliment minéral vitaminisé (AMV), voire de matières premières minérales telles carbonate de calcium, maërl ou coquilles d'huîtres.

**Tableau 3 : Apports journaliers recommandés en vitamines A, D et E selon la part d'aliments concentrés dans la ration, pour une vache en lactation (en UI/kg de MS de ration)**

ÉLÉMENT	A.J.R. RATION À MOINS DE 40 % DE CONCENTRÉ	A.J.R. RATION À PLUS DE 40 % DE CONCENTRÉ
VITAMINE A	4 200	6 600
VITAMINE D	1 000	1 000
VITAMINE E	15	40

Sources : d'après Meschy, 2007



*Photo 3 : il faut comptabiliser, dans la ration, les apports des aliments concentrés en minéraux et vitamines.*

## Calcul de la complémentation minérale et vitaminique

Les besoins des animaux sont calculés selon les règles décrites au tableau 1. Les apports par la ration totale sont obtenus en additionnant les apports par chaque aliment, calculés à partir des analyses des fourrages ou des tables de valeurs. Si la différence entre les apports et les besoins indique un déficit en phosphore, calcium ou magnésium, l'AMV à choisir devra apporter du Ca<sub>abs</sub> et du P<sub>abs</sub> dans un rapport de « déficit en Ca<sub>abs</sub> / déficit en P<sub>abs</sub> » (voir exemple en encadré).

En même temps, les teneurs en oligo-éléments et vitamines de l'AMV choisi doivent permettre de couvrir les déficits constatés en ces éléments dans la ration mais sans dépassement très important pour plusieurs d'entre eux. Les déficits

### Choix d'un AMV approprié pour couvrir les déficits en P<sub>abs</sub> et Ca<sub>abs</sub>

Prenons l'exemple d'une ration qui aboutit à un déficit de 5 g de P<sub>abs</sub> et de 25 g de Ca<sub>abs</sub>. En raison du coût plus élevé des sources minérales de P par rapport à celles de Ca, on cherche à couvrir au plus juste le déficit en P en utilisant un AMV dont le rapport Ca/P est égal ou légèrement supérieur à celui du déficit constaté. Dans ce cas, le déficit a un rapport Ca<sub>abs</sub>/P<sub>abs</sub> de 25/5 = 5,0.

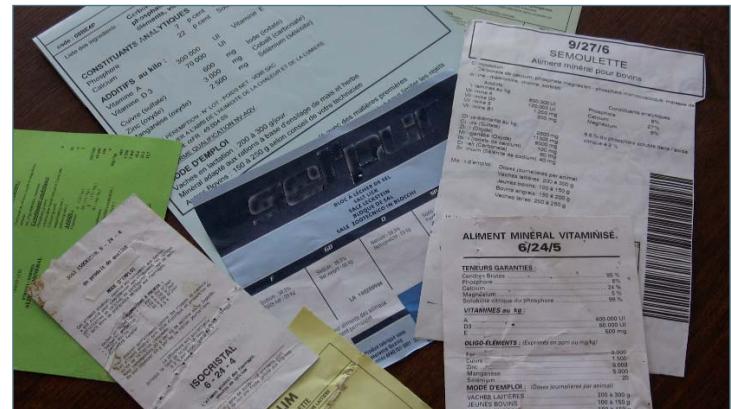
Le rapport Ca/P de l'AMV doit donc être de  $5,0 \times 1,63^{(*)} = 8,2$ . Aussi, idéalement l'AMV devrait apporter 8 fois plus de calcium que de phosphore. On choisira donc un AMV de type 3,5 – 29 (3,5 % de P et 29 % de Ca) dont le rapport est de 8,3. La quantité d'AMV à distribuer sera égale à : déficit de P<sub>abs</sub> (g) x 100 / % de P<sub>abs</sub> dans l'AMV =  $(5 \times 100) / 3,5 \times 65 \% = 220 \text{ g/jour}$ .

Le déficit en calcium sera automatiquement couvert. La quantité de Ca<sub>abs</sub> apportée par l'AMV est égale à : (quantité d'AMV (g) / 100) x % Ca<sub>abs</sub> dans l'AMV =  $220 / 100 \times 29 \times 40 \% = 25,5$  (ce qui est supérieur au déficit de 25 g).

*(\*) Dans les AMV, le CAR du P est de 65 % et celui du Ca est de 40 %. Le rapport entre les 2 est de 1,63.*

se calculent en utilisant les besoins des tableaux 2 et 3 et les teneurs des aliments des tables INRA 2007 (*in cédérom*). En fonction de la quantité de minéral distribué, on détermine la concentration de chaque élément nécessaire pour combler le déficit calculé.

Si nécessaire, un complément de calcium et de magnésium pourra être apporté sous forme de carbonate de calcium et de magnésie pour couvrir totalement les besoins des animaux.



**Photo 4 :** l'étiquette apporte l'information utile au choix de l'AMV correcteur de la ration et au calcul de la quantité à apporter.

## En cas de distribution de tourteau de colza : supprimer ou réduire la complémentation en phosphore

Quand le correcteur protéique est du tourteau de colza 35, l'apport de  $P_{abs}$  (8,1 g/kg) est deux fois plus important qu'avec du tourteau de soja 48 (4,4 g/kg). Une ration d'ensilage de maïs corrigée avec du tourteau de colza (1,5 kg de colza pour 1,0 kg de soja) nécessite de choisir un AMV sans phosphore. Il en est généralement

de même pour des rations mixtes combinant de l'herbe (foin-enrubannage-ensilage) et de l'ensilage de maïs.

Une complémentation en phosphore est à prévoir quand l'apport de tourteau de colza est faible sur une ration à base d'ensilage de maïs (inférieur à 1,5 kg/j/VL). Tout excédent de P par rapport aux besoins est coûteux et nuisible pour l'environnement.

## Le minéral au pâturage



**Photo 5 :** la mise à disposition de blocs à lécher au pâturage est recommandée.

Lorsque les vaches sont au pâturage, l'apport de minéraux et vitamines n'est pas toujours facile et pratique à réaliser. L'impasse peut alors être faite pendant quelques semaines ; cela n'aura de conséquences ni sur les performances laitières ni sur la santé des animaux, en particulier sur un troupeau à moins de 25 kg de lait par vache. L'utilisation de blocs de sel enrichis en oligo-éléments peut permettre de jouer la sécurité, sachant qu'il existe de fortes variations de consommation individuelle, voire des consommations de luxe sur des produits volontairement très appétents. On évite ainsi un apport de concentré spécifiquement pour faire consommer de l'AMV peu appétant.

Si une complémentation fourragère est pratiquée au pâturage, il faut calculer la quantité d'AMV pour la ration et l'apporter dans le complément fourager.

### Lire l'étiquette des Aliments Minéraux Vitaminisés (AMV)

La lecture de l'étiquette permet de connaître la composition de l'AMV en minéraux et vitamines, dont les teneurs sont exprimées en g pour 100 g d'AMV.

Par exemple, la dénomination « type 6 / 28 / 6 » signifie que 100 g d'AMV contiennent 6 g de P total, 28 g de Ca total et 6 g de Mg total. Pour déterminer la teneur en minéraux absorbables, il faut multiplier ces valeurs par le CAR respectif des aliments minéraux.

Dans ce cas, on obtient :  $6 \times 65\% / 10 = 39 \text{ g } P_{abs}/\text{kg d'AMV}$  ;  $28 \times 40\% / 10 = 112 \text{ g } Ca_{abs}/\text{kg d'AMV}$  et  $6 \times 20\% / 10 = 12 \text{ g } Mg_{abs}/\text{kg d'AMV}$ .

# L'apport quotidien des minéraux et vitamines

Il est recommandé de couvrir quotidiennement les besoins des vaches laitières en P et Ca. Le minéral sera donc apporté tous les jours à la quantité juste nécessaire.

Cependant, deux cas particuliers sont à considérer :

- Pour la prévention des fièvres vitulaires, l'apport de calcium en fin de tarissement pourra être temporairement revu à la baisse pour stimuler la mobilisation minérale osseuse en début de lactation.
- Pour la prévention de la tétanie d'herbage, on apportera un supplément de magnésie destiné à compenser la faible digestibilité du magnésium pendant les périodes de consommation d'herbe jeune, riche en azote soluble par temps froid.



*Photo 6 : attention aux prairies riches en légumineuses en début de pâturage ou en fin de tarissement.*

## Le sel : en libre-service, tout simplement



*Photo 7 : le sel est nécessaire à l'auge, en bloc ou en bac.*

Les vaches régulent leur consommation de sel selon leurs besoins en sodium. Pour couvrir ces derniers, la solution la plus simple et la plus efficace est de leur en mettre en permanence à disposition, à l'écart des points d'abreuvement, soit sous forme de pierres à sel en stabulation ou au pâturage, soit sous forme de sel en vrac dans un bac, à l'auge.

Les vaches ne régulent plus leur consommation de sel lorsque l'abreuvoir est trop près du sel, en cas de diarrhée, lorsque l'animal n'a plus reçu de sel depuis plus de 15 jours. Il faut alors apporter du sel sur le fourrage pendant une dizaine de jours en passant progressivement de 20 g à 50 g/vache/jour.

## Calculer le bilan minéral du troupeau

En cas d'interrogation sur l'alimentation minérale des vaches laitières, il est nécessaire de faire un bilan minéral du troupeau à partir des données d'alimentation (la ration réellement distribuée et les valeurs retenues pour les aliments) et de la production réelle du troupeau (lait brut/VL/jour). Pour réaliser un bilan de bonne qualité, il est fortement recommandé de faire analyser les principaux constituants de la ration.

Si le bilan (apports alimentaires – besoins moyens des vaches) est nul, les besoins sont correctement satisfaits. Si le bilan est nettement positif en phosphore, par exemple, une économie en AMV peut être réalisée en ajustant l'apport de P au besoin, tout en vérifiant que celui en Ca est bien assuré. Si le bilan est négatif en calcium, par exemple, un apport de carbonate de calcium complétera les apports en minéraux.

## Pour en savoir plus

- Groupe alimentation Pays de la Loire, Alimentation minérale des vaches laitières : optimiser l'apport de minéraux, Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, 2006, 12p.
- INRA, Alimentation des bovins, ovins et caprins – Besoins des animaux – Valeurs des aliments – Tables Inra 2007, Éditions Quae, 2007, 307p.
- Institut de l'Élevage, Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier, Coll. « Les incontournables », 2010, 262p.
- Meschy F., Alimentation minérale et vitamino-nique des ruminants : actualisation des connaissances, INRA Prod. Anim., 2007, 20(2) : 119-128.
- Meschy F., Nutrition minérale des ruminants, Éditions Quae, Coll. « Savoir faire », 2010, 208p.



*Photo 8 : des référentiels régionaux sur les minéraux complètent les tables des aliments de l'INRA (2007).*

### Notes de l'utilisateur

Collection : L'Essentiel

**Rédaction :**

Philippe BRUNSWIG (Institut de l'Élevage).

**Relecteurs :**

Nadine BALLOT (CNIEL), Catherine HURTAUD et Anne BOUDON (INRA), Yvelyse MATHIEU (Élevage Conseil Loire Anjou), Marine GELE, Marie-Pierre JACQUEROUD, Benoît ROUILLE (Institut de l'Élevage)

**Conception graphique :** Béta Pictoris - **Mise en page :** Florence Benoit

**Crédit photos :**

Institut de l'Élevage, DR.

**Édité par :**

Institut de l'Élevage - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12 - [www.idele.fr](http://www.idele.fr)

**Dépôt légal :**

3<sup>e</sup> trimestre 2013 - © Tous droits réservés à l'Institut de l'Élevage

Juillet 2013 - Réf : 00 13 31 030 / ISBN 978-2-36343-425-8