

**Effet bénéfique de la Zéolite ore (Clinoptilolite)  
sur la santé et la performance des veaux et des  
génisses**



**Photo: Courtoisie de la Ferme Deslacs**

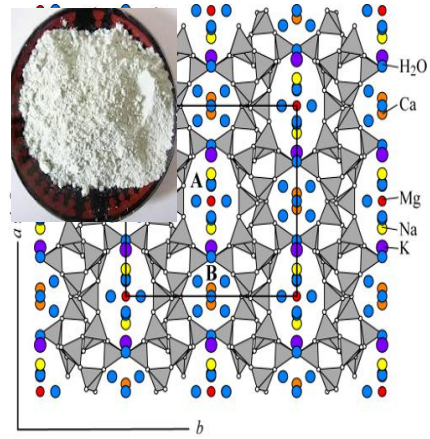
*Document produit pour J. C. Guilmain Inc.*

*1034, 20<sup>e</sup> rg Upton, Qc – J0H 2E0*

*J.C. Guilmain Inc : Importateur et distributeur de zeolite ore (clinoptilolite)*

## Préambule

*Les zéolites sont des minéraux formés d'aluminosilicates avec une structure microporeuse. Ils se caractérisent par leur capacité à retenir et à libérer les molécules d'eau, à jouer le rôle de tamis moléculaire, et à échanger leurs cations sans un changement majeur de leur structure. Grâce à leurs propriétés physicochimiques uniques, les zéolites dont la clinoptilolite sont de plus en plus ajoutées à la ration alimentaire des animaux pour améliorer leur santé générale et leur performance (Mumpton, 1999; Papaioannou, 2005). Des travaux ont montré que l'ajout de la clinoptilolite dans le colostrum et dans le lait des veaux et génisses permet de renforcer la défense immunitaire (Stojic et coll., 1995; Nikkhah et coll., 2002; Sadeghi et Shawrag, 2008). Ainsi, il devient urgent d'avoir une taille de particule de clinoptilolite qui puisse rester en suspension dans le lait destiné aux veaux dans les distributeurs (robots d'allaitement) de plus en plus disponibles dans les fermes. L'accessibilité de cette clinoptilolite micronisée aux veaux lors des buvées (lait enrichi en clinoptilolite) est un avancement technologique majeur en plus de contribuer à la santé et à la performance des veaux et des génisses (les futures productrices de lait).*



**Introduction générale :** La diarrhée néonatale des veaux est un syndrome qui survient fréquemment dans les fermes à travers le monde. Elle représente une source majeure des pertes économiques des élevages bovins et est la cause première de la mortalité des veaux de moins d'un mois dans la plupart des pays (Radostits et coll., 2001). L'un des agents responsables de cette maladie est la forme entérotoxique de *Escherichia coli* (ETEC)<sup>1</sup>. Elle peut également être

<sup>1</sup> Souches enterotoxiques de *E. coli*

© Copyright J.C.Guilmain Inc. – Tous droits réservés 2013 – Effet bénéfique de la zéolite ore (clinoptilolite) sur la santé et la performance des veaux et des génisses

d'origine virale ou parasitaire et provoque une déshydratation, des déséquilibres électrolytiques (minéraux) et une acidose métabolique. Toutefois, des mesures de prévention sont adoptées dans la plupart des fermes commerciales. Il s'agit de manière non exhaustive: 1) de la vaccination avant la mise bas des vaches contre la souche la plus virulente de *E. coli* (Barragry, 1997; Nagy et Fekete, 1999); 2) du renforcement du système immunitaire des veaux par une amélioration de l'absorption des immunoglobulines du colostrum administré aux veaux dès les premières heures de vie. En effet, de très récentes études se sont orientées vers l'utilisation de clinoptilolite pour augmenter l'absorption des immunoglobulines du colostrum et aussi comme une source importante d'électrolytes.

**Objectifs :** Dans une perspective d'utilisation optimale de la zéolite pour son absorption au niveau du petit intestin des veaux, une étude de caractérisation de la zéolite distribuée par la compagnie J.C.Guilmain Inc. et des essais de performance sur un robot d'allaitement ont été réalisés en collaboration avec l'Université McGill. Les objectifs de cette étude étaient de : 1) définir les paramètres physiques (granulométrie, masse volumique et vitesse de sédimentation) adéquats pour maintenir en suspension la zéolite dans un mélange formé de lait destiné aux veaux et génisses; 2) de rendre accessible la zéolite aux veaux et aux génisses lors des buvées sans affecter le fonctionnement des robots d'allaitement (absence de blocage et de dépôts...); et 3) de montrer une stabilité du mélange zéolite-lait dans le robot d'allaitement.

## I – Caractérisation de la zéolite ore (clinoptilolite) pour son incorporation dans le lait.

Les travaux de caractérisation ont porté sur trois (3) paramètres physiques essentiels au maintien en suspension de la zéolite dans lait destiné aux veaux. Il s'agit de :

- Granulométrie ou distribution des tailles des particules;
- Masse volumique apparente et masse volumique réelle;
- Vitesse de sédimentation

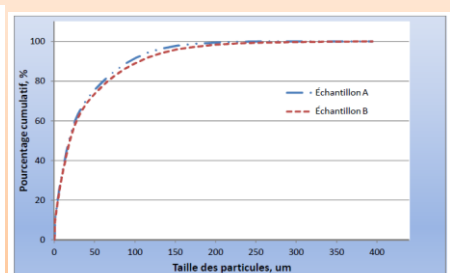
Les trois techniques de tamisage de la zéolite (à sec, par lavage à l'eau et par diffraction laser) ont permis d'obtenir les résultats suivants :

Taille des particules µm	Distribution %
75 µm et moins	57,6 %
150 µm et moins	82,3 %
1 000 µm et moins	99,1 %
Plus de 1 000 µm	0,9 %

**Tamisage à sec**

Taille des particules µm	Distribution %
38 µm et moins	60,80 %
75 µm et moins	75,90 %
150 µm et moins	85,90 %
plus de 150 µm	14,10 %

**Lavage à l'eau**



**Diffraction laser**

Les mesures de la masse volumique ont permis de montrer que la zéolite est facilement compressible et que les particules de zéolite s'organisent entre elles pour créer des espaces vides.

Taille des particules $\mu\text{m}$	Masse volumique apparente		Taille des particules $\mu\text{m}$	Masse volumique réelle $\text{kg/m}^3$
	Non tassé $\text{kg/m}^3$	Tassé $\text{kg/m}^3$		
38 $\mu\text{m}$ et moins	550	743	38 $\mu\text{m}$ et moins	2 340
75 $\mu\text{m}$ et moins	465	736	75 $\mu\text{m}$ et moins	2 220
150 $\mu\text{m}$ et moins	530	701	150 $\mu\text{m}$ et moins	2 200
non tamisée	584	694	non tamisée	2 210

**Masse volumique apparente**

**Masse volumique réelle**

Les valeurs de masse volumique réelle sont utilisées pour calculer les vitesses de sédimentation dans le mélange avec le lait destiné aux veaux. Les vitesses des particules de moins de 30 microns de diamètre sont inférieures de 1mm/s.

En règle générale, les résultats de l'étude indiquent que la zéolite de taille inférieure à 150 microns et moins forme un mélange homogène avec le lait destiné aux veaux dans les robots d'allaitement sans affecter leur bon fonctionnement. De plus, le mélange semble stable pendant plusieurs heures pour couvrir largement la période des buvées.

Ainsi, l'accessibilité de la zéolite à travers son incorporation dans le lait destiné aux veaux ne pourrait-elle pas être une solution aux déséquilibres électrolytiques causés par les diarrhées néonatales et aussi aider à renfoncer davantage le système immunitaire des veaux?

L'analyse de la composition des éléments constitutifs de la zéolite (Tableau 1 ci-contre) montre une diversité minérale indispensable en alimentation animale.

Elements	Chemical symbol	Weight (%) <sup>a</sup>
Quartz	$\text{SiO}_2$	Trace to 1
Plagioclase	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{--CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Trace to 1
Calcite	$\text{CaCO}_3$	1
Dolomite	$[\text{CaMg}]\text{CO}_3$	Trace to 1
Clinoptilolite	$\text{KNa}_2\text{Ca}_2(\text{Si}_{28}\text{Al}_7)\text{O}_{72}\cdot 24\text{H}_2\text{O}$	97–98
Opal	$\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$	0
Muscovite/Illite	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	0
$\text{NH}_4^+\text{--N}$ adsorption capacity at pH 2 and $T = 39^\circ\text{C}$ ( $\text{C mol}^1/\text{kg}$ of zeolite) [14]		123

<sup>a</sup> Bulk composition analysis of the experimental zeolite by Core Laboratories Inc., Calgary, Alberta, Canada.

Tab.1: Distribution des éléments constitutifs de la zéolite de J.C. Guilmain Inc.

Cette diversité minérale de la zéolite essentielle à la croissance et à la reproduction chez les animaux se subdivise en deux grandes catégories :

- **Macroéléments** : Ils sont présents en quantité de l'ordre du gramme et concernent principalement le calcium, le phosphore, le sodium, le chlorure (Cl), le potassium (K), le magnésium (Mg) et le soufre (S). Ce sont des composés de structure indispensables à la formation des os et des autres tissus et interviennent dans la constitution des fluides corporels. Ils jouent un rôle vital dans la maintenance de l'équilibre acido-basique, dans la régulation de la pression osmotique, dans le potentiel électrique des membranes et dans la transmission nerveuse.
- **Microéléments ou éléments-trace** : Ils sont requis en quantité de l'ordre du milligramme. Il s'agit de manière non exhaustive du cobalt, du cuivre, de l'iode, du fer, du manganèse, du molybdène, du sélénium, du zinc et aussi du chrome et du fluor. Ils sont présents dans les fluides corporels en relative faible concentration et jouent un rôle de cofacteurs pour les enzymes et sont des composants des hormones du système endocrinien.

## II – Effet bénéfique de la diversité minérale de la zéolite sur la santé et la performance des veaux

### *\*Impact de l'ajout de la clinoptilolite dans le colostrum et dans le lait sur la réduction de l'incidence des diarrhées néonatales.*

Les très récentes études de Pourliotis *et coll.*, 2012 ont permis de confirmer l'augmentation significative des anticorps (Tableau 2) contre la forme entérot toxique de *E. coli* chez les veaux et génisses nourris avec du colostrum puis avec du lait enrichi en clinoptilolite à des concentrations de 1g/kgMC et 2g/kgMC respectivement.

Age des veaux	Groupes expérimentaux (n=84)			SEM
	G1 : 1g/kgMC	G2 : 2g/kgMC	Témoin	
12 h	2.283a	2.409b	1.810c	0.0187
24 h	2.230a	2.321b	1.748c	0.0214
48 h	2.240a	2.493b	1.804c	0.0469

Tab.2 : Niveaux d'anticorps contre *E.coli* présents dans le sérum sanguin des trois groupes de veaux

Cet accroissement d'anticorps contre l'agent bactérien responsable de la diarrhée se traduit par une diminution de l'incidence et de la durée de la diarrhée (Tableau 3).

Groupes expérimentaux (84 veaux naissants)	Incidence de la diarrhée - Nombre de cas (cas/100 veaux)	Durée (jours $\pm \sigma$ )
G1	2 (7.0)a	3 $\pm$ 1
G2	1 (3.5)a	2 $\pm$ 0
Témoin	7(25.0)b	7 $\pm$ 1

Tab.3 : Incidence clinique de la diarrhée (nombre de cas et cas sur 100) pendant l'étude et la durée moyenne par jour

Selon les auteurs, la clinoptilolite se lie aux produits issus de la dégradation des protéines du colostrum tel l'ammoniac et, en prévenant son effet négatif sur les cellules épithéliales intestines, augmente l'efficacité de l'absorption intestinale des immunoglobulines (Gvozdic *et coll.*, 2010).

Ces résultats confirment ceux d'études précédentes sur la réduction de l'incidence, de la sévérité et de la durée de la diarrhée chez les veaux naissants par l'ajout de clinoptilolite dans leur ration (Stojic *et coll.*, 1995; Nik-Khah et Sadeghi, 2002; Sadeghi et Shawrag, 2008). La réduction de la durée de la diarrhée serait due à une altération de l'acidose métabolique grâce à la clinoptilolite à travers son action sur la pression osmotique dans la lumière intestinale (Vrzgula *et coll.*, 1988) et sur l'absorption des acides biliaires (Rodriguez-Fuentes *et coll.*, 1997).

***\*Impact de l'ajout de la clinoptilolite dans le renforcement du système immunitaire des veaux : synthèse des travaux***

<p><b><i>* Effet de la zéolite sur la production d'anticorps</i></b></p> <p>Selon Karatzia, 2010, l'ajout de 200g/jour de clinoptilolite dans la ration alimentaire des vaches immunisées contre <i>E. coli</i> à partir du 210<sup>e</sup> jour de gestation est associé à une augmentation significative d'anticorps dans le sérum et le colostrum des génisses. Quand bien même les mécanismes par lesquels la clinoptilolite influence la production d'anticorps contre des antigènes spécifiques ne sont pas clairement élucidés, son effet sur la réponse immune est corrélé à son impact positif sur le métabolisme énergétique.</p>	<p><b><i>* Effet de la zéolite sur l'immunité passive et sur la diarrhée</i></b></p> <p>La revue de littérature précédant les travaux de Sadeghi et Shawrang, 2008 apporte un fort éclaircissement sur les utilisations de la clinoptilolite dans différents domaines. En guise d'exemple, la clinoptilolite est utilisée dans le domaine médical comme un médicament anti-diarrhéique (Rodriguez-Fluentes <i>et coll.</i>, 1997) avec des propriétés antibactériennes et antivirales (Grce et Pavelic, 2005).</p>
<p><b><i>* Effet de la zéolite sur la diarrhée</i></b></p> <p>Selon Sadeghi et Shawrang, 2008, la clinoptilolite en quantité appropriée (1g/ kg de veaux naissant) réduit de manière significative l'incidence, la sévérité et la durée de la diarrhée chez les veaux naissants confirmant les travaux de Mumpton et Fishman, 1977; Stojic <i>et coll.</i>, 1995 et ceux de Rodriguez-Fluentes <i>et coll.</i>, 1997 et de Nikkhah <i>et coll.</i>, 2002. De plus, la clinoptilolite permet une meilleure consistance de la matière fécale des veaux. L'effet conjugué du retard lors du passage intestinal induit par la clinoptilolite et sa capacité d'absorption de l'eau contribuent à l'obtention des fèces solides.</p>	<p><b><i>* Autorisation de la Commission Européenne</i></b></p> <p>La Commission Européenne a provisoirement autorisé la clinoptilolite d'origine volcanique et sédimentaire comme un additif dans la ration des animaux de ferme (<i>European Commission Regulation</i>, 2001).</p>



### *\*Impact sur la distribution des minéraux dans le sérum.*

Les travaux de Mohri *et coll.*, 2008 ont permis de montrer l'effet bénéfique de l'addition de la clinoptilolite dans la ration des veaux sur la concentration de certains macroéléments du sérum. Tel qu'illustré dans le Tableau 4, l'ajout de clinoptilolite induit une augmentation significative de la quantité de fer dans le sérum qui se traduit par une meilleure hématopoïèse et une prévention des risques de chute pathologique ou physiologique du nombre de globules rouges dès les premiers jours de vie de jeunes veaux.

Selon les auteurs de l'étude, les concentrations de calcium et de sodium ont également augmenté grâce à la présence de clinoptilolite. En revanche, les taux de magnésium et de potassium demeuraient inchangés quel que soit l'ajout de clinoptilolite. Enfin, l'ajout de clinoptilolite induit une diminution du taux de phosphore chez les jeunes veaux. Considérant l'importance du phosphore dans les processus physiologiques, son addition dans la ration alimentaire des jeunes veaux devient cruciale ; surtout en cas d'enrichissement en clinoptilolite. Le magnésium et le potassium sous leur forme assimilable doivent également être ajoutés à la ration des jeunes veaux pour éviter qu'ils deviennent des facteurs limitant à leur croissance.

Paramètre	Contrôle	Test 1	Test 2	SE	Age	Groupe	Age x Groupe
Fe (µmol/l)	23.56 <sup>3</sup>	26.76 <sup>3</sup>	35.66 <sup>b</sup>	4.23	S	S	NS
Ca(mmol/l)	2.64 <sup>3</sup>	2.95 <sup>b</sup>	3.14 <sup>c</sup>	0.15	S	S	NS
P (mmol/l)	2.54 <sup>3</sup>	2.26 <sup>b</sup>	2.15 <sup>b</sup>	0.12	S	S	NS
Mg(mmol/l)	0.81	0.87	0.92	0.06	S	NS	NS
Na(mmol/l)	136.78 <sup>3</sup>	147.55 <sup>b</sup>	152.59 <sup>b</sup>	4.07	NS	S	NS
K(mmol/l)	5.68	5.47	5.68	0.1	S	NS	NS

Tab.4 - Effet de l'addition de clinoptilolite sur les concentrations des minéraux dans le sérum des veaux.

### *\*Impact de l'ajout de la zéolite sur l'état de santé des veaux.*

Les travaux de Sadeghi et Shawrang, 2008 ont montré un effet bénéfique de l'addition de la zéolite dans le colostrum puis dans le lait destiné aux veaux sur leur santé générale. Parmi les traitements administrés aux veaux, les quantités de 1g/kg MC (T1) et de 2g/kg MC (T2) semblaient être les dosages les plus adéquats pour 1) réduire la sévérité de la diarrhée, pour baisser les cas de mortalité, 2) pour maintenir la température rectale des veaux à 37.8°C (Tableau 5). En revanche, les concentrations de 3g/kg MC(T3) et de 4g/kg MC (T4) induisaient un effet inverse sur l'état de santé.

Parameters	Control	Treatments				SEM <sup>1</sup>
		1	2	3	4	
<i>Average fecal score<sup>2</sup></i>						
0 to 5 days	1.2 <sup>c</sup>	1.0 <sup>c</sup>	1.0 <sup>c</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	0.21
6 to 12 days	2.1 <sup>c</sup>	1.9 <sup>c</sup>	1.8 <sup>c</sup>	2.6 <sup>b</sup>	3.1 <sup>a</sup>	0.24
13 to 25 days	1.5 <sup>b</sup>	1.4 <sup>b</sup>	1.1 <sup>c</sup>	1.7 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>	0.24
26 to 45 days	1.3 <sup>bc</sup>	1.1 <sup>cd</sup>	1.0 <sup>d</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>	0.19
<i>Calf days with diarrhea, %</i>						
0 to 5 days	5 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	3 <sup>b</sup>	4 <sup>ab</sup>	1.4
6 to 12 days	43 <sup>ab</sup>	29 <sup>c</sup>	25 <sup>c</sup>	41 <sup>b</sup>	48 <sup>a</sup>	4.8
13 to 25 days	18 <sup>c</sup>	17 <sup>c</sup>	14 <sup>d</sup>	21 <sup>b</sup>	25 <sup>a</sup>	2.2
26 to 45 days	10 <sup>b</sup>	4 <sup>c</sup>	3 <sup>c</sup>	8 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>	2.1
<i>Calf days with temperature ≥ 37.8 °C, %</i>						
0 to 5 days	10	9	9	10	11	2.5
6 to 12 days	13 <sup>bc</sup>	11 <sup>cd</sup>	10 <sup>d</sup>	15 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>	2.0
13 to 25 days	2 <sup>c</sup>	2 <sup>c</sup>	1 <sup>c</sup>	5 <sup>b</sup>	7 <sup>a</sup>	1.5
26 to 45 days	2 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	3 <sup>ab</sup>	5 <sup>a</sup>	1.7
<i>Mortality status</i>						
0 to 5 days	1	0	0	1	2	—
6 to 12 days	0	0	0	1	1	—
13 to 25 days	0	1	0	0	0	—
26 to 45 days	0	0	0	0	0	—
No. of calves died	1	1	0	2	3	—

a, b, c, d Means in the same row followed by different superscripts differ at *P*<0.05.

<sup>1</sup> SEM: standard error of means.

<sup>2</sup> Fecal score system: 1=normal (soft without fluid), 2=soft (semi-solid, mostly solid), 3=runny (semi-solid, mostly fluid), and 4= watery (all fluid).

Tab.5- Effet de l'addition de clinoptilolite sur la santé générale des veaux mesurée à travers la consistance des fèces, la sévérité des diarrhées, la mortalité et la température rectale

Les avantages de l'addition de la clinoptilolite dans le lait sont :

- le ralentissement du processus de digestion des éléments nutritifs du lait;
- la rétention de l'eau conduisant à des fèces plus solides;

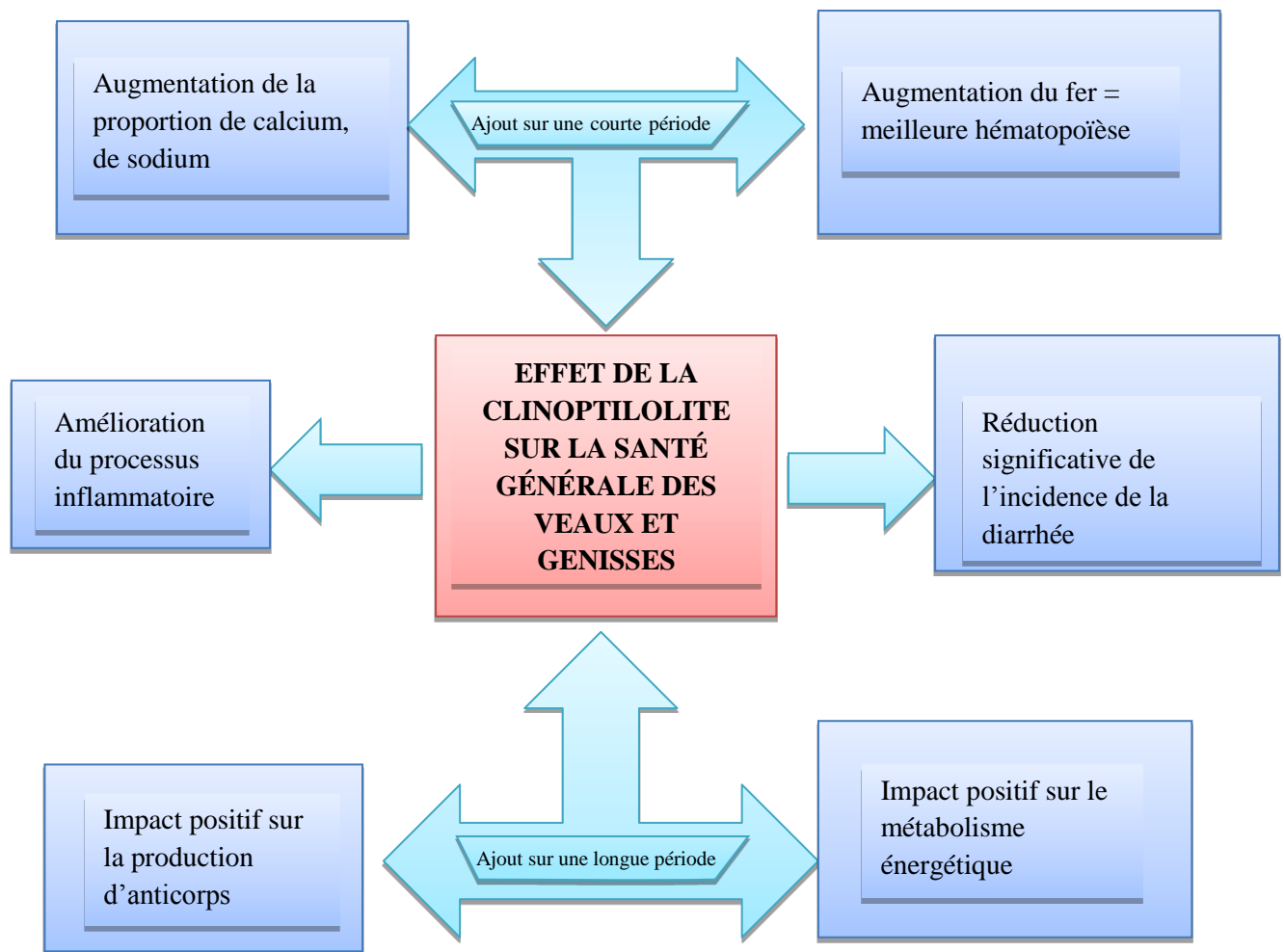
L'effet bénéfique de la clinoptilolite sur la réduction des diarrhées est lié à sa capacité à absorber <sup>et/ou</sup> à rendre inactive la forme enterogénique de *Escherichia coli* en bloquant son attachement aux membranes cellulaires des récepteurs intestinaux.

Selon Petkova *et coll.*, 1982a, la zéolite ajoutée (à des concentrations de 1.2% et 3%) au colostrum et au lait des veaux pendant 15 jours améliorerait leur santé générale en plus de stimuler leur résistance aux maladies. De manière plus spécifique, Bartko *et coll.*, 1995 ont



montré que l'ajout de zéolite à une concentration de 1g/kg MC réduisait jusqu'à 68.7% les risques de déclenchement de diarrhée chez les veaux comparativement à un groupe témoin. Ces auteurs considèrent que : 1) la présence d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dans la zéolite favorise la croissance de microorganismes qui contribuent à la santé des veaux; 2) la zéolite élimine de manière sélective tous les métaux lourds à effet délétère/nocif sur la santé des veaux, 3) régule le pH de la panse des veaux permettant ainsi une réduction significative des maladies et 4) favorise la production accrue des globules rouges chez les veaux.

## **L'EFFET DE L'AJOUT DE LA CLINOPTILOLITE DANS LA RATION ALIMENTAIRE DES VEAUX**



## Références

- Stojic, V., Samance, H., Natalija, F., 1995. The effect of clinoptilolite based mineral absorber on colostral IgG absorption in newborn calves. *Acta Vet. (Belg.)* 45, 67.
- Sadeghi, A.A. Shawrang, P. – 2008 - Effects of natural zeolite clinoptilolite on passive immunity and diarrhea in newborn Holstein calves *Livestock Science* 113 () 307–310
- Mohri M., Seifi, H.A., Daraei, F.-2008. Effects of short-term supplementation of clinoptilolite in colostrums and milk on hematology, serum proteins, performance, and health in neonatal dairy calves *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) 2112–2117.
- Grce, M., Pavelic, K., 2005. Antiviral properties of clinoptilolite. *Microporous Mesoporous Mater.* 79, 165–169.
- Nikkhah, A., Sadeghi, A.A., Shahrehabak, M.M., 2002. Effects of clinoptilolite on homo-immuno parameters and health status of newborn calves. In: Misaelidis, P. (Ed.), *Zeolite '02, Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites*, 6th Int. Conf., Thessaloniki, Greece, p. 253.
- Mumpton, F.A., Fishman, P.H., 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Anim. Sci.* 45, 1188–1194.
- Rodriguez-Fluentes, G., Barrios, M.A., Iraizoz, A., Perdomo, I., Cedre, B., 1997. Enterex-anti-diarrheic drug based on purified natural clinoptilolite. *Zeolites* 19, 441–448.
- Karatzia M.A. 2010 - Effect of dietary inclusion of clinoptilolite on antibody production by dairy cows vaccinated against *Escherichia coli* *Livestock Science* 128 149–153
- Kyriakis S.C., Papaioannou D.S., Alexopoulos, C., Polizopoulou Z., Tzika E.D., Kyriakis C.S. *Microporous and Mesoporous Materials* 51 (2002) 65–74.
- Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W.-A textbook of the diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses-Dietary diarrhea. In *Veterinary Medicine*, Edition Saunders, 9ème Edition, 2001, Part. I-6, 344-346
- Vrzgula L., Prosbova M., Blazovsky J., Jacobi U., Schubert T., Kovac G. 1988 – The effet of feeding natural zeolite on indices of the internal environment of calves in the postnatal period. In: Kallo D., Sherry H.SS. , (Eds.), *Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites*. AA Akademiai Kiado, Budapest 747-752.
- Barragry T. 1997- Calf diarrhea. *Irish vet. J.* 50, 49-58.
- Nagy B., Fekete P.Z., 1999 – Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) in farms animal. *Vet. Res.* 30. 259-284.

Papaioannou, D., Katsoulos P.D., Panousis N., Karatzias H. 2005 – The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and /or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials* 84, 161-170.

Gvozdic D., Aleksic J., Fratric N., Stojic J. D., Pavlovic V., Pavlovic M., Vakanjac S. 2010 – Blood serum free amino acids pattern in newborn calves on colostrum diet and orally treated with zeolite. *Acta Vet-Beograd* 60. 411-423.

Pourliotis K., Karatzia M. A., Paneri P.F., Katsoulos P.D., Karatzias H. 2012 – Effects of dietary inclusion of clinoptilolite in colostrum and milk of dairy calves on absorption of antibodies against *Escherichia coli* and the incidence of diarrhea. *Animal Feed Science and Technology* 172, 136-140.

Petkova E., Venko T., Chushkov P., Dzhurov A., Stefanov T., Poschakov E., Chelebia S., 1982a – Bulgarian potassium calcium zeolite as a preventive for digestive disorders in calves. *Vet. Med. Nauki* 19, 55-62.

Bartko P., Seidel H., Kovac G. 1995 – Use of clinoptilolite from Slovakia in Animal Production: A review. In: D.W. Ming, F.A., Mumpton (Eds), *Natural Zeolite* vol., 93, 467-475.