

## JOURNEES NATIONALES SNGTV 2014

### Examens complémentaires réalisables en exploitation avec du matériel moins conventionnel

#### Utilisation du L-lactate et de l'analyseur de gaz sanguins en pratique rurale

Hugues Guyot, Sébastien Vandeputte, Claire Gaillot

xxx

*Pr. Hugues Guyot*

Université de Liège – FMV-CVU-DCP

Clinique Ambulatoire Bovine

20 Boulevard de Colonster, Bât.B42

4000-LIEGE-Belgique

[hugues.guyot@ulg.ac.be](mailto:hugues.guyot@ulg.ac.be)

### RESUME

Actuellement, les tests diagnostiques réalisables au chevet du patient en médecine rurale deviennent plus facilement abordables financièrement et permettent d'améliorer non seulement le diagnostic mais également le pronostic lors d'une pathologie. Le dosage du L-lactate par les appareils portatifs trouve particulièrement son utilité lors des pathologies respiratoires des jeunes veaux, permettant de mettre en évidence les cas incurables. Ce test est également pertinent lors d'abdomen aigu. Malheureusement, concernant les diarrhées néonatales et l'acidose ruménale, c'est essentiellement du D-lactate qui est formé par les bactéries ce qui rend cet examen complémentaire difficilement interprétable. D'autres paramètres, tels que le pH sanguin, la pression partielle en oxygène ou en dioxyde de carbone, les différents ions, l'excès de base, l'hémoglobine, l'hématocrite, l'urée ou la créatinine sont à présent tout à fait accessibles au praticien rural et lui permettent d'affiner son diagnostic à moindre coût. Les appareils de mesure sur le terrain et au cabinet vétérinaire sont multiples et pour la plupart polyvalents pour mesurer plusieurs paramètres mais nécessitent un investissement financier de départ. Chacun présente des caractéristiques spécifiques qui répondent au besoin précis de chaque clientèle.

### MOTS-CLES

Examen complémentaire, lactatémie, gaz sanguins, ionogramme, base excess, appareils de dosage

### Introduction

Actuellement, les tests diagnostiques réalisables en ferme par le praticien rural sont encore trop peu utilisés, à tort. D'une part, la plupart des cas cliniques de terrain, au vu de leurs symptômes spécifiques, ne nécessitent pas forcément d'examen complémentaire. D'autre part, et c'est sans doute la majorité des cas, les éleveurs ne sont pas prêts à payer pour affiner le diagnostic, prétextant un coût trop élevé des examens complémentaires. Un autre facteur

intervenant probablement est le délai pour obtenir une réponse, et l'acheminement du prélèvement, si ce dernier est envoyé dans un laboratoire biomédical. De nos jours, les progrès technologiques ont permis de développer de nombreux tests de terrain, applicables à la médecine vétérinaire, et pour des prix relativement raisonnables. La disponibilité de ces tests au chevet du patient, malgré un prix d'achat un peu rébarbatif, les rendent de plus en plus populaires et le praticien les possédant s'octroie ainsi une crédibilité et un professionnalisme accru en adaptant les traitements en fonction des résultats obtenus et en fournissant, ce dont l'éleveur est le plus friand, un pronostic. Le dosage du lactate, l'ionogramme et les gaz sanguins offrent en effet une multitude d'applications diagnostiques et pronostiques, permettant d'adapter le traitement au mieux ou de justifier la réforme, décision parfois très hasardeuse à prendre.

### **Intérêt clinique du L-Lactate en pratique rurale**

Le lactate est un produit de dégradation métabolique, notamment des sucres, chez les mammifères et les procaryotes. Il existe sous deux isomères distincts : le L-lactate et le D-lactate. Même si ces formes ont toutes deux un intérêt clinique certain, malheureusement, seule la forme lévogyre (L-lactate) est dosable sur le terrain en routine. Chez les mammifères, le L-lactate est un des produits du métabolisme du glucose, en conditions anaérobies. Il se retrouve notamment lors de diarrhée néonatale ou d'acidose ruménale. Certaines bactéries du tube digestif en produisent également beaucoup (*Streptococcus bovis*, lactobacilles). Le L-lactate est métabolisé au niveau du foie et excrété par le rein. Le D-lactate, quant à lui, est produit en très faible quantité par les mammifères et provient majoritairement de la synthèse bactérienne, le plus souvent d'origine digestive, renseignant donc sur la nature d'une affection lorsque sa concentration augmente. Le D-lactate n'est pas métabolisable spécifiquement par le mammifère et son élimination est donc très lente (5 fois plus lente que le L-lactate) et s'accumule ainsi facilement dans le sang. Ce phénomène accentue par conséquent très fortement l'état ébrius rencontré chez les veaux en diarrhée présentant de l'acidose métabolique (Lorenz, 2009).

En pratique rurale, le dosage du L-lactate présente 4 intérêts distincts, dont le premier est le plus pertinent : 1) facteur pronostic des affections respiratoires chez le jeune animal ; 2) diarrhée néonatale ; 3) acidose ruménale ; 4) abdomen aigu.

#### **1) Facteur pronostic des affections respiratoires**

Selon Coghe et collaborateurs (2000), le dosage du L-lactate sanguin permet de poser un pronostic vital chez les veaux atteints de broncho-pneumonie (BP). En effet, la concentration de ce métabolite augmente fortement lors de conditions anaérobies, telles que rencontrées en cas de pneumonie. Dans ce contexte on observe alors une diminution du transfert de l'oxygène des poumons vers le sang artériel et une élévation de la consommation en oxygène due à un travail accru des mouvements respiratoires. Cliniquement, les BP sont réparties en 4 grades (Tableau 1). Ces grades permettent de préciser la thérapeutique voire de prendre une décision de réforme immédiate. La différenciation clinique de ces grades n'est pas toujours évidente et la mesure du L-

lactate peut aider à prendre une décision pertinente. En effet, pour différencier le grade 3 du grade 4, la valeur de 4 mmol/L (3,6 mmol/L lors du dosage en laboratoire) est utilisée comme seuil. Au-delà de cette valeur, les animaux en BP seraient classés en grade 4, avec un taux de mortalité proche de 100% dans les 3 jours (Coghe et coll., 2000). Ce test a été validé pour de jeunes bovins jusque 13 mois mais pourrait être utilisé chez des animaux plus âgés, bien que la probabilité d'une BP soit plus faible au-delà de cet âge. L'examen clinique reste cependant prioritaire pour les stades inférieurs (1-2-3) car ils sont moins facilement discernables par le dosage du L-lactate (seuil de 1,8 mmol/L entre les grades 1 et 2 et de 2 mmol/L entre les grades 2 et 3). Il convient également de faire attention aux autres pathologies concomitantes (diarrhée, acidose ruménale), entraînant également une production équivalente de D et L-lactate (par les bactéries). Même si l'isomère-L est éliminé via le foie, il peut parfois être à l'origine de faux-positifs, condamnant à tort un jeune bovin.

**Tableau 1 : grades cliniques des BP chez le jeune bovin**

	I	II	III	IV
<b>Respiration</b>	Normale	tachypnée	dyspnée	Dyspnée+++
<b>Fréq.respiratoire</b>	<40	40-60	>60	>60 (ou ↓)
<b>Toux</b>	±	±	±	±, faible
<b>Muqueuse oculaire.</b>	Normale	No-congestif	Congestif-injecté	Congestif / Cyanose
<b>T°</b>	Normale	>39,5°C	>39,5°C	↑ ou ↓
<b>Appétit</b>	Normal	↓	↓ ou anorexie	anorexie
<b>Comportement</b>	Normal	Normal	Abattu, s'isole	Debout, bouge pas
<b>Traitement</b>	non	ATB	ATB + AI	Inutile

## 2) *Diarrhée néonatale*

Lors de diarrhée néonatale, les bactéries présentes dans le tube digestif (lactobacilles) produisent du D- et L-lactate. Le L-lactate est métabolisé par le foie, mais le D-lactate s'accumule et est responsable de la majorité des symptômes d'acidose (Lorenz, 2009). D'autres facteurs peuvent intervenir également, tels que les pertes en bicarbonate *via* les matières fécales ou encore une métabolisation hépatique déficiente du L-lactate suite à une endotoxémie ou un choc hypovolémique. Le dosage du L-lactate n'est donc pas pertinent dans ce cas-ci (Ewaschuk et coll., 2004). Lorenz et collaborateurs (2009) ont toutefois émis une mesure clinique de l'évaluation de l'acidose lactique (Tableau 2).

**Tableau 2 : score clinique de l'acidose métabolique due à une hyper-lactatémie.**

Symptôme	HCl	L-Lactate	D-Lactate
Réflexe Menace	+	+	<b>0</b>
Réflexe Palpébral	+	+	<b>0</b>
Réflexe Panniculaire	+	+	<b>0</b>
Réflexe Succion	<b>0</b>	+	+
Ataxie « veau saouïl »	<b>0</b>	<b>0</b>	+
Décubitus	<b>0</b>	±	+

0 = symptôme absent / + = symptôme présent

### 3) *Acidose ruménale*

Chez un bovin en bonne santé, du lactate (isomères L et D) est produit en faible quantité dans le rumen et est métabolisé par la flore ruménale au fur et à mesure de sa production. En cas d'acidose ruménale, la production de lactate dépasse celle de son utilisation. Le lactate excédentaire est alors résorbé par voie sanguine, engendrant à son tour une acidose métabolique. De nouveau, c'est le D-lactate qui est responsable de la symptomatologie de type « neurologique » (dépression, démarche ébrieuse, cécité, etc.). Un phénomène similaire s'observe chez les veaux « buveurs ruménaux » : le lait fermentant dans le rumen génère également, *via* la dégradation du lactose dans le rumen par les lactobacilles, du L- et D-lactate. Le dosage du L-lactate dans ces deux cas de figure n'est toutefois pas assez spécifique pour orienter le diagnostic. Il ne représente donc pas un test assez précis pour confirmer la pathologie.

### 4) *Lactate dans d'autres fluides physiologiques*

Le L-lactate peut être dosé, avec les appareils portables, dans le lait, le liquide céphalo-rachidien (LCR) et dans le liquide de ponction abdominale. Dans le lait, l'utilisation est plus qu'anecdotique pour la détection des mammites cliniques ou sub-cliniques (le CMT lui sera préféré). En ce qui concerne le LCR, malheureusement, il n'y a pas encore de normes établies en médecine bovine. Enfin, l'utilisation dans le liquide de paracentèse revêt un intérêt clinique certain. La concentration plasmatique en L-lactate est quasi similaire à celle du liquide péritonéal (ratio liquide péritonéal : sang = 0,26-0,91). La norme établie dans ce dernier est d'environ 0,19-1,31 mmol/L. Sa concentration augmente lors d'ischémie intestinale ou abomasale (synthèse de L-lactate lors de la glycolyse anaérobie). Le L-lactate croît d'abord dans le liquide péritonéal puis dans le plasma par la suite. Ce dosage permet alors une indication diagnostique et pronostique lors de colique chez les bovins (Wittek et coll, 2010).

Le dosage du L-lactate lors de pathologies respiratoires et de suspicion d'abdomen aigu est enrichissant en pratique rurale. Dans le cas des deux autres contextes que sont la diarrhée néonatale et l'acidose ruménale, ce dosage ne semble pas assez spécifique pour offrir une réelle aide diagnostique ou pronostique. Par contre, combiné avec d'autres dosages, tels que le pH sanguin, le base excess ou encore l'anion gap, il présente un intérêt certain.

## Mesure du Lactate sur le terrain

En pratique de terrain, il existe de nombreux petits appareils permettant la mesure du lactate. Ces appareils sont tous confectionnés pour mesurer le L-Lactate (et non le D-lactate). Leur coût est variable mais correct, puisqu'il faut compter entre 100 et 400€ HT pour l'appareil, et environ 3€ par test. La plupart des appareils fonctionnent par détermination enzymatique et photométrie de réflexion. Une goutte de sang frais est déposée sur une tigette (conservable à température ambiante) puis insérée dans l'appareil et donne le résultat (L-Lactate, en mmol/L) endéans les 60 secondes. Il est également possible d'utiliser du plasma (l'appareil détecte et adapte le résultat automatiquement). La tigette est constituée avec un petit coussin de séparation des globules rouges, permettant au plasma d'atteindre la plage réactive (changement de couleur pour lecture par le spectrophotomètre, à une absorbance de 660 nm). Il est conseillé d'utiliser l'appareil à une température comprise entre 15°C et 35°C.

Au sein de la clinique ambulatoire (ULg, Liège), le « ACCUTREND<sup>®</sup>-PLUS » développé par Cobas<sup>®</sup> et commercialisé par Roche<sup>®</sup>, est utilisé avec une grande satisfaction. Cet appareil, qui coûte environ 120€ HT (prix d'une tigette 2,5€) permet également une mesure du cholestérol et des triglycérides (autres tigettes), mais leur utilisation en médecine bovine est plus limitée. L'appareil est petit (taille d'un livre de poche), léger et tient dans une poche. Il est également étalonné pour la pratique canine, ce qui, pour les praticiens en clientèle mixte, peut présenter un avantage. La gamme de dosage du L-lactate pour cet instrument (pour une précision acceptable) est de 0,8 à 21,7 mmol/L pour du sang total (0,7-26 mmol/L pour du plasma). Il y aurait une légère surestimation de la concentration en L-Lactate chez le bovin avec ce type d'appareil (max. 0,5 mmol/L) pour des valeurs au-delà de 3 mmol/L (Coghe et coll., 2000). Il est très important de réaliser la prise de sang sur un animal calme et non stressé afin d'éviter les hyper-L-lactatémies artéfactuelles (par exemple, sur un animal qui a couru avant de l'attraper pour le prélèvement). En cas de délai supérieur à 20 minutes entre la prise de sang et l'analyse, il est préférable d'utiliser un tube NaF pour le prélèvement. Dans les autres cas, une goutte de sang peut être directement déposée de la seringue sur la tigette, ou alors le prélèvement peut être réalisé sur tube hépariné.

## Intérêt clinique des gaz sanguins et ions en pratique rurale

### *pH sanguin*

Le pH (ou potentiel hydrogène) se calcule à partir de l'équation de Henderson-Hasselbach :  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Ou encore :  $\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$

Le pH représente la composante respiratoire et métabolique de l'équilibre acido-basique. Il permet de distinguer deux états pathologiques tels que l'acidose et

l'alcalose, tous deux mortels selon leur degré de gravité. Selon que le prélèvement soit artériel ou veineux, le pH sanguin diffère, à savoir :

pH sanguin (sang artériel) → 7,35-7,45

pH sanguin (sang veineux) → 7,40-7,50

### ***PO<sub>2</sub> et PCO<sub>2</sub>***

Il s'agit de la pression partielle en oxygène (O<sub>2</sub>) ou en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Les normes pour la PO<sub>2</sub> et PCO<sub>2</sub> sont respectivement de 90 à 105 mm Hg et de 41-51 mm Hg. Elles se dosent sur sang artériel (PaO<sub>2</sub> et PaCO<sub>2</sub>) ou sang veineux (PvO<sub>2</sub> ou PvCO<sub>2</sub>). Les résultats de dosage varient en fonction de l'activité physique de l'animal et l'état de production. L'endroit de prélèvement (veine jugulaire *versus* veine mammaire ou artère carotide *versus* artère coccygienne) peut également faire varier la PO<sub>2</sub> et la PCO<sub>2</sub>. Pour une interprétation correcte des gaz sanguins, le prélèvement doit nécessairement être du sang artériel. Plus les artères sont éloignées du cœur, au plus la PaO<sub>2</sub> diminue. L'artère axillaire et l'artère auriculaire sont les sites de ponction idéaux, donnant les meilleurs résultats pour la mesure des gaz sanguins et de la balance acide-base.

La PaCO<sub>2</sub> est plus importante chez le bovin (comparativement à une espèce monogastrique) en raison de la résorption sanguine de CO<sub>2</sub> produit dans le rumen (diffusion au travers de la paroi ruménale ou par absorption pulmonaire après éructation).

En cas de pathologie respiratoire, une diminution de la PaO<sub>2</sub> est d'abord constatée, puis en cas d'aggravation, la PaCO<sub>2</sub> augmente, ce qui permet de dater et évaluer la gravité de l'affection respiratoire. Si le prélèvement est contaminé par de l'air, l'inverse sera observé, à savoir que d'abord il y aura une augmentation de la PaCO<sub>2</sub> et ensuite une diminution de la PaO<sub>2</sub>.

### ***TCO<sub>2</sub>***

Cette valeur représente la concentration plasmatique totale en CO<sub>2</sub>. Cela est constitué par 5% du CO<sub>2</sub> dissout et 95% venant du HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

### ***HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>***

Le HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> représente la quantité de bicarbonate plasmatique contenue dans le sang. Cette valeur augmente en cas d'alcalose métabolique et d'acidose respiratoire et diminue en cas d'acidose métabolique et d'alcalose respiratoire. La concentration en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> se trouve dans une fourchette physiologique de 25-28 mmol/L. La TCO<sub>2</sub> et le HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ne permettent pas de quantifier la composante métabolique de l'équilibre acide-base suite aux variations du taux de bicarbonate en fonction de la PaCO<sub>2</sub>.

### ***SO<sub>2</sub>***

La SO<sub>2</sub> est la saturation de l'hémoglobine en oxygène dans le sang à partir du pH, de la PO<sub>2</sub> et de la température du patient. La SO<sub>2</sub> se mesure au niveau artériel (SaO<sub>2</sub>) ou

au niveau veineux ( $SvO_2$ ) *via* les appareils mentionnés plus loin (voir « appareils de dosage »). Mais il est possible de le mesurer de manière non invasive grâce à un « pulsoxymètre » ou oxymètre de pouls, fonctionnant par un simple contact avec une muqueuse non-pigmentée (système infra-rouge), comme les services d'urgence en possèdent (e.g. Nellcor<sup>®</sup>, ou ViaMed<sup>®</sup>). Le prix de ces derniers varie d'environ 700 à 3.000€ HT.

### ***Base Excess***

Le *base excess* (BE) ou excès/déficit de base est uniquement une composante métabolique de l'équilibre acido-basique. Ainsi, un BE négatif (ou Base Déficit) indique une acidose métabolique ( $BE \leq -1$ ) tandis qu'un BE positif indique plutôt une alcalose métabolique ( $BE \geq +5$ ). Le BE se calcule grâce au pH sanguin et à la concentration en bicarbonate ( $HCO_3^-$ ), selon l'équation suivante :

$$BE = 0,93 \times ([HCO_3^-] - 24,4 + 14,8 \times (pH - 7,4))$$

La norme est de +2 à +5 mmol/L. Le tableau 3 indique les variations de BE en fonction de pathologies métaboliques ou respiratoires.

**Tableau 3 : variations du BE, pH,  $pCO_2$  et  $HCO_3^-$**

<b>Pathologie</b>	<b>BE</b>	<b>pH</b>	<b><math>pCO_2</math></b>	<b><math>HCO_3^-</math></b>
Acidose respiratoire	↑	↓	↑	↑
Alcalose respiratoire	↓	↑	↓	↓
Acidose métabolique	↓	↓	↓	↓
Alcalose métabolique	↑	↑	↑	↑

La mesure du BE est utile dans la thérapeutique de correction de l'équilibre acido-basique, notamment en cas d'acidose métabolique chez des veaux avec diarrhée. Dans ce cas, grâce au BE, il est possible de calculer la quantité de bicarbonate à perfuser pour rétablir le pH sanguin normal :

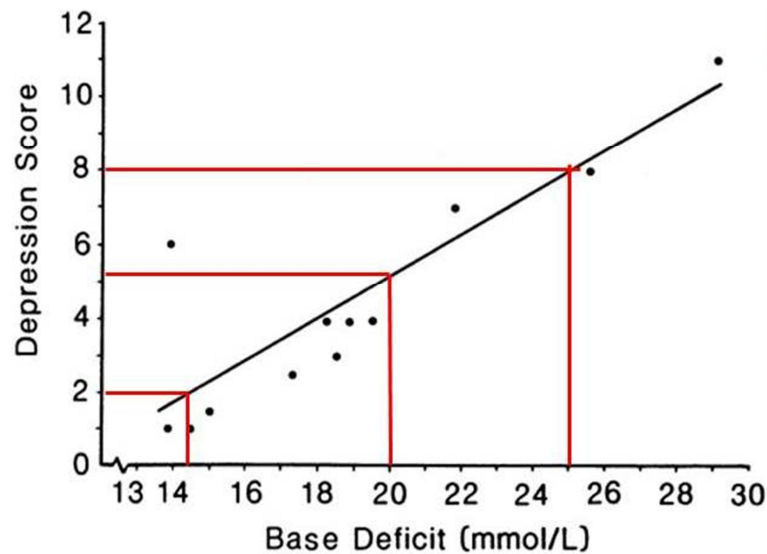
$$\text{Quantité NaHCO}_3 \text{ (en mg)} = BE \text{ (mmol/L)} \times PV \text{ (kg)} \times 84 \text{ (PM NaHCO}_3) \times 0,6 \text{ (veau)} \\ \text{(ou 0,3 adulte).}$$

A défaut d'avoir cette information, il est possible de calculer cliniquement un score d'acidose (Kasari et Naylor, 1986). Ce score va de 0 à 13, sur des veaux de plus de 8 jours, peu déshydratés (voir Tableau 4).

**Tableau 4 : Score clinique d'interprétation du BE**

Variable	Evaluation	Score	Interprétation
Réflexe succion	Un doigt dans la bouche	0	Succion forte organisée
		1	Succion faible coordonnée
		2	Mâchonnement désorganisé
		3	Absent
Réflexe de menace	Mouvement de la main rapide devant les yeux	0	Réflexe instantané fort
		1	Réflexe retardé faible
		2	Absent
Réponse tactile	Pincement de la peau (lombes)	0	Réflexe peucier, tête vers le flanc
		1	Réflexe peucier, Pas de mouvement de tête
		2	Pas de réflexe, Pas de mouvement de tête
Posture debout	Stimulation côtes avec un stylo	0	Capable de se lever
		2	Incapable de se lever
Chaleur cavité buccale	Doigts dans la bouche/palais	0	Chaleur normale de la muqueuse
		1	Muqueuse froide
		2	Muqueuse glaciale
Température des extrémités	Main autour des boulets	0	Chaleur normale de la peau
		1	Peau froide
		2	Peau glaciale

En plus du tableau 4, la figure 1 permet d'établir une relation entre le score de dépression et le BE.



**Figure 1 : Relation entre le score de dépression et le BE chez 12 veaux avec acidose métabolique (la ligne représente la régression linéaire,  $r = 0,87$ ,  $p < 0,05$ ) (selon Kasari et Naylor, 1986).**

### **Sodium ( $Na^+$ )**

La valeur normale du  $Na^+$  plasmatique est de 130-150 mmol/L. Il est bas en début de lactation. Une hypernatrémie est observable lors de déshydratation ou perfusion. L'hyponatrémie se rencontre lors de pertes (intestin, rein), hyperglycémie, insuffisance rénale, insuffisance cardiaque congestive, insuffisance hépatique, pneumonie, et excès



d'eau. Le manque de  $\text{Na}^+$  peut s'avérer mortel (coma) et est accompagné de signes neurologiques (dont œdème cérébral).

### ***Potassium ( $\text{K}^+$ )***

La valeur normale du  $\text{K}^+$  est de 3,9-5,8 mmol/L. De l'hyperkaliémie s'observe souvent lors d'acidose métabolique (échange  $\text{K}^+/\text{H}^+$  au niveau de la paroi cellulaire), hémolyse du prélèvement, rupture de vessie, insuffisance rénale aiguë. L'hyperkaliémie s'accompagne de troubles de la fonction cardiaque (bradycardie). L'hypokaliémie peut survenir lors d'un jeûne, de diarrhée, d'obstruction intestinale haute, d'impaction de la caillette, de déplacement de la caillette gauche/droite (alcalose hypokaliémique et hypochlorémique), d'acétonémie, d'administration de glucocorticoïdes et lors d'une augmentation de l'excrétion rénale des anions.

### ***Chlore ( $\text{Cl}^-$ )***

La valeur normale de la chlorémie est de 97-111 mmol/L. L'hypochlorémie se rencontre en cas de déplacement à gauche de la caillette, d'insuffisance rénale, acidocétose, d'acidose lactique, et lors de perte ou séquestration de  $\text{Cl}^-$ . L'hyperchlorémie se constate lors de déshydratation, perfusion, fièvre ou diminution des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

### ***Calcium ionisé ( $i\text{Ca}^{++}$ )***

La norme se situe entre 1,17-1,25 mmol/L. Le calcium ionisé permet un diagnostic précis des troubles du métabolisme calcique (fièvre de lait) qu'ils soient cliniques ou sub-cliniques. L'avantage de la mesure sur le terrain est effectivement de pouvoir doser le Ca ionisé, plus précis pour le diagnostic des hypocalcémies. En effet, ce dosage (sur tube hépariné) doit impérativement être effectué endéans les 10 minutes du prélèvement au risque d'avoir des résultats erronés. Au-delà de cette période, il convient de faire doser le Ca au laboratoire, qui sera dans ce cas le Ca total (avec les biais d'interprétation possibles dus aux protéines de transport du Ca, dont l'albumine). De l'hypocalcémie pourrait être faussement constatée si la coagulation a commencé dans la seringue/tube ou si un tube EDTA ou citraté a été utilisé pour le prélèvement (chélation du Ca).

### ***Anion Gap***

L'Anion Gap (AG), aussi appelé trou anionique, représente la différence entre la concentration en anions et en cations plasmatiques. C'est une valeur calculée à partir de la différence entre les cations et anions principaux :

$$\text{AG} = [\text{Na}^+ + \text{K}^+] - [\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-]$$

La norme est d'environ 10-20 mmol/L. Sa valeur augmente en cas d'acidose métabolique et diminue en cas d'alcalose.

### ***Hématocrite***

Il s'agit du pourcentage du volume sanguin occupé par les globules rouges. La norme est de 24-42%. L'hématocrite augmente lors de déshydratation et choc. Il diminue lors d'anémie, hémorragie, hémolyse, perfusion massive (fausse anémie), et lors de la diminution de la production d'érythrocytes par la moelle osseuse. La mesure de ce paramètre peut se faire à l'aide des appareils mentionnés plus loin (voir « appareils de dosage ») mais également grâce à des tubes capillaires (prélèvement sur héparine ou EDTA) centrifugés (mesure optique du pourcentage d'hématocrite). Il existe désormais de petits appareils qui réalisent cette mesure, avec une goutte de sang frais, en une seconde. Cet appareil détermine en même temps la concentration en hémoglobine du prélèvement (coût approximatif de l'appareil 200-400€ HT, et prix/analyse ~3,5€).

### ***Hémoglobine***

C'est la molécule de transport de l'oxygène dans les globules rouges. La norme est de 8-15 g/dl. Une diminution est un signe d'anémie. Son dosage peut servir notamment lors d'hémorragies ou pour le contrôle des veaux de lait. Le tableau 5 présente les différentes normes pour l'hématocrite et l'hémoglobine.

**Tableau 5 : Interprétation de l'hématocrite et de l'hémoglobine chez les adultes et les veaux**

<b>Veaux</b>	<b>Hémoglobine (g/dl)</b>	<b>Hématocrite (%)</b>
0-21 jours	9-13	32-38
3-15 semaines	9,7-12,7	26-30
Seuil minimum légal	7,2	/
<b>Adultes</b>	<b>Hémoglobine (g/dl)</b>	<b>Hématocrite (%)</b>
Référence	10-13,5	24-42
Anémie légère	≤ 9	20-24
Anémie modérée	-	14-19
Anémie sévère	-	10-13 (seuil de transfusion)

### ***Autres analyses : Urée***

Autrement dénommée BUN (Blood Urea Nitrogen), elle reflète la balance ruménale énergétique ainsi que la protéine disponible. Il s'agit également d'un indicateur de la fonction rénale ou hépatique. La norme est de 1,7-10,7 mmol/L. L'urée diminue en cas d'insuffisance hépatique et de glucosurie. L'urée augmente lors de déshydratation, choc, maladie rénale, obstruction urinaire (urolithiase).

### ***Autres analyses : Créatinine***

La créatinine est un produit de dégradation de la créatine (molécule énergétique de contraction musculaire). Elle passe librement à travers la barrière de filtration glomérulaire et n'est pas résorbée par les tubules rénaux (contrairement à l'urée dont 50-65% peut être résorbé). C'est un marqueur de la fonction rénale, dont l'évolution

est souvent parallèle à l'urée. La norme est de 88-176  $\mu\text{mol/L}$ . Elle augmente lors d'insuffisance rénale ou de jeûne prolongé (catabolisme). Il n'y a pas de signification clinique à sa diminution.

## **Mesure des gaz sanguins et ionogramme sur le terrain**

### ***Conditions de prélèvement***

En fonction du type d'analyse souhaitée, le prélèvement différera quelque peu. Pour une analyse standard des ions, pH, AG et BE, un prélèvement veineux (sur tube hépariné) suffira. Par contre, si les gaz sanguins sont souhaités, il est vivement conseillé d'effectuer un prélèvement de sang artériel, sur tube hépariné (artère axillaire chez le veau et auriculaire ou caudale, avec un peu d'expérience, chez l'adulte). Lors de la mesure des gaz sanguins, il convient de bien boucher la seringue avant l'analyse (pas de contact entre le sang et l'air) et réaliser l'analyse immédiatement (si elle est différée de quelques minutes, garder le prélèvement sur de la glace, et si possible réaliser le prélèvement avec une seringue en verre pour limiter les échanges gazeux).

### ***Appareils de dosage***

De plus en plus de machines portables sont disponibles dans le commerce pour répondre à la demande de ce type de dosages. Le coût de ces appareils demeurent cependant encore fort élevé, même si le prix des consommables tend à diminuer, rendant l'analyse abordable pour l'éleveur. Ci-dessous, voici quelques exemples d'appareils utilisés à la Clinique des Ruminants et la Clinique Ambulatoire de l'Université de Liège.

#### **1) *Idexx VetStat*<sup>®</sup> (*IDEXX*<sup>®</sup>)**

Anciennement appelé Opti Avl Critical Care Analyser (OptiCCA) (Roche Diagnostics<sup>®</sup>), le VetStat<sup>®</sup> (Idexx<sup>®</sup>) fonctionne par senseurs chimiques optiques par fluorescence (mesure par des optodes sous lumière fluorescente). Bien qu'il s'agisse d'un « appareil d'urgence », une très bonne corrélation existe avec les dosages effectués par un laboratoire standardisé. Cet appareil fonctionne avec des cassettes (conservables à température ambiante) dans lesquelles du sang hépariné est introduit. En fonction des cassettes, différents dosages et mesures peuvent être effectués. Le coût de l'appareil est d'environ 5.000€ HT et celui des cassettes d'environ 7 à 12€. Le  $\text{Ca}^{++}$  ionisé seul revient à environ 9€. Il n'y a pas de mise à jour à effectuer mais il faut veiller à remplacer régulièrement les cartouches de gaz présentes dans l'appareil (~80€/cartouche et  $\pm 20$  analyses/cartouche), ce qui augmente artificiellement le prix d'une cassette de 3-4€. Les analyses possibles sont le pH, la  $\text{pO}_2$ , la  $\text{pCO}_2$  (avec correction pour la température), le  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{iCa}^{++}$ , et l'hémoglobine. Différents paramètres calculés (constantes et formules prédéfinies par le constructeur) en découlent, à savoir l'AG (le BE n'est plus disponible), l'hématocrite, le  $\text{TCO}_2$ , la  $\text{SO}_2$ , et le  $\text{HCO}_3^-$ . La concentration corpusculaire en hémoglobine (MCHC) et la température de l'animal sont des paramètres modifiables par le vétérinaire. Il faut donc

rester prudent lors de l'interprétation des résultats calculés, surtout si ces derniers semblent aberrants, par rapport aux valeurs mesurées. Les dosages sont réalisés en  $\pm 3$  minutes, à une température comprise entre 10°C et 32°C. Par contre, il est assez lourd (5,5 kg) et a la taille d'une valisette, donc un peu encombrant au chevet du patient (mais idéal au cabinet vétérinaire).

## 2) *I-Stat (Abbott®)*

L'i-Stat est un appareil portable (tient dans la main, mais un peu trop grand pour une poche), permettant une utilisation au chevet du patient. Une petite imprimante thermique est nécessaire pour imprimer les résultats (connexion infra-rouge). L'outil fonctionne selon le système de chimie sèche. Comme pour le VetStat®, une très bonne corrélation existe avec les dosages de laboratoire de référence. La gamme de température pour le dosage va de 18°C à 30°C. Une mise à jour de l'instrument est nécessaire tous les 6 mois environ. Des cassettes (différentes selon les options d'analyses possibles) sont introduites dans l'appareil, après y avoir déposé quelques gouttes de sang (en provenance d'un tube hépariné). Les cassettes sont à conserver entre 2-8°C. Chaque cassette i-Stat contient une électrode de référence (lorsqu'elle contient des capteurs potentiométriques), des capteurs permettant le dosage d'analytes spécifiques et une solution d'étalonnage aqueuse tamponnée (dont les concentrations en analytes et en conservateurs sont connues). Le coût de l'I-Stat est d'environ 9.000€ HT et celui des cassettes varie entre 10-20€. Les dosages possibles d'intérêt en médecine vétérinaire sont le pH, la pCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>, TCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE, AG, SO<sub>2</sub>, hématocrite, hémoglobine, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, iCa<sup>++</sup>, glucose, L-lactate, urée et créatinine. Afin d'avoir toutes les analyses susmentionnées, l'utilisation d'au moins deux cassettes différentes est nécessaire. L'analyse est réalisée en 2 minutes.

## 3) *EPOC® (ALERE® / Kitvia®)*

L'EPOC a été largement inspiré du système i-Stat (et fonctionne donc de manière similaire) et utilise également différentes cassettes (des dimensions d'une carte de crédit) pour fonctionner (dont le stockage est possible à température ambiante). Il existe également des mises à jour. Une imprimante thermique (optionnelle) reliée par Bluetooth délivre un résumé des analyses effectuées. L'appareil est de taille similaire à l'i-Stat et est donc déplaçable sur le terrain, au chevet du patient, avec facilité. La lecture s'effectue à une température comprise entre 15-30°C. Une récente étude, chez les petits animaux (Bardell et Mark Senior, 2014) a comparé l'EPOC et l'i-Stat et a constaté que la précision de l'EPOC était acceptable, malgré quelques différences sur des paramètres tels que Na<sup>+</sup>, hématocrite, hémoglobine et BE. Cela veut simplement dire qu'il est nécessaire de ne pas comparer des analyses d'un patient avec deux appareils différents, surtout lorsqu'on fait un suivi de celui-ci. Le coût de l'EPOC est d'environ 5.000-6.800€ HT et celui des cassettes est d'environ 6-14€. Les cassettes fournissent des analyses (mesurées et calculées, comme pour les autres appareils) tels que pH, PO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, TCO<sub>2</sub>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, iCa<sup>++</sup>, hématocrite, hémoglobine, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE, glucose, et L-lactate. Un seul type de cassettes génère toutes ces analyses. Le Cl<sup>-</sup> et l'AG sont actuellement en développement. Il se pourrait que l'urée et la créatinine

le soient également. La durée de calibration de la cassette est de 3 minutes (pendant lesquelles le praticien peut faire la prise de sang) et ensuite, une fois la goutte de sang placée sur la cassette calibrée, la durée d'analyse est de 30 secondes.

### **Remarques générales :**

En plus des appareils décrits, d'autres existent également avec des caractéristiques propres et des prix différents. Les prix des appareils et consommables sont indicatifs et correspondent à des offres faites en Belgique, dans certaines conditions, en 2013. Ces prix peuvent être différents en fonction du pays, et des conditions générales de vente.

### **Conclusions**

L'évolution des technologies permet actuellement au praticien rural de réaliser des analyses essentielles au chevet du patient. Beaucoup de ces tests orientent non seulement le diagnostic mais permettent également de présenter un pronostic. Le raffinement du diagnostic permet évidemment d'ajuster au mieux la thérapeutique de l'animal et la rapidité d'obtention des résultats de ces examens complémentaires permet d'agir directement et plus spécifiquement sur l'animal et ainsi d'augmenter les chances de succès du traitement. L'aspect pronostique permet aussi de faire des économies substantielles de thérapeutiques vouées à l'échec et, pour une dizaine d'euros, il est alors possible d'aider l'éleveur dans sa décision de réforme.

### **Bibliographie**

BARDELL EW., MARK SENIOR J. Comparison of the EPOC and i-stat analysers for canine blood gas and electrolyte analysis. *Journal of Small Animal Practice*. 2014; doi: 10.1111/jsap.12177.

COGHE J., UYSTEPRUYST C., BUREAU F., DETILLEUX J., ART T., LEKEUX P. Validation and prognostic value of plasma lactate measurement in bovine respiratory disease. *Veterinary Journal*. 2000;160:139-146.

EWASCHUK JB, NAYLOR JM, PALMER R, WHITING SJ, ZELLO GA. D-Lactate production and excretion in diarrheic calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2004;18:744-747.

KASARI TR, NAYLOR JM. Further studies on the clinical features and clinicopathological findings of a syndrome of metabolic acidosis with minimal dehydration in neonatal calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 1986;50:502-508.

LORENZ I. D-lactic acidosis in calves. *Veterinary Journal*. 2009;179:197-203.

WITTEK T., GROSCHE A., LOCHER L., ALKAASSEM A., FÜRLL M. Biochemical constituents of peritoneal fluid in cows. *Veterinary Record*. 2010;166:15-19.