

Evaluation et comparaison des teneurs martiales dans le sang total hémolysé, sérum et globules rouges chez les truies gestantes et porcelets en élevage tropical

Ngoie K¹., Baraka k.k¹., Kasereka S.B^{2*}, Kaluendi C.M.³., Kaputo M¹.

¹Service de physiologie et physiopathologie, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, B.P.1825, Lubumbashi, R.D. Congo.

²Service d'Anatomo-pathologique, Autopsie et Pathologie aviaire Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, B.P.1825, Lubumbashi, R.D. Congo.

³Service de Biochimie normale et Pathologique, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, B.P.1825, Lubumbashi, R.D. Congo.

*Corresponding Author E-mail: bourg.2013@gmail.com

Received: 21.06.2016 | Revised: 28.06.2016 | Accepted: 30.06.2016

RÉSUMÉ

En nous fixant comme objectif, l'évaluation et la comparaison des teneurs martiales dans le sang total hémolysé, sérum et globules rouges ; le dosage par test colorimétrique (ferrosine) des teneurs martiales dans le sang total hémolysé, sérum et teneur martiale globulaire des 31 porcins dont 7 truies gestantes (TG), 7 truies allaitantes (TA), 12 porcelets large white (PLW) et 5 porcelets de race communes (PRC) dans l'élevage fermier et familial de Lubumbashi en zone tropicale a révélé que les teneurs martiales dans le sang total hémolysé étaient de 113, 1±8.4 µg/dl, 103, 6±12 µg/dl, 84, 5±9, 4 µg/dl et 58, 5±4, 6 µg/dl respectivement chez les TG, TA, PLW et PRC. Dans le sérum, les teneurs martiales chez les TG, TA, PLW et PRC étaient respectivement de 92, 8±5, 4 µg/dl, 84, 4±9, 9 µg/dl, 73, 1±10, 1 µg/dl et 51, 4±1, 6 µg/dl. Alors que dans les globules rouges les concentrations de 20, 3±6, 6 µg/dl, 19, 2±9, 1 µg/dl, 11, 4±9, 4 µg/dl et 7, 1±5, 5 µg/dl étaient obtenues respectivement chez les TG, TA, PLW et PRC. Par rapport à la teneur totale du sang hémolysé, les taux de teneurs sériques chez les TG, TA, PLW et PRC correspondaient respectivement à 82, 1%, 81, 5%, 86, 5% et 87, 9% contre 17, 9%, 18, 5%, 13, 5% et 12, 1 % de taux martial globulaire.

La comparaison statistique des teneurs martiales dans le sang total hémolysé et sérum a révélé que les teneurs martiales des TG sont plus élevées par rapport à celles de toutes les catégories. Mais les teneurs globulaires des TG et TA sont supérieures à celle des PRC alors que les teneurs globulaires entre TA et PLW, comme celle entre PLW et PRC sont comparables.

Ces résultats ont démontré qu'en élevage familial de Lubumbashi, les porcelets sont plus menacés par l'anémie ferriprive. Nous recommandons d'une part que la supplémentation soit d'application et d'autre part aux chercheurs de doser la myoglobine musculaire de porc et d'animaux à muscle rouge, de doser la ferritine et les récepteurs à transferrine dans les muscles, le foie et la moelle osseuse.

Mots-clés: Evaluation, comparaison, teneur martiale, état physiologique, porc.

ABSTRACT

As objective fixed, the evaluation and comparison of the martial contents in hemolysis total blood, serum and globules red; the dosage by colorimetric test (ferrosine) of the martial contents in hemolysis total blood, serum and martial contents globular of 31 pigs among them 7 pregnant sows (TG), 7 feed sows (TA), 12 Large white piglets (PLW) and 5 breed local piglets (PRC) in farm and family breeding of Lubumbashi at tropical area revealed that the martial contents in hemolysis total blood were 113.1±8.4 µg/dl, 103.6±12 µg/dl, 84.5±9.4 µg/dl and 58.5±4.6 µg/dl respectively at the TG, TA, PLW and PRC. In the serum, the martial contents at the TG, TA, PLW and PRC were respectively 92.8±5.4 µg/dl, 84.4±9.9 µg/dl, 73.1±10.1 µg/dl and 51.4±1.6 µg/dl. Whereas in globules red the concentrations of 20.3±6.1 µg/dl, 19.2±9.1 µg/dl, 11.4±9.4 µg/dl and 7.1±5.5 µg/dl were obtained respectively at the TG, TA, PLW and PRC. In comparison in hemolysis total blood, the rate of serum contents of TG, TA, PLW and PRC corresponded respectively at 82.1%, 81.5%, 86.5% and 87.9% against 17.9%, 18.5%, 13.5% and 12.1% of martial globular rate. Statistical comparison of martial contents in hemolysis total blood and serum revealed that martial contents of TG are very higher than those of all categories. But the globular contents of TG and TA are higher than these of PRC whereas the globular contents between TA and PLW, as those between PLW and PRC are comparable. These results showed that in breeding family of Lubumbashi the piglets are threatened with ferriprive anemia. We recommend on the one hand that supplementation be applicable and on the other hand to researchers to measure out the myoglobin muscular of pig and animals of red muscle, to measure out the ferritin and receivers of transferrin in muscles, liver and marrow bone.

Keywords: Evaluation, comparison, martial content, physiological state, pig.

INTRODUCTION

L'élevage porcin constitue par sa prolificité et sa précocité, un élevage pouvant permettre la solution aux nombreux problèmes.

Cet élevage nécessite néanmoins, un meilleur entretien principalement nutritionnel et qu'à la naissance des porcelets, pour mieux grandir reçoivent un complément en fer^{7,8}.

Au point de vue physiologique, bien que le fer soit un oligo-élément, il intervient néanmoins dans plusieurs processus physiologiques, hématologiques et métaboliques plus particulièrement dans l'érythropoïèse¹³. Toutefois dans l'organisme, le fer libre à l'état ferreux est toxique et presque inexistant³; il se trouve généralement séquestrer par la transferrine, la ferritine, la myoglobine, les cytochromes, l'hémossidérine et la catalase^{1,13}. De toutes les périodes, la quantité de fer dans

le lait a toujours été considérée faible ; ce qui engendre généralement une anémie ferriprive précoce si une précaution d'injection ferrique n'est prise étant donné la croissance rapide et les besoins érythropoïétiques intenses du porcelet⁹.

Pour BLAIN², le taux du fer dans l'hémoglobine et dans le sérum sont estimés respectivement à 65% et à 0, 1% par rapport à la teneur globale du fer de l'organisme et que les besoins martiaux du porcelet de la naissance à une semaine est de 15mg/j, besoins qui varient selon l'âge.

Bien que l'élevage du porcin soit rentable, les exigences infrastructurales, nutritionnelles, la pauvreté du lait en fer face à la croissance rapide du porcelet et aux besoins érythropoïétiques constituent les principales contraintes².

Cite this article: Ngoie, K., Baraka, K.K., Kasereka, S.B., Kaluendi, C.M., Kaputo, M., Evaluation et comparaison des teneurs martiales dans le sang total hémolysé, sérum et globules rouges chez les truies gestantes et porcelets en élevage tropical, *Int. J. Pure App. Biosci.* 4(3): 216-222 (2016).

L'anémie ferriprive, la principale maladie métabolique précoce est l'une des causes des morbidités, des mortalités et de retard de croissances chez les porcelets⁹.

Dans la zone tropicale en général et en milieu familial en particulier le porcelet n'est pas l'objet d'attention particulière¹¹.

Etant donné que l'anémie ferriprive est généralement diagnostiquée sans précision de la teneur réelle en fer par le dosage de l'hémoglobine, nous nous sommes fixés au cours de cette recherche comme objectif la quantification réelle du fer, la comparaison de leur teneur dans le sang total hémolysé, le sérum et dans les globules rouges chez les TG, TA, PLW et PRC par la méthode colorimétrique à l'aide du spectrophotomètre.

Milieu, animaux, matériels et méthodes.

Milieu.

Cette recherche a été réalisée à partir d'animaux issus de l'élevage fermier et familial de Lubumbashi en zone tropicale. Quant au dosage, il a été fait au laboratoire de biochimie de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Lubumbashi en République démocratique du Congo.

Animaux.

Pour la réalisation de ce travail, nous nous sommes servis de sang total hémolysé, le sérum provenant de 31 porcins dont 7 TG, 7 TA, 12 PLW d'élevage fermier et 5 PRC d'élevage familial. Pour les animaux d'élevage fermier, l'alimentation était plus ou moins assurée et pour les porcelets, le complément du fer administré; alors que les porcelets d'élevage familial étaient presque abandonnés sans entretien, ni suppléments martiaux.

MATÉRIEL

Pour le prélèvement, l'obtention du sérum, la conservation, nous nous étions servis des seringues, tubes à essai sans ou avec anticoagulant (EDTA), alcool dénaturé,

l'ouate, la centrifugeuse et le réfrigérateur. Quant au dosage proprement dit, le spectrophotomètre, les herlens Meyers, les pipettes automatiques, le kit spécifique pour le dosage du fer ainsi que l'eau distillée ont été utilisés.

METHODES

Choix d'animaux : la sélection d'animaux était basée sur leur état physiologique, gestation, lactation, leur âge, race et mode d'entretien.

Prélèvement : environ 3 ml de 7 à 8 ml de sang prélevé à la veine jugulaire étaient déposés pour chaque animal dans un tube à anticoagulant EDTA, sang total à hémolysé. Tandis que les 4 à 5 ml destiné à tirer le sérum étaient déposés dans un tube à essai sans anticoagulant. Environ 2 ml de sérum pour chaque animal étaient tirés à l'aide d'une seringue après centrifugation. L'hémolyse du sang était réalisée à la suite de congélations et décongélations, l'action mécanique. La quantification des teneurs martiales du sang hémolysé et sérum pour chaque échantillon était réalisée par la méthode colorimétrique << ferrozine >> recommandée par la maison Cypress Diagnostique Belgique. Mais la détermination des teneurs martiales globulaires était obtenue en faisant la différence entre la teneur martiale du sang hémolysé et teneur martiale sérique, la teneur martiale du sang hémolysé étant la somme de teneur sérique et globulaire.

Evaluation statistique.

Pour l'évaluation statistique, les moyennes, les écart-types ont été calculés selon la formule classique et la comparaison des moyennes selon le test T de student.

RÉSULTATS

Les résultats de teneurs martiales sériques et globulaires de TG., TA., PLW et PRC., sont regroupés dans 5 tableau ci-après.

Tableau I : Teneur martiale (µg/dl) dans le sang total, sérum et globules rouges de truies gestantes (TG)

N°	Sang total/100%	Sérum/%	GR/%
1	111,2	89,9/80,8	21,3/19,2
2	123,6	93,7/75,8	29,9/24,2
3	99,3	87,1/87,7	12,2/12,3
4	121,2	101,2/83,5	20/16,5
5	107,1	89/83,1	18,1/16,9
6	117	89,6/76,6	27,4/23,4
7	112,2	99,1/88,3	13,1/11,7
M±S	113,1±8,4	92,8±5,4/82,1	20,3±6,6/17,9

Légende : GR : globule rouge, M : moyenne, S : écart- type

L'analyse de ce tableau révèle que la teneur martiale globale moyenne de sang hémolysé (100%) variait entre 99, 3 µg/dl à 123, 6 µg/dl, la teneur martiale sérique moyenne qui équivaut à 82, 1% varie de 87,1 µg/dl à 101,2

µg/dl alors que la teneur martiale globulaire moyenne n'est que de 17,9%.

L'analyse statistique a révélé que la teneur sérique est au seuil de 1% significativement plus élevée que la teneur martiale globulaire moyenne.

Tableau II : Teneur martiale (µg/dl) dans le sang total, sérum et globules rouges de truies allaitantes(TA).

N	Sang total /100%	Sérum/%	GR/%
1	91,3	76,2/83,5	15,1/16,5
2	103,8	72,5/69,8	31,3/30,2
3	108,3	81,2/75	27,1/25
4	87,1	79,6/91,4	7,5/8,6
5	117,1	91,2/77,9	25,9/22,1
6	99,2	89,1/89,8	10,1/10,2
7	118,7	101,1/85,2	17,6/14,8
M±S	103,6±12	84,4±9,9/81,5	19,2±9,1/18,5

L'analyse de ces résultats montre que les teneurs martiales dans le sang total (100%) varient de 87,1mg/dl à 118,7mg/dl. La teneur sérique moyenne équivaut à 81,5% de teneur martiale totale de sang hémolysé tandis que

celle des globules rouges ne représente que 18,5%. La teneur martiale globulaire est significativement plus basse que la teneur sérique ($p < 0,01\%$).

Tableau III : Teneur martiale (µg/dl) dans le sang total, sérum et globules rouges des porcelets large white(PLW).

N°	Sang total/100%	Sérum /%	GR/%
1	78,9	73,1/92,6	5,8/7,4
2	75,2	71,1/94,5	4,1/5,5
3	64	63,1/98,6	0,9/1,4
4	88	64,1/72,8	23,9/27,2
5	88	61,2/69,5	26,8/30,5
6	82,2	59,2/72	23/28
7	83,1	67/80,6	16,1/19,4
8	88	83,8/95,2	4,2/4,8
9	81	79,9/98,6	1,1/1,4
10	97,3	83/85,3	14,3/14,7
11	97,4	84,2/86,4	13,2/13,6
12	91,1	87/95,5	4,1/4,5
M±S	84,5±9,4	73,1±10,1/86,5	11,4±9,4/13,5

L'examen de ces teneurs montre que chez PLW, la teneur martiale moyenne globale (100%) varie de 64 µg/dl à 97,4 µg/dl. La teneur sérique moyenne variant de 59,2 µg/dl à 87 µg/dl équivaut à 86,5% alors que celle

globulaires variant de 0,9 µg/dl à 26,8 µg/dl ne représente que 13,5% de teneur globale. Les teneurs martiales sériques sont dans l'ensemble supérieures aux teneurs globulaires.

Tableau IV : Teneur martiale ($\mu\text{g/dl}$) dans le sang total, sérum et globules rouges des porcelets de race commune (PRC).

N	Sang total/100%	Sérum/%	GR/%
1	57,2	51,1/89,3	6,1/10,7
2	59,6	53,6/89,9	6/10,1
3	53,8	51,1/95	2,7/5
4	56,2	52,2/92,9	4/7,1
5	65,9	49,2/74,7	16,7/25,3
M±S	58,5±4,6	51,4±1,6/87,9	7,1±5,5/12,1

Chez les PRC, ce tableau laisse observer que la teneur martiale globale (100%) varie de 53,8 $\mu\text{g/dl}$ à 65,9 $\mu\text{g/dl}$ et que la teneur moyenne sérique qui varie de 49,2 $\mu\text{g/dl}$ à 53,6 $\mu\text{g/dl}$ équivaut à 87,9% alors que celle globulaire qui

varie de 2,7 $\mu\text{g/dl}$ à 16,7 $\mu\text{g/dl}$ ne représente que 12,1% de teneur globale.

Les teneurs martiales h moglobuliniques sont significativement plus faibles ($P < 0,01$) par rapport aux teneurs sériques.

Tableau V : Teneur martiale moyenne ($\mu\text{g/dl}$) dans le sang total sérum et globules rouge des TG, TA, PLW et PRC

	n	Sang total/ 100%	Sérum /%	GR /%
TG	7	113,1±8,4	92,8±5,4/82,1	20,3±6,6/17,9
TA	7	103,6±12	84,4±9,9/81,5	19,2±9,1/18,5
PLW	12	84,5±9,4	73,1±10,1/86,5	11,4±9,4/13,5
PRC	5	58,5±4,6	51,4±1,6/87,9	7,1±5,5/12,1

Ce tableau laisse observer que dans l'ensemble les moyennes martiales du sang total et sérique des PRC sont significativement les plus basses de toutes les catégories. Alors que la moyenne globulaire est statistiquement inférieure seulement par rapport à celle des TG et TA.

DISCUSSION

Cette discussion porte sur les teneurs martiales totales dans le sang hémolysé, sérum et les globules rouges des TG, TA, PLW et PRC en élevage fermier et familial de Lubumbashi.

Teneurs dans le sang hémolysé et sérum.

La comparaison statistique de teneurs de 113, 1±8, 4 $\mu\text{g/dl}$, 103, 6±12 $\mu\text{g/dl}$, 84, 5±9, 4 $\mu\text{g/dl}$ et de 58, 5±4, 6 $\mu\text{g/dl}$ obtenues respectivement dans le sang total hémolysé des TG, TA, PLW et PRC a révélé des différences significatives entre toute les catégories et celle la teneur martiale de TG suivie de celles des TA et PLW ce sont révélées significativement supérieures alors que celle de PRC est

significativement plus basse. Il en est de même pour les teneurs de 92, 8±5, 4 $\mu\text{g/dl}$, 84, 4±9, 9 $\mu\text{g/dl}$, 73, 1±10, 1 $\mu\text{g/dl}$ et 51, 4±1, 6 $\mu\text{g/dl}$ obtenues respectivement dans le sérum des TG, TA, PLW et PRC.

Teneurs globulaires.

Les teneurs de 20, 3±6, 6 $\mu\text{g/dl}$, 19, 2±9, 1 $\mu\text{g/dl}$, 11, 4±9, 4 $\mu\text{g/dl}$ et 7, 1±5, 5 $\mu\text{g/dl}$ obtenues respectivement dans les globules rouges des TG, TA, PLW et PRC ont révélé que les teneurs entre TG et TA sont comparables, entre TA et PLW sont à leur niveau comparables comme les teneurs globulaires entre PLW et PRC alors que la différence a été trouvée d'une part entre PRC et TG, d'autre part entre PRC et TA.

En nous référant à l'intervalle de teneur martiale de 80-133 $\mu\text{g/dl}$ avancée par PERSSON¹⁰ chez les porcelets, les teneurs du sang total hémolysé et sérique des TG, celles du sang total hémolysé des TA sont à 100% dans cet intervalle. Pour les PLW 75% de

teneurs martiales du sang total hémolysé et 33, 3% de teneurs martiales sériques sont également dans cet intervalle. Pour les TA 57,1% sont compris dans cet intervalle alors que pour les PRC toutes les valeurs sont inférieures à la limite inférieure de 80 µg/dl recommandée par PERSSON¹⁰. Mais par contre, en nous référant à la teneur martiale de 57 µg/dl avancée par le même auteur comme valeur minima acceptable dans le diagnostic d'anémie ferriprive, seul 40% des PRC présentaient l'anémie ferriprive.

La comparaison statistique des teneurs martiales du sang total hémolysé et de sérum entre TG et TA a révélé que ce sont les TG qui malgré leur transfert vers plusieurs fœtus ont présenté des teneurs significativement supérieures au seuil de 5% par rapport aux teneurs du sang total hémolysé et sérique de TA qui pourtant transfère moins de fer dans le lait^{2,5}. Cette supériorité des teneurs martiales du sang total hémolysé et sérique ne pourrait être expliquée que par une forte mobilisation du fer stocké dans le foie pour répondre aux besoins fœtaux^{6,8}. La supériorité des teneurs martiales observée chez les PLW par rapport aux teneurs du type presque anémiques observés chez les PRC pourrait être attribuable qu'à un apport nutritionnel et aux suppléments précoces dans la prévention de l'anémie⁷. La faiblesse des teneurs martiales observées chez les PRC ne pourrait être attribuable d'une part au déficit d'apport nutritionnel et d'autre part à une forte mobilisation pour les besoins erythropoétiques et métaboliques. En outre compte tenu de faible apport nutritionnel par le lait, nourriture, les PRC ne disposeraient que de faible stock hépatique par rapport aux adultes et aux PLW bien entretenus². Pour MATTE *et al.*⁹, La teneur martiale sérique à 110 jours chez la truie gestante était de 38, 1±2 µM (212,8µg) alors que chez les porcelets jour 0 était de 23,6±0,9 µM (131,8µg) et de 30,8±1,9 µM (172,1µg) jour 3. Ces teneurs martiales sont toutes supérieures aux teneurs martiales obtenues localement dans les sérums de toutes les catégories. Cette supériorité martiale de valeurs obtenues par MATTE *et al.*⁹ serait intimement liée à l'alimentation.

Teneur sang total, sérique et globulaire.

En considérant comme 100% la teneur du sang, le taux de teneurs sériques obtenus chez les TG, TA, PLW et PRC étaient respectivement de 82, 1%, 81, 5%, 86, 5%, et 87, 9% contre les teneurs globulaires correspondantes de 17,9%, 18, 5%, 13, 5% et 12, 1%. Contrairement à la littérature, les taux sériques chez le porc ce sont révélés significativement supérieures aux teneurs globulaires. Pour BLAIN² en considérant le fer total de l'organisme, c'est la concentration hémoglobinique de 65% qui est la plus élevée contre 0,1% de teneur sérique transferrine. Contrairement à cette littérature la comparaison statistique a révélé que les teneurs sériques de toutes les catégories sont supérieures aux teneurs globulaires. Cette contradiction cacherait des mystères peut être spécifiques chez les porcins et aux animaux à viande blanche. Cette contradiction pourrait d'une part être due à l'apport du fer globulaire lors de l'hémolyse très facile lors de la manipulation⁴, d'autre part à une forte affinité de la transferrine vis-à-vis du fer, au déficit d'enzymes de libération ou la carence en récepteur au niveau de tissus à entreposage pour la formation de la myoglobine, de l'hémoglobine ou de la ferritine¹³. Il est fort possible que cette carence en récepteur de la transferrine au niveau musculaire engendre le déficit de la myoglobilino-génèse et la coloration de muscles squelettiques du porc contrairement aux animaux en viande rouge dont les caprins, les bovins, les équidés.

Au niveau osseux, le déficit en transfert du fer par défaut de récepteur engendrerait une faible internalisation du fer dans les érythroblastes, une faible hémoglobilino-génèse et une faible concentration corpusculaire en hémoglobine^{3,12}.

CONCLUSION

Le dosage du fer dans le sang total hémolysé, sérum et sa quantification dans les hématies a révélé que malgré le transfert vers les multiples fœtus chez les TG, les teneurs martiales de sang total et sérique sont supérieures à toutes les autres catégories.

Cette supériorité ne pourrait être attribuable à une forte mobilisation des réserves hépatiques. Mais les teneurs martiales globulaires sont seulement comparable entre TG et TA, entre TA et PLW et entre PLW et PRC et sont néanmoins différentes entre TG et PLW et entre TG et PRC.

REMERCIEMENT

Les auteurs remercient l'exploitation Jules, les techniciens du laboratoire de biochimie normale et pathologique de l'Université de Lubumbashi ainsi que notre Statisticien pour leurs apports dans la réalisation de ce travail.

RÉFÉRENCES

1. Antonides A., Schoonderwoerd C.A., Cholz G., Berg M.B., Nordquist E.R. and Van der staay J.F.: Pre-weaning dietary iron deficiency impairs spatial learning and memory in the cognitive holeboard task in piglets. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **9**:291 (2015).
2. Blain C.J.: Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Ed. Technique et Documentation, Paris, 2002.
3. Dennis L., Kasper M., Eugen B., Anthonys F.; Danl L., Jameson J.L., Stephen L.H.: Principes de Médecine interne. Médecine-Science Flammarion, Paris, 2006.
4. Di Martno G., Stefani A.L., Lippi G., Gagliazzo L., McCormick W., Gabai G., Bonfanti L.: The degree of acceptability of swine blood values at increasing levels of hemolysis evaluated through visual inspection versus automated quantification. *Journal of Veterinary diagnostic Investigation*, **27**: 3, 306-3012(2015).
5. Gering J. Biologie et physiologie animales, 5è Ed., De Boeck, Paris, 2005
6. Gilles R., Anctil M., Baguet F., Chramantier G., Pequex A., Plumier J., Sebert P. Physiologie animale. 2è Ed. De Boeck, Paris, 2007.
7. Holinger M., Fruh B. et Weidman G. Améliorer le bien-être et la santé des porcs. Un guide pour les éleveurs de porcs biologiques. 1^{ère} Edition FiBL, ProPig, 2015.
8. Levy J.P., Varet B, Claudel J.P., Lefevre A, Bezeaud M, Guillin C. Hématologie et transfusion. Elsevier Masson, les Molineaux cède, 2008.
9. Matte J.J., Audet I., Girard C.L. Le transfert périnatal des vitamines et minéraux mineurs de la truie à ses porcelets : au delà d'une seule insuffisance en fer. *Journées Recherche Porcine*, **46** : 71-76 (2014).
10. Persson S. Hémoglobine et diagnostic différentiel de l'anémie des animaux domestiques. *Vét. Rec.*, Paris, 2005.
11. Prunier A., Bourgoin A., Calvar C., Lubac S., Maupertuis F., Roy D., Sudrum A. Caractéristiques des élevages de porcs biologiques dans six pays européens. *Journées Recherche Porcine*, **44** :247-252 (2012).
12. Sillart B., Nguyen F. Le mémento biologie du vétérinaire. les éditions de point vétérinaire cedex- France, 2007.
13. Suttle N.F.: Mineral nutrition of livestock. 4th Editon. CABI. Wallingford, Uk, 2010.