



REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES -A

- Sciences de la Nature et de la Vie
- Sciences techniques

ISSN : 2661-7064
<http://univ-eltarf.dz/fr/>



Valeurs usuelles et influence de l'âge sur quelques paramètres hématologiques et ioniques chez le cheval dans le Nord Algérien

Mekroud Meriem^{a,*}, Titi Amal^a, Baiba Hayet^b, Mekroud Abdeslam^a, Kerrour Mustapha^c.

^a Laboratoire PADESCA, Institut des sciences vétérinaires, Université des frères Mentouri, Constantine 1, 25000 Constantine, Algérie.

^b Centre des chevaux reproducteurs, 25000, Constantine, Algérie.

^c Institut des sciences vétérinaires, Université des frères Mentouri, Constantine 1, 25000, Constantine, Algérie.

Informations	Résumé
Mots clés : Cheval Sang Paramètres hématologiques Ions Age *Correspondance : meriem_mekroud@yahoo.fr Reçu le 16 mai 2018, Révisé le 21 mai 2018, Accepté le 02 juin 2018.	Le cheval, reste sans aucun doute, l'une des plus belles conquêtes de l'homme. Son statut d'animal prestigieux et d'une rare beauté font de lui une espèce qu'il faut entourer de tous les soins. A ce propos ce travail s'inscrit dans cette optique afin de mettre à la disposition des vétérinaires cliniciens des valeurs usuelles qui pourront servir dans le dépistage de désordres avant tout installation de pathologies cliniques. Ce travail étudie une série de paramètres hématologiques (GR, Hb, Ht, VGM, CCMH, TGMH, GB, %Neu, %Eos, %Baso, %Lym et %Mono) et ioniques (Na, K, Cl, Ca, Mg et P), puis analyse l'effet de l'âge sur ces paramètres étudiés. Dans l'ensemble, toutes les valeurs sont dans les normes physiologiques, excepté le chlore et le magnésium qui sont situés dans les limites maximales des fourchettes, ainsi que le sodium qui a un intervalle légèrement plus étendu. L'âge a montré une influence sur les globules blancs, le calcium et le phosphore qui diffèrent significativement entre jeunes et adultes.

1. Introduction

Le cheval, qui est une espèce noble occupe un statut de prestige, et Les pouvoirs publics au cours de ces dernières années ont décidé de réhabiliter cette espèce animale par l'encouragement des producteurs de chevaux au développement de la production équine en général et du cheval barbe et arabe en particulier. Depuis quelques années, un intérêt de plus en plus croissant pour les sports équestres a contribué à ce souci de redonner au cheval son lustre d'antan. Il faut aussi reconnaître que si le cheval et surtout le barbe est aujourd'hui à nouveau l'objet de soins, cela est probablement dû aussi au fait que dans notre vaste pays la motorisation reste incomplète (région montagneuse sans accès routier). D'autre part ; le cheval est un bien ancestral et il est difficile de s'en débarrasser vu sa symbolique essentiellement dans le milieu rural. Sur le plan sanitaire, rares sont les travaux de recherches qui ont été engagés sur cette espèce animale mis à part les quelques études ponctuelles réalisées ici, et là beaucoup plus dans le but d'un travail de thèse que dans un souci de contribution effective à l'essor de l'espèce. De ce fait, pratiquement tout reste à faire à commencer par

l'établissement des standard de races hautement confirmées par les techniques aujourd'hui très élaborées telles que la biologie moléculaire jusqu'à connaître les pathologies dominantes, et les problèmes qui entravent sérieusement le développement du cheval en Algérie. A ce propos, nos vétérinaires praticiens ne disposent même pas de valeurs usuelles concernant les races équines autochtones.

Dans le domaine médical vétérinaire, le cheval a fait l'objet de nombreux travaux antérieurs mais très peu d'entre eux ont été publiés. Sur certains aspects physiologiques comme les données hématologiques du cheval rares sont les études qui ont traité de la question. Pour cela nous avons jugé utile d'aborder ce sujet, le but étant de mettre à la disposition des vétérinaires praticiens travaillant sur l'espèce équine, des valeurs usuelles en ce qui concerne les valeurs hématologiques et des valeurs de l'ionogramme, afin de permettre à ces deniers de pouvoir dépister tout désordre avant que ne s'installent les signes cliniques. Notre travail consistera à traiter un effectif hétérogène de 125 chevaux à travers tout le territoire national sans distinction d'âge, de race, de sexe ou de mode

d'utilisation. Une étude comparative sera menée en tenant compte du facteur de l'âge.

2. Matériels et méthodes

2.1. Echantillonnage des animaux

Nos prélèvements ont été réalisés, sur 125 chevaux au niveau de 3 wilayas (Constantine, Sétif et Tiaret) et ont concerné des animaux exploités différemment (sauts d'obstacles, endurance et reproduction), sans distinction d'âge, de race et de sexe dans le but d'avoir des valeurs moyennes usuelles. Pour l'étude de l'influence de l'âge, et afin d'éviter des risques d'erreurs au niveau de l'analyse statistique, les animaux mis en comparaison ont été sélectionnés de telle sorte que l'âge soit le seul élément de variation (les animaux comparés sont tous de la même écurie « jumentrie de Tiaret », et dans les différentes classes d'âge, il y a presque autant de males que de femelles et sont tous de la même race). Quatre-vingt (80) ont été répartis en sept classes d'âge allant de moins d'un an à plus de 15 ans (moins d'1 an, de 1 à 2 ans, de 2 à 3 ans, de 3 à 4 ans, de 4 à 8 ans, de 8 à 15 ans et de plus de 15 ans).

2.2. Techniques de prélèvement

Cinq millilitres de sang ont été prélevés au niveau de la veine jugulaire à l'aide d'une seringue stérile puis immédiatement repartis entre 2 tubes à essais. Un tube à EDTA (Ethyl Diamine Tétra Acétate) pour l'analyse hématologique et un tube hépariné (Héparinate de Litium) pour le dosage des ions (Na, K, Cl, Ca, Mg et P). Le sang prélevé est agité immédiatement par retournements lents afin de permettre le mélange homogène du sang avec les anticoagulants. Ces échantillons sont envoyés le jour même au laboratoire d'analyses.

2.3. Transport et conservation

Les prélèvements ont été transportés dans des conditions isothermes (+4°C) jusqu'à leur arrivée au laboratoire d'analyses où ils ont été traités dans des délais très courts n'excédant jamais quelques heures.

2.4. Méthodes d'analyses

2.4.1 Analyses cytologiques

Les paramètres suivants ont été réalisés : nombre de globules rouges (GR), nombre de globules blancs (GB), taux d'hémoglobine (Hb), taux d'hématocrite (Ht), volume globulaire moyen (VGM), concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) et teneur globulaire moyenne

en hémoglobine (TGMH). Ces analyses ont été faites par automate (mindray BC-3000 Plus). La formule leucocytaire (pourcentages des différents polynucléaires et mononucléaires) a été établie sur la base de l'observation de frottis sanguins.

2.4.2 Analyses ioniques

Pour ce qui est de l'ionogramme, le tube hépariné a été centrifugé, le plasma séparé du culot et récupéré dans des tubes Eppendorf de 2ml environ, puis expédié immédiatement au laboratoire. Les ions ont été traités par méthodes semi-automatiques, par potentiométrie (sodium, potassium et chlore) à l'aide de l'appareil (EX-D Jokoh ELECTROLYTE ANALYZER, Japon) ; Et par spectrophotométrie ou colorimétrie (calcium, magnésium et phosphore) à l'aide de l'appareil (KENZA MAX BioChemis Try, France).

2.4.2 Analyses statistiques des données

Pour nos différentes analyses statistiques, nous avons utilisé le logiciel XLSTAT- Pro 2015®, accessible librement sur le web. Dans ce travail, l'analyse statistique concerne tous les paramètres retenus dans l'étude et il est recherché d'éventuelles variations pour chaque paramètre en fonction de l'âge.

En raison du grand nombre de test de corrélations à envisager, nous avons opté pour l'utilisation d'une ACP (Analyse en Composantes principales). Cette analyse, n'est pas un test statistique mais est nécessaire au préalable devant un trop grand nombre de tests. Elle permet une analyse qualitative qui renseigne sur le ou les paramètres les plus « parlants » ou « discriminants ». En d'autres termes, pour le facteur de l'âge, l'analyse permet par des calculs complexes et donner le ou les paramètres pour lequel le nombre d'individus différents est le plus nombreux.

A ce moment uniquement, seuls ces paramètres discriminants peuvent faire l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA). L'analyse de la variance est un test statistique utilisé pour des données paramétriques sur des échantillons indépendants. Le calcul de la valeur de Fischer permet de reporter cette dernière sur la table de Fischer et de définir le niveau de signification.

3. Résultats

Le **Tableau 1**, rapporte les valeurs sanguines usuelles (hématologiques et ioniques) chez les 125 chevaux prélevés au niveau des trois régions

Tableau 1 : Valeurs hématologiques et ioniques moyennes globales de tous les chevaux prélevés (125 chevaux).

Paramètres	Unités	Moyenne $\pm$ Ecart type	Min	Max
Paramètres hématologiques				
GR	$10^6/\text{mm}^3$	$7,02 \pm 1,28$	2,58	11,12
GB	$10^3/\text{mm}^3$	$7,83 \pm 3,51$	3,2	20,6
Hb	g/dL	$13,08 \pm 2,3$	5,8	21,2
Ht	%	$34,32 \pm 6,19$	12,9	55,6
Indices érythrocytaires				
VGM	μm^3	$48,96 \pm 3,21$	37,2	55,9
CCMH	g/dL	$38,24 \pm 1,89$	33,4	45,0
TGMH	Pg	$18,68 \pm 1,1$	15,1	22,5
Formules leucocytaires				
Val % Neu	%	$52,14 \pm 8,31$	29	71
Val abs Neu	c/mm^3	$4042,7 \pm 1835,67$	1664	12240
Val % Eos	%	$3,98 \pm 2,9$	0	13
Val abs Eos	c/mm^3	$331,69 \pm 342,4$	0	2424
Val % Baso	%	$2,04 \pm 2,15$	0	10
Val abs Baso	c/mm^3	$163,1 \pm 200,47$	0	12240
Val % Lym	%	$37,89 \pm 9,74$	20	69
Val abs Lym	c/mm^3	$2979,08 \pm 1541,78$	720	9384
Val % Mono	%	$3,94 \pm 2,85$	0	11
Val abs Mono	c/mm^3	$312,21 \pm 297,12$	0	2060
Ions				
Na	mmol/L	$135,5 \pm 7,07$	121,4	193,9
K	mmol/L	$4,12 \pm 1,51$	2,2	1,51
Cl	mmol/L	$104,79 \pm 6,65$	90,9	158,2
Ca	mg/L	$102,09 \pm 11,1$	76	137
Mg	mg/L	$22,62 \pm 2,99$	14	30,3
P	mg/L	$39,22 \pm 13,66$	17,3	78

Val abs : valeurs absolues, c : cellules, Abs : Absolue, % : pourcentage, Neu : neutrophiles, Eos : éosinophiles, Ba : basophiles, Lym : lymphocytes, Mono : monocytes.

Une ANOVA a été réalisée pour ces deux paramètres et a donné les résultats suivants

Tableau 2 : Résultats statistiques de l'ANOVA sur les GB et l'Ht en fonction de l'âge.

Paramètres	Degré de liberté (DDL)	Valeur de Fischer (F)	Probabilité au seuil de (%)	Niveau de signification
Globules blancs	6	3,788	0,002	S
Hématocrite	6	0,485	0,818	NS

S : significatif. NS : non significatif

Parmi les paramètres ioniques, et suite aux tests ACP, il semble que les variations les plus « parlantes » sont les ions phosphore, calcium et potassium.

L'ANOVA réalisée pour ces trois paramètres a donné les résultats suivants

Tableau 3 : résultats statistiques de l'ANOVA pour les ions P, Ca et K en fonction de l'âge.

Paramètres	Degré de liberté (DDL)	Valeur de Fischer (F)	Probabilité au seuil de (%)	Niveau de signification
Phosphore	6	52,983	$< 0,0001$	S
Calcium	6	6,331	$< 0,0001$	S
Potassium	6	0,641	0,697	NS

S : significatif. NS : non significatif

4. Discussion

D'après les résultats obtenus, les valeurs des GR sont dans la fourchette physiologique, ($7,02 \pm 1,28 \times 10^6/\text{mm}^3$). Il n'y a aucune variation significative de ce paramètre en fonction de l'âge. Contrairement à [1] et [2], ces auteurs ont rapporté que ce paramètre est influencé par l'âge et la race. Concernant les GB, nos valeurs concordent avec celles de références bibliographiques ($7,83 \pm 3,51 \times 10^3/\text{mm}^3$).

Les analyses statistiques révèlent que ce paramètre est significativement différent d'une classe à une autre. En effet, il est élevé chez les sujets âgés de 2 à 4 ans (de $9,43 \pm 3,99 \times 10^3/\text{mm}^3$ à $12,77 \pm 6,39 \times 10^3/\text{mm}^3$), ainsi que chez ceux âgés de plus de 15 ans ($9,70 \pm 4,96 \times 10^3/\text{mm}^3$). Pour les autres classes les variations sont moins marquées. L'élévation leucocytaire chez les classes de 2 à 4 ans, pourrait être expliquée par le développement de l'immunité cellulaire chez les jeunes.

D'autre part on relève la même constatation chez les chevaux très âgés. L'explication la plus plausible est l'effondrement de l'immunité humorale et sa compensation par une immunité cellulaire chez ces vieux sujets.

[3] ont par ailleurs, mené une étude sur de très jeunes poulains pur-sang en bonne santé depuis la naissance jusqu'à l'âge de 6 mois. Ils ont montré que les intervalles sont plus petits, et fluctuent entre 5,8 et $9,8 \times 10^3/\text{mm}^3$ sans qu'il y est une différence significative des GB entre les différentes classes d'âges. En ce qui concerne l'Hémoglobine, les valeurs obtenues sont globalement dans les normes physiologiques ($13,08 \pm 2,3 \text{ g/dL}$). Comme les érythrocytes, il n'y a aucune influence de l'âge sur ce paramètre. [1] a montré que ce paramètre est fortement dépendant de l'effort physique et de l'entraînement, mais également de l'âge et de la race. Pour ce qui est de l'hématocrite, les valeurs obtenues sont compatibles avec celles trouvées dans les références bibliographiques ($34,32 \pm 6,19 \%$). [4], attribuent l'augmentation de l'hématocrite à une érythrocytose ou à une hémococoncentration suite à la transpiration ; Contrairement à [5], qui associent l'entraînement à une baisse de l'hématocrite. Ceci est expliqué selon [6] par la rétention d'eau dans le secteur plasmatique grâce aux mouvements d'eau, dans le but de compenser les effets négatifs de la déshydratation.

Pour le VGM, la CCMH et la TGMH, et qui sont respectivement de $48,96 \pm 3,21 \mu\text{m}^3$, de $38,24 \pm 1,89 \text{ g/dL}$ et de $18,68 \pm 1,1 \text{ pg}$; ces valeurs fluctuent dans

les intervalles physiologiques, et concordent avec celles de [7]. Nous n'avons trouvé aucune influence de l'âge sur ces trois paramètres. A l'inverse, [1] note que le VGM est influencé par l'âge, c'est-à-dire qu'à la naissance le volume des hématies est très faible ($37 \mu\text{m}^3$). Plus on avance dans l'âge, plus les hématies augmentent de volume ($> 50 \mu\text{m}^3$) pour des chevaux de plus de 20 ans.

En comparant ses données aux nôtres, il est nécessaires de préciser que l'auteur a travaillé sur des nouveau-nés et des poulains ne dépassant pas 6 mois, or en ce qui nous concerne la plus jeune classe testée regroupait des jeunes poulains de 3 mois à 1 an. Il est donc probable que ces modifications des morphologies érythrocytaires se produisent durant les premiers mois de la vie. Ceci dit, et précisément pour la classe de moins d'un an ; la moyenne du VGM dans notre étude était en effet, l'une des plus basse ($47,5 \mu\text{m}^3$) par rapport aux autres classes sans pour autant être significativement différente.

D'après notre étude, les valeurs des leucocytes exprimés en pourcentage sont pour la majorité d'entre eux, dans les normes physiologiques. On note toutefois une légère basophilie sans que cette dernière ne soit significative sur le plan statistique. Une autre étude menée par [8] sur les différences liées à l'âge dans le profil hématologique des poulinières andalouses de souche chartreux, et qui a montré que les groupes des plus âgées (plus de 13 ans), ont une éosinophilie qui pourrait être lié à des infections parasitaires et surtout une baisse notable de l'immunité humorale qui sera automatiquement compensée par une immunité cellulaire dans cette catégorie d'âge. Les taux sériques moyens en sodium sur nos 125 chevaux prélevés ont donné des valeurs normales, avec une fourchette légèrement plus étendue que ceux proposés par les valeurs physiologiques ($135,5 \pm 7,07 \text{ mmol/L}$). La rareté des travaux concernant cet oligo-élément chez le cheval ne nous permet pas d'apporter plus d'éclaircissements.

Pour le potassium, nos valeurs concordent avec celles de [9] et [10]. Ce macro-élément est capital dans le maintien des équilibres osmotiques et ioniques de l'organisme pour le maintien de l'homéostasie [11]. L'alimentation du cheval ne doit pas en être déficiente et toute carence importante entraîne toujours une forte fatigue et des problèmes de santé telle que la diarrhée, troubles musculaire et autres [12]. En ce qui concerne le chlore, ce dernier se situe dans la limite maximale de la fourchette ($104,79 \pm 6,65 \text{ mmol/L}$). Cette observation est presque similaire à celle de [10]. L'utilisation d'une thérapie de réhydratation par des solutions contenant des électrolytes, précisément au niveau d'El Eulma, peut expliquer cette élévation, contrairement à [9] et [13] qui ont trouvé des valeurs plus basses en chlore chez les chevaux d'endurance. Cela pourrait être dû à la transpiration et au protocole de travail de ces auteurs (prélèvements effectués juste à la fin de la course).

Pour notre part, et compte tenu de cette chlorémie quelque peu élevée, il serait intéressant de faire ultérieurement une étude plus approfondie sur les sources potentielles en chlore qui ont pu être à l'origine de ces valeurs (analyse de l'eau, analyses de l'alimentation distribuée,.....). Selon nos résultats personnels, il est à noter que la calcémie est influencée par l'âge ; puisqu'on note chez les jeunes de moins d'1 an jusqu'à 2 ans, une calcémie significativement plus importante que chez les adultes de > 2 ans. Cela peut s'expliquer par le fait que chez les jeunes, les besoins calciques sont beaucoup plus importants (phase de développement squelettique), d'où une disponibilité sanguine plus importante. Par ailleurs, les troubles au niveau du rapport phospho-calcique, ne doivent en aucun cas dépasser 1,5. Lors d'apport excessif de phosphore phytique (patûrages), cela plaide en faveur d'une hypercalcémie dans un souci de compensation du rapport phospho-calcique [14].

Nos résultats sériques en calcium sont globalement dans les normes physiologiques ($102,09 \pm 11,1 \text{ mg/L}$). Les taux sériques en magnésium de nos chevaux, est situé dans les limites supérieures de référence ($22,62 \pm 2,99 \text{ mg/L}$). Presque les mêmes résultats ont été obtenus pour les chevaux d'endurance par [9, 10].

Cette augmentation peut être due à une grande tolérance des chevaux à l'excès du magnésium dans la ration, et plus spécifiquement pour les chevaux de course, à la masse musculaire plus importante. D'autre part, la majorité des auteurs rapportent qu'il est très rare d'avoir des défauts d'apport en magnésium tant ce macro-élément est très largement disponible dans les rations alimentaires [9, 11, 12, 14, 15]. Selon nos tests statistiques personnels, les taux de phosphore chez les jeunes de 1 à 2 ans, sont significativement plus élevés que chez les adultes de plus de 2 ans. Ces taux augmentent d'une façon importante vers la limite maximale de la fourchette ($39,22 \pm 13,66 \text{ mg/L}$). Les mêmes hypothèses émises pour les taux de calcium peuvent être reconduites pour le phosphore compte tenu de l'interdépendance de ces deux paramètres (rapport phospho-calcique).

5. Conclusion

Notre étude a été menée sur 125 chevaux appartenant à diverses structures équinées de 3 régions (jumenterie de Tiaret, hippodrome d'El Eulma, centre de reproducteurs et club hippique de Constantine,) dans le but de traiter les valeurs moyennes globales de différents paramètres hématologiques et ioniques chez l'espèce équine, ainsi qu'un essai de corrélation entre ces divers paramètres et le facteur de variation (l'âge). L'objectif principal était de mettre à la disposition des différents acteurs et utilisateurs du secteur équin notamment les docteurs vétérinaires, des valeurs usuelles pouvant leur servir dans leur vie

professionnelle, notamment pour les aspects prophylactiques et médicaux.

Concernant les données hématologiques, les chevaux ont montré dans l'ensemble des valeurs similaires à celles des données bibliographiques. Cependant lors des essais de corrélations, et pour les globules blancs, il existe une influence significative selon les catégories d'âge (valeurs importantes chez les sujets de 2 à 4 ans, ainsi que chez ceux de plus de 15 ans).

Pour l'aspect ionique, il a été relevé des taux en chlore et en magnésium sont situés dans les limites maximales des fourchettes physiologiques. La natrémie fluctue dans une fourchette physiologique normale. Le facteur âge a une influence sur les deux éléments minéraux calcium et phosphore (calcémie et phosphorémie plus élevées chez les sujets de moins d'1 an jusqu'à 2 ans que chez ceux de plus de 2 ans). Enfin, nous espérons à travers ce modeste travail, avoir apporté notre contribution à la mise à la disposition des vétérinaires, des données usuelles pratiques pouvant leur être utiles dans leur diagnostic.

Référence :

- [1] BERMAN F. (2009) : Valeurs de références, Frédéric bermann., http://www.fbermann.com/Valeurs-de-reference_a25.html (consulté le 4 avril 2016).
- [2] SATUE K., HARNANDEZ A., MUNOZ A. (2012) : Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. *Hematology science and practice*. 24, 573-597.
- [3] CUNHA SANTOS F.C., FEIJÓ L.S., KASINGER S., JUNIOR F., CURCIO B.R., NOGUEIRA C.E.W. (2014) : hematologic values of thoroughbred foals from birth to six months of age. *Cienc. anim. bras. Goiânia*, 15, n°3, 307-312.
- [4] MONCELET A., DENIAU V., CORDE R. (2014) : Intérêt du bilan sanguin chez le cheval de sport. *Horse technologie évolutive*, 1-4.
- [5] ROBERT C., GOACHET A.G., FRAIPONT A., VOTION D.M., VAN ERCK E., LECLERC J.L. (2009) : Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. *Equine Vet. J.*, 42, (suppl.38), 98-104.
- [6] WILMORE J.H., COSTILL D.L., KENNEY W.L. (2009): *Physiologie du sport et de l'exercice*. Édition de boeck, 4ème édition. Bruxelles, 51. 521p.
- [7] CAURE S., TOURTOULOU G., TRICAUD C., VALLOIS L., BOUTIN E., COUSTY M., NIGER G., LEVILLAIN N., BOULDOUYRE F., MARETTE J., PICANDET V. (2011) : COMMENT COMPRENDRE LES RESULTATS D'UN EXAMEN SANGUIN. *Clinique Vétérinaire Equine de Livet. Saint Michel de Livet*. p1-3. http://www.clinique-equine-livet.com/.../Interpretation_des_examens_sanguins. (consulté le 15 mars 2016).
- [8] SATUE K., BLANCO O., MUNOZ A. (2009): AGE-related differences in the hematological profile of Andalusian broodmares of Carthusian strain. *Veterinari Medicina*, 54, (4), 175-182.
- [9] PAROT C. (2011) : Bilans hémato-biochimiques chez le cheval d'endurance de haut niveau : intérêt pronostic et proposition de valeurs de référence. *Thèse Med Vet. Alfort*, 115 p.
- [10] LAABASSI F., MAMACHE B., MEZIANE T. (2010) : Influence de la saison et de la race du cheval de course sur le profil minéral sérique dans la région d'El-Eulma-SETIF. *Science et technologie*. n° 31, 39-45.
- [11] ANONYME1 : http://www.galopin-fr.net/alim/macro_elements.htm#k. (consulté le 11/04/2016).
- [12] ANONYME2 : <http://www.lesaboteur.com/alimentation-chevaux-mineraux/>. (consulté le 11/04/2016).
- [13] COHEN N.D., RUSSEL A.J., LUMSDEN J.H., COHEN A.C., GRIFT E., LEWIS C. (1993) : Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred race horses following strenuous exercise during training. *Can. J. Vet. Res.*, 57, 9-13.
- [14] ANONYME13 : <http://www.haras-nationaux.fr/information/accueil-equipaedia/alimentation>. (Consulté le 11/04/2016).
- [15] KOLB E. (1974) : *Physiologie des animaux domestiques*, éditions Vigot Frères. Paris, 974 p.