

# L'Alimentation Azotée chez le Cheval :

## utilisation digestive des protéines d'origine alimentaire

### Nutrition

V. JULLIAND

INRA-ENSSAA,  
26 Boulevard Docteur Petitjean,  
21000 DIJON.

Le cheval est un herbivore monogastrique chez qui la digestion est réduite dans l'estomac de faible capacité, l'activité enzymatique brève mais intense dans l'intestin grêle et l'action microbienne prolongée dans le gros intestin très développé. La proportion dans laquelle l'azote d'origine alimentaire est digéré dans l'un ou l'autre de ces compartiments n'est pas bien connue. Cette étude sur la digestion de la matière azotée montre que la distribution d'aliments concentrés en protéines deux heures avant le fourrage permet une meilleure valorisation de l'apport en protéines de bonne valeur biologique.

après  
QPP

### INTRODUCTION

Le cheval est capable de tirer profit essentiellement d'une digestion enzymatique des protéines dans l'intestin grêle. La digestion microbienne des protéines dans le gros intestin est vraisemblablement faible, et l'action des micro-organismes dans la fourniture d'acides aminés reste à ce jour mal connue (Figure 1). La proportion d'acides aminés absorbés dans l'intestin grêle est elle-même très discutée.

Pour couvrir les besoins en acides

aminés des chevaux le calcul des rations doit tenir compte du site de digestion des protéines d'origine alimentaire, et ce, particulièrement, dans le cas des chevaux ayant des besoins élevés en azote : jeunes en croissance ou sportifs par exemple.

Le système français d'expression de la valeur azotée des aliments en Matières Azotées Digestibles Corrigées (MADC) tient compte de la part des acides aminés absorbés apportés par l'alimentation mais aussi de l'ammoniacque produit ; ceci, pour des aliments types. Mais ce système d'unité

qui est plus valable que les MAD doit cependant être affiné par une meilleure connaissance de la digestion précaecale et post-iléale des aliments azotés.

Des travaux ont été entrepris au laboratoire associé de recherches zootechniques INRA-ENSSAA par J.L. TISSERAND, V. JULLIAND, L. CABRERA et F. FAURIE dans le but de préciser les conditions de la nutrition azotée des équidés et d'améliorer le système MADC. Dans un premier temps, les chercheurs ont voulu préciser le rôle du gros intestin dans la digestion des protéines (Essais A et B), puis ils ont tenté d'évaluer les effets de la rétention gastrique sur la concentration en acides aminés sanguins (Essai C) en différant la distribution du concentré par rapport à celle du fourrage.

### LES EXPERIENCES ENTREPRISES

#### Les animaux

Pour les trois essais, le travail a été effectué avec des poneys mâles adultes (poids de 150 à 200 kg). Les animaux ont été pesés systématiquement au début et à la fin de chaque période expérimentale.

#### Les régimes alimentaires

Les régimes offerts aux animaux pendant les 7 périodes expérimentales sont décrits dans le tableau 1. Les animaux ont été accoutumés à chacun des régimes alimentaires pendant deux

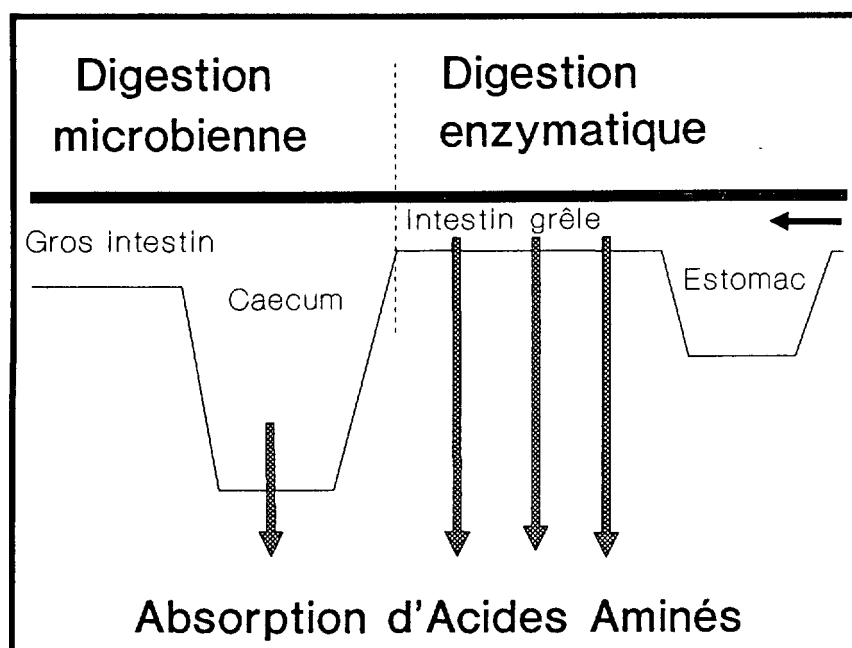


Figure 1 : Digestion dans le tube digestif du cheval.

semaines. La composition des aliments utilisés dans ces régimes est donnée en pourcentage de la matière sèche dans le tableau 2. Les rations comparables entre elles sur le plan de l'apport d'énergie ont été calculées selon les recommandations de l'INRA sur la base des besoins d'entretien. Elles ont été distribuées en 2 repas égaux à 8 h et à 17 h.

**Les mesures effectuées**

**ESSAI A**

La digestibilité de la ration a été mesurée sur trois poneys (Encadré 1); l'urémie a été dosée à partir de prélè-

vements sanguins à la veine jugulaire aux temps 0, 4 h, 6 h, et 8 h après le repas.

**ESSAI B**

Sur quatre poneys fistulés des tests de dégradabilité en sachet mobile de cinq aliments ont été réalisés (Encadré 2).

Chacun des sachets avait subi préalablement une prédigestion pepsique pour simuler la digestion qui a normalement lieu lors du transit par l'estomac.

Tableau 1 : Régimes distribués

	Paille (1)	Paille mélassée (2)	Foin de luzerne dactyle	Maïs grain	Tourteaux de soja 50	Tourteaux de soja 50 par voie caecale
<b>Essai A</b>						
Période 1	2,5 kg Haché			500 g	500 g	
Période 2	2,5 kg Haché			500 g		500 g
Période 3	2,5 kg Bouchons			500 g	500 g	
Période 4	2,5 kg Bouchons			500 g		500 g
<b>Essai B</b>						
Période 5			3 kg			
<b>Essai C</b>						
Période 6		2,7 kg		650 g	440 g	
Période 7		2,7 kg		650 g	440 g	

(1) la paille est une paille de blé : hachée longue ou agglomérée en bouchons  
 (2) la paille est mélassée à 10 %

Tableau 2 : Composition chimique des aliments (en % de la M.S.)

	Matière minérale	Cellulose brute	Matière azotée totale
Paille de blé	8,1	43,2	4,0
Paille de blé mélassée	7,9	42,1	3,4
Maïs grain	1,4	2,8	10,1
Tourteaux de soja 50	7,3	6,1	51,6
Foin de luzerne-dactyle 1ère coupe	8,4	37,6	12,8

Tableau 3 : Digestibilité apparente des constituants de la ration.

Digestibilité %	Essai A		Essai B		Essai C		
	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5	Période 6	Période 7
Matière sèche	53,1	48,8	48,3	51,6	59,7	55,7	57,1
Matière organique	60,4	51,0	50,9	54,6	59,7	57,3	59,4
Matière azotée	69,4	67,7	62,7	71,2	78,4	64,1	60,5
Cellulose brute	51,9	38,4	39,9	37,5	45,2	37,3	45,0

**ENCADRE 1 : MESURE DE LA DIGESTIBILITE IN VIVO CHEZ DES PONEYS**

Après 2 semaines d'accoutumance à une ration particulière, les animaux sont placés en cage à digestibilité où il est possible de recueillir les refus et les fèces. Les récoltes sont faites durant 6 jours consécutifs, échantillonnées et envoyées au laboratoire pour analyser la composition chimique en matière sèche (MS), matière organique (MO), cellulose brute (CB), et matière azotée totale (MAT). D'après ces résultats d'analyse, on peut calculer pour chacun de ces constituants l'ingéré et le digéré de la manière suivante :

- l'ingéré (I) est obtenu par différence offert - refus ;
- avec la quantité de fèces et leur composition chimique, on connaît la quantité excrétée (F) de chacun des éléments chimiques qui, soustrait à l'ingéré, donne le digéré  $D = I - F$ .

**ENCADRE 2 : METHODE DES SACHETS DE NYLON**

L'aliment à tester est placé dans un sachet de 4 cm de côté ; ces sachets sont constitués d'un nylon particulier de maille 120 microns perméable aux bactéries. Après introduction dans le tube digestif de l'animal au début du gros intestin, grâce à une canule permanente du caecum, les sachets sont ensuite récupérés dans les crottes, rincés et analysés. Les heures d'introduction et de récupération des sachets sont notées pour déterminer le temps de transit dans le gros intestin. Cette méthode permet de connaître la dégradabilité des aliments au cours des processus de la digestion microbienne du caecum et du gros intestin.

**ESSAI C**

Deux régimes de même composition ont été distribués à neuf poneys dans un ordre différent :

- pour la période 6, le fourrage grossier et le concentré ont été donnés simultanément.

- pour la période 7, le fourrage grossier est offert et le concentré est distribué deux heures après.

Afin de déterminer la quantité d'azote d'origine alimentaire absorbé dans l'intestin, l'urémie et la concentration sanguine en acides aminés (prise de sang jugulaire) ont été dosées avant puis 3 h, 6 h et 9 h après la distribution du repas pour la période 6 et avant puis 3 h, 5 h, 6 h, 8 h, et 9 h après la distribution de la paille pour la période 7.

La digestibilité des rations a été mesurée selon la méthode expliquée dans l'encadré 1.

**RESULTATS DES ESSAIS**

**La digestibilité des rations**

La digestibilité apparente des constituants de la ration est donnée dans le tableau 3.

**La dégradabilité des aliments dans les sachets**

Les résultats de dégradabilité in sacco d'aliments pouvant être introduit dans une ration pour équilibrés sont portés dans la figure 2.

**Bilans azotés sanguins**

L'évolution de l'urémie au cours de la journée est tracée sur la figure 3 pour l'essai A et sur la figure 4 pour l'essai C.

L'évolution de la concentration sanguine en acide aminés au cours de la journée est représentée sur la figure 5 pour l'essai C.

L'évolution du taux plasmatique en acides aminés essentiels est exactement parallèle à celle de l'ensemble des acides aminés (Figure 6). Pour le régime P6 la concentration maximale d'environ 750 micromol/l est atteinte dès la 11ème heure tandis que pour le régime P7 elle atteint 1150 micromol/l à la 13ème heure.

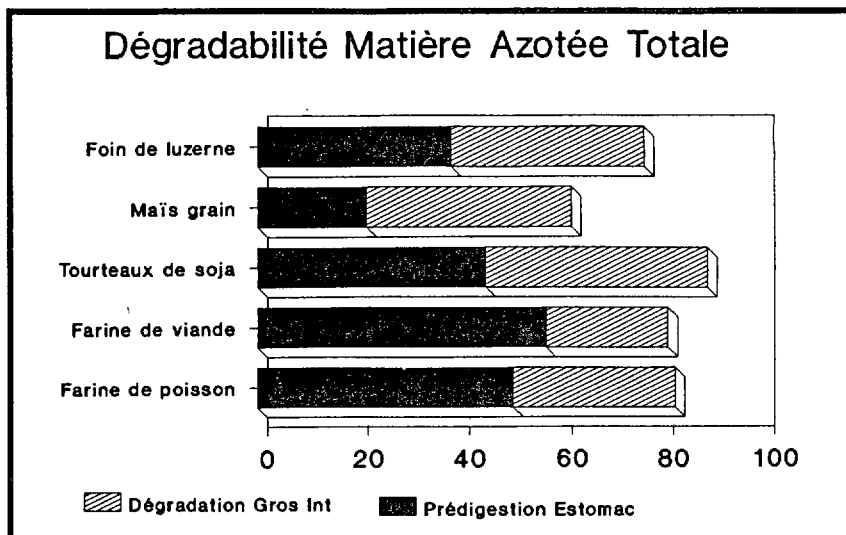


Figure 2 : Résultats de dégradabilité des aliments placés dans les sachets nylon au début du gros Intestin.

**DISCUSSION**

La digestibilité des matières azotées totales de la ration est significativement plus élevée dans le cas du régime foin de luzerne dactyle que dans le cas des régimes à base de fourrages type paille.

**Le foin de luzerne fournirait à la population microbienne un apport immédiat en azote et en énergie qui serait favorable à son développement et qui stimulerait son activité.**

Cette hypothèse semble confirmée par l'augmentation de la digestibilité apparente de la MAT au cours de la période 4. En effet, la source azotée apportée par voie caecale est plus dégradée dans le cas du régime paille en bouchons que dans le cas du régime paille hachée, et ceci parce que le transit serait accéléré dans l'intestin grêle dans le cas d'une ration en bouchons où la taille des particules est plus faible. L'énergie procurée par la paille et l'azote infusée par voie caecale activeraient là encore les fonctions microbiennes du gros intestin, et augmenteraient la dégradation des matières azotées.

Le caecum contribuerait donc aux remaniements des protéines alimentaires en protéines microbiennes mais cela ne préjuge en rien de l'apport en acides aminés au métabolisme de l'animal. Cette contribution du caecum, et plus globalement du gros intestin, à la dégradation azotée chez le cheval est

démontrée dans l'Essai B. La dégradabilité totale de la fraction azotée (prédigestion pepsique suivie de séjour dans le gros intestin) est en effet proche des valeurs de la digestibilité in vivo (Figure 7).

En différenciant la distribution du concentré par rapport au fourrage, on peut estimer pour l'utilisation de la matière azotée, la part de la digestion dans l'estomac et l'intestin grêle et celle de la digestion dans le caecum et le gros intestin. La digestibilité des MAT des rations des périodes P6 et P7 n'est pas modifiée globalement mais les résultats des bilans sanguins font apparaître de grandes variations : l'urémie est augmentée par la distribution de fourrage et de tourteau de soja simultanément. Il serait nécessaire de compléter ces expérimentations par des mesures incluant les bilans azotés urinaires afin de préciser combien on perd d'azote dans les urines.

**La consommation simultanée du tourteau de soja et du fourrage augmente l'urémie et, par conséquent, elle ne valorise pas bien les protéines d'origine alimentaire.**

Si l'urémie est plus importante, cela signifie qu'il y a plus d'azote d'origine alimentaire parvenant jusqu'au gros intestin. Cet azote est métabolisé par les microorganismes en ammoniacque qui, lui-même est transformé en urée dans le foie et éliminé rapidement.

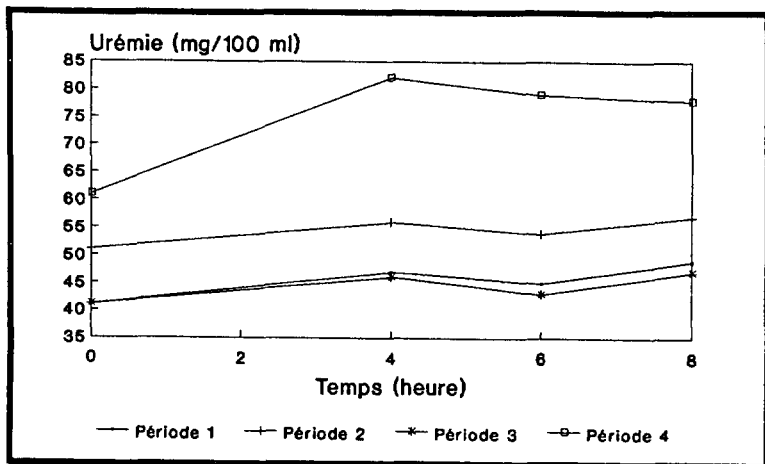


Figure 3 : Evolution de l'urémie pour l'Essai A.

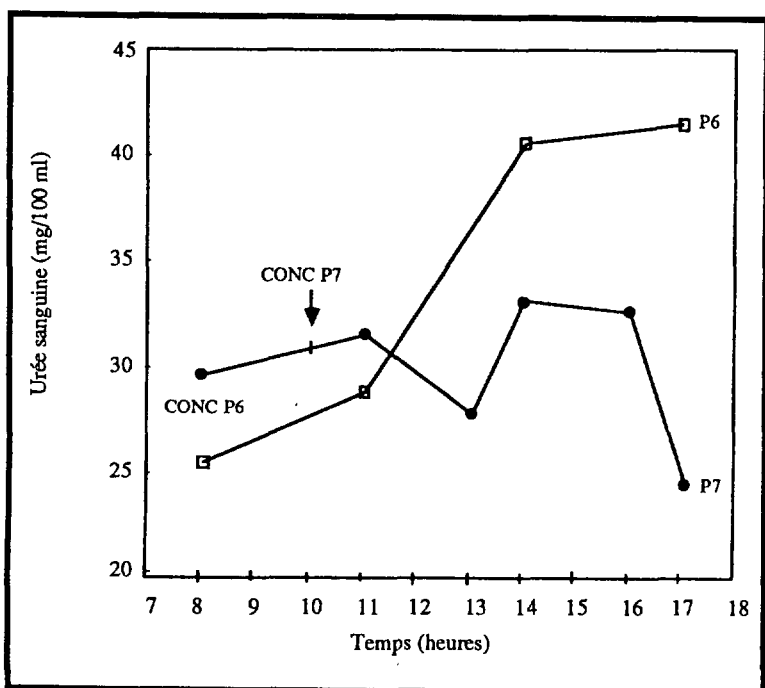


Figure 4 : Evolution de l'urémie pour l'Essai C.

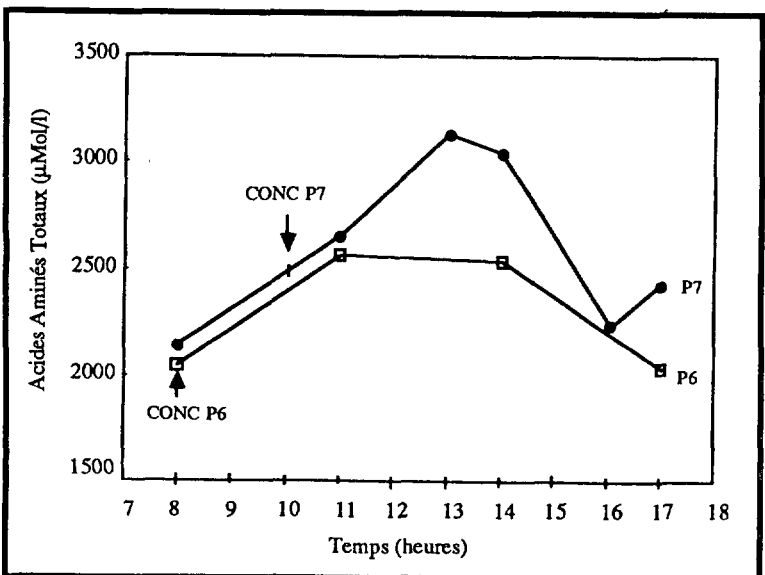


Figure 5 : Evolution de la concentration sanguine en Acides Aminés pour l'Essai C.

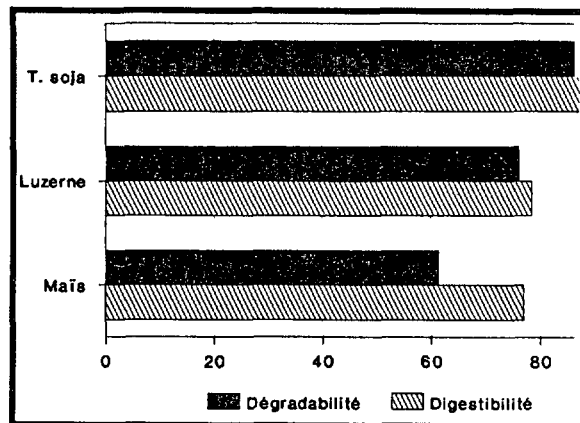


Figure 7 : Comparaison de la dégradabilité des aliments dans le tube digestif et dans les sachets nylon placés dans le gros intestin.

L'augmentation de l'urémie confirme que l'activité microbienne est également stimulée dans le gros intestin lorsque la source azotée est infusée par voie caecale et ce, surtout dans le cas du régime à base de bouchons de paille.

Concernant le taux plasmatique d'acides aminés, il est augmenté de façon significative lors d'une distribution différée du concentré par rapport au fourrage (P7). Lors de la distribution simultanée du concentré et du fourrage, la proportion d'acides aminés absorbés dans l'intestin grêle est diminuée car le transit du concentré est accéléré dans l'intestin grêle, poussé par le fourrage.

### COMMENT VALORISER AU MIEUX LES PROTEINES ALIMENTAIRES ?

Ces résultats indiquent que, chez les équidés, la forme et le rythme de distribution des aliments sont susceptibles d'influencer l'utilisation de leur fraction azotée en modifiant le rapport digestion pré-caecale/digestion post-iléale.

**La distribution des aliments concentrés deux heures après le fourrage améliore l'assimilation des protéines de la ration.**

La distribution différée du concentré par rapport au fourrage permet une meilleure valorisation des protéines alimentaires (partie coûteuse de la ration) en augmentant le temps de séjour de la ration dans l'estomac puis dans l'intestin grêle : les acides aminés essentiels y sont mieux digérés que dans le cas d'une distribution simultanée des concentrés et des fourrages.

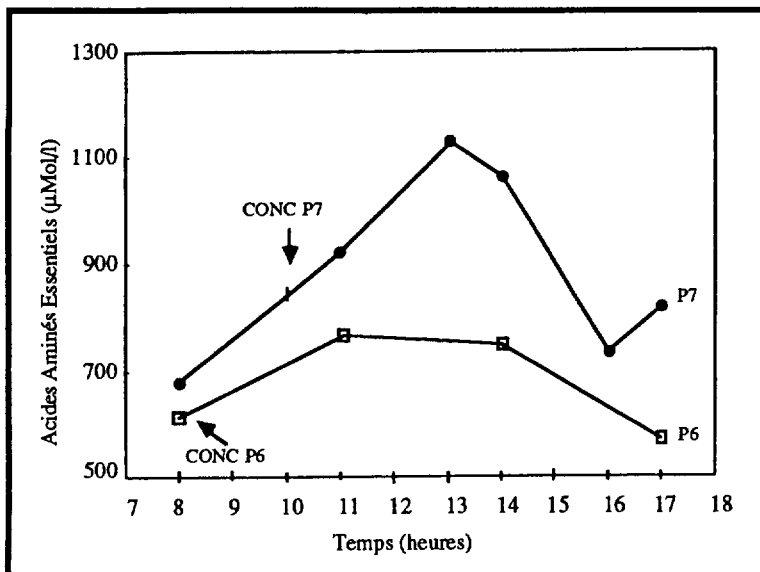


Figure 6 : Evolution de la concentration sanguine en Acides Aminés Essentiels pour l'Essai C.

Ce travail précise la part de chacun des compartiments digestifs dans l'utilisation azotée de divers aliments. Ceci pourra contribuer à l'amélioration du système MADC et par là-même conduire à de nouvelles recommandations pratiques.

Pour une ration de même coût, il semble donc possible d'obtenir un meilleur rapport coût des protéines de la ration / utilisation des acides aminés, par une distribution raisonnée des aliments.

**Une ration de fourrage sous forme de bouchons apporte aux micro-organismes du gros intestin plus d'énergie que la même ration hachée.**

Ceux-ci tireraient donc un plus grand profit de la fraction azotée alimentaire. Les effets de la ration agglomérée sur la concentration sanguine en acides aminés sont actuellement vérifiés au laboratoire.

## SPEED PULS EQUUS

Le partenaire de votre réussite

### SPEED PULS EQUUS

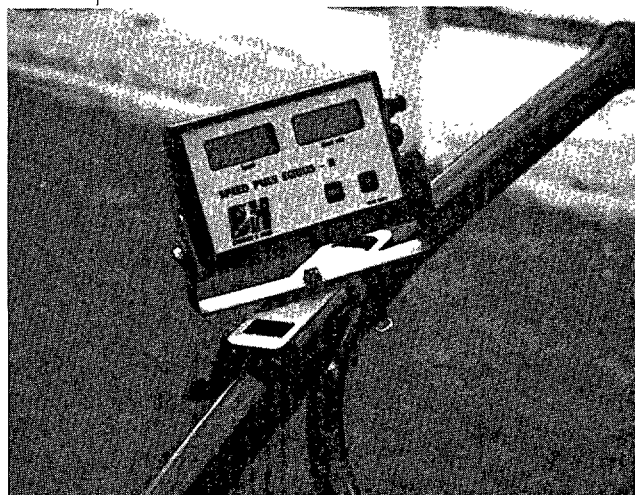
#### Affichage

Fréquence Cardiaque et Vitesse (réduction Kilométrique)  
Vous contrôlez en direct l'intensité du travail de votre cheval

### SPEED PULS EQUUS RECORDER

#### Affichage et Enregistrement

Fréquence Cardiaque et Vitesse (réduction kilométrique)  
Vous gardez en référence les séances d'entraînement spécifique de votre cheval



Le tableau de bord de l'entraînement quotidien de votre cheval

iNTREST Int. 28 bis, rue de Paradis 53000 LAVAL Tél. : 43 67 06 03 Fax : 43 67 19 07