



02 mars 2005

LES HARAS NATIONAUX

PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES ET LOCOMOTEURS : SYNTHESE SUR L'INTERET PREDICTIF POUR LA PERFORMANCE EN COURSE DE TROT

Par :

- C. Leleu, C. Cotrel, A. Couroucé-Malblanc et E. Barrey
Pégase Mayenne, Département de Médecine du sport,
centre Hospitalier, 53 015 Laval Cedex

Résumé

Cette synthèse porte sur 3 études rétrospectives entreprises pour analyser les relations entre paramètres physiologiques et locomoteurs et niveau de performance future chez le Trotteur Français. L'objectif était de définir et quantifier le caractère prédictif des tests physiologiques et locomoteurs pour cheval Trotteur en matière de niveau de performance. La population observée comprend 427 Trotteurs de différents âges et niveaux de performance.

Les performances en course de trot sont étroitement liées aux paramètres physiologiques témoignant de la capacité aérobie et de l'aptitude cardiaque. Les paramètres physiologiques étudiés sont d'intéressants facteurs prédictifs de performance en course de trot, dès l'âge de 2 ans. Par contre, même si certains facteurs locomoteurs sont liés à la performance chez les chevaux d'âge, la mesure précoce de ces variables à 2 ans ne semble pas présenter d'intérêt prédictif.

Mots-clés : performance, course, lactates, fréquence cardiaque, locomotion

Summary

This synthesis gathers data from three retrospective studies dealing with the relationships between physiological and locomotor variables and the level of performance in French trotters. The goal was to define and quantify the predictive value of physiological and locomotor evaluations in trotter horses' performance. The population was composed of 427 horses of different ages and levels of performance.

Performance in trot races is closely related to physiological variables measuring aerobic capacity and cardiac potential. The physiological variables studied were of interest for the prediction of the level of performance, since the age of 2. On the contrary, even if some locomotor variables are related to the level of performance in mature horses, the early measurements of locomotion was not related to the future performance.

Key-words : performance, race, lactate, heart rate, locomotion

INTRODUCTION

En France, les courses de trot consistent en des épreuves dont la distance varie de 1 600 m à 4 000 m et dont la durée est comprise entre 2 et 5 mn. Le trotteur est, de part la nature de ces épreuves, un athlète de demi-fond dont les qualités fondamentales sont à la fois la **tenue** et la **vitesse**. On peut toutefois se demander sur quelles bases physiologiques ou biomécaniques reposent l'aptitude à trotter vite et longtemps. Quelles sont les caractéristiques fonctionnelles qui permettent d'atteindre et de maintenir une vitesse maximale au trot ? Existe-t-il un métabolisme énergétique ou une gestuelle propice à la performance en trot et si oui, dans quelle mesure ces données sous-tendent la performance ?

Enfin, si effectivement certaines caractéristiques physiologiques et/ou locomotrices sont liées à la performance, leur mesure précoce (par exemple avant la qualification) est-elle prédictive d'un niveau de performance future ? Si tel était le cas, l'utilisation des tests physiologiques et locomoteurs à visée sélective serait validée scientifiquement.

I. OBJECTIFS

Dans le but de répondre à ces différentes questions, trois études ont été menées :

▲ **Etude 1 : Relations entre paramètres physiologiques et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge (3 ans et +)** (Leleu et al., 2005b)

L'objectif de cette étude rétrospective est de mettre en évidence des relations entre paramètres physiologiques et niveau de performance dans l'année du test.

▲ **Etude 2 : Relations entre paramètres locomoteurs et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge (3 ans et +)** (Leleu et al., 2005a)

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence des relations entre paramètres locomoteurs et niveau de performance dans l'année du test.

▲ **Etude 3 : Relations entre paramètres physio - locomoteurs et niveau de performance future chez les jeunes chevaux de 2 ans** (Leleu et al., 2004c)

L'objectif est de vérifier que les paramètres physiologiques et/ou locomoteurs liés à la performance chez le trotteur adulte sont prédictifs du niveau de performance à venir lorsqu'ils sont mesurés précocement, chez le jeune de 2 ans.

II. MATERIELS ET METHODES

1. Les chevaux

▲ **Etude 1 : Relations entre paramètres physiologiques et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge**

La population est constituée de 236 Trotteurs de 3 à 8 ans. Ces chevaux sont sains, tous en période de compétition (niveau de préparation supposé optimal). La répartition par classe d'âge est la suivante : 61 chevaux de 3 ans, 56 chevaux de 4 ans et 59 chevaux de 5 ans et 60 chevaux de six ans et plus. Tous ces chevaux sont soumis à un test physiologique tel que décrit ci après.

▲ **Etude 2 : Relations entre paramètres locomoteurs et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge**

La population est constituée de 104 chevaux Trotteurs Français, âgés de trois à sept ans. La répartition par classe d'âge est la suivante : 42 chevaux de 3 ans, 29 chevaux de 4 ans et 33 chevaux de 5 ans et plus. Tous ces chevaux sont sains, en bonne condition physique et sont soumis à un test locomoteur tel que décrit ci après.

▲ **Etude 3 : Relations entre paramètres physio-locomoteurs et niveau de performance future chez les jeunes chevaux**

Un total de 98 Trotteurs de 2 ans, nés au printemps 1999, sont pris en compte dans cette étude rétrospective. Tous les tests sont réalisés au cours de l'été 2001 (entre Mai et Octobre). Ces tests physiologiques et locomoteurs sont réalisés après un minimum de 4 mois d'entraînement foncier. Ces jeunes chevaux sont en pleine préparation pour l'épreuve de qualification.

2. Les indices de performance

Trois indices de performance sont étudiés :

▲ **L'ITR** : L'ITR est un indice de performance officiel, délivré chaque année par le SIRE. Le calcul de l'ITR prend en compte le logarithme des gains annuels ramené aux nombres de départs. $ITR = \text{Log}(\text{Gains totaux} / \text{Nbre de départs})$. De plus ce résultat est corrigé en fonction de l'année des performances, du sexe et de l'âge. L'ITR est une variable de distribution normale, de moyenne 100 et d'écart type 20. Les chevaux de niveau moyen ont donc un ITR autour de 100. Par son ITR, chaque individu peut être classé en fonction de son niveau de performance sur une échelle linéaire variant de 50 à 150.

C'est sur la base de cet ITR que les populations de Trotteurs ont été divisées en différents groupes dans les études 1 et 2 :

Étude 1 : Relations entre paramètres physiologiques et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge

La population des 236 chevaux a été répartie en :

- ⇒ un groupe de bons performeurs : BP (n = 80), dont l'ITR est supérieur à 120,
- ⇒ un groupe de performeurs intermédiaires : PI (n = 80) dont l'ITR est compris entre 100 et 120.
- ⇒ un groupe de mauvais performeurs : MP (n = 76) dont l'ITR est inférieur à 100.

Étude 2 : Relations entre paramètres locomoteurs et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge

La population des 104 chevaux a été répartie en :

- ⇒ un groupe de bons performeurs : BP (n = 52), dont l'ITR est supérieur à 115,
- ⇒ un groupe de performeurs intermédiaires : PI (n = 52) dont l'ITR est inférieur ou égal à 115.

▲ **Les gains** :

Pour les études 1 et 2, on considère les gains accumulés en courses au 31 Décembre de l'année du test physiologique (étude 1) ou locomoteur (étude 2), c'est à dire par exemple les gains totaux à 2, 3 et 4 ans pour les chevaux de 4 ans.

Pour l'étude 3 (poulains testés en milieu d'année de 2 ans), on considère les gains en fin d'année de 4 ans. C'est sur la base des gains en fin d'année de 4 ans que les poulains sont répartis en 4 différents niveaux de performance :

- ⇒ un groupe de bons performeurs (BP) : chevaux ayant gagné plus de 30 000 € (n = 16),
- ⇒ un groupe de performeurs intermédiaires (PI) : chevaux ayant gagné entre 10 000 et 30 000 €. (n = 26),
- ⇒ un groupe de mauvais performeurs (MP) : chevaux ayant gagné entre 0 et 10 000 € (n = 32),
- ⇒ un groupe de chevaux non qualifiés (NQ) : non admis à la compétition, n = 20.

▲ **Le record** : on considère ici le meilleur temps ou chrono réalisé en compétition officielle sur la même période (au 31/12 de l'année du test pour les chevaux d'âge et à l'issue de l'année de 4 ans pour les jeunes chevaux).

3. Le test physiologique

L'épreuve d'effort standardisée de terrain pour trotteur est un test triangulaire. Il consiste, après un échauffement d'une dizaine de minutes, en la réalisation de trois paliers de trois minutes à vitesse stabilisée. La vitesse est incrémentée d'un palier au suivant. L'incrémentation dépend de l'âge et du stade d'entraînement du cheval considéré, les vitesses des paliers sont présentées dans le tableau I.

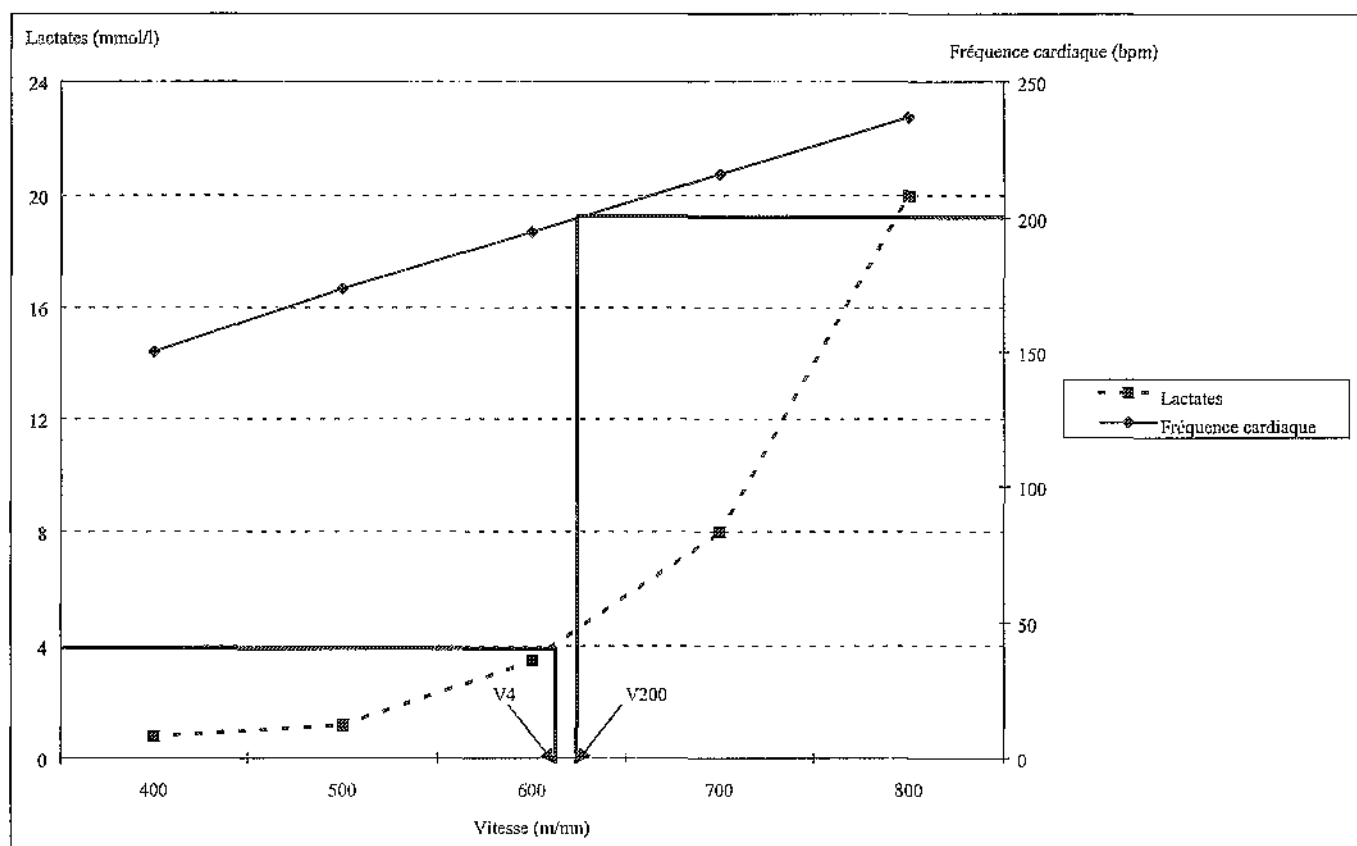
Tableau I : Vitesse (en m/min) imposées lors de l'épreuve d'effort standardisée
Speed (m/min) imposed during the field exercise test

Vitesses (m/min)/ Speed Age	Palier 1 / Step 1	Palier 2 / Step 2	Palier 3 / Step 3
2 ans / 2 year-old	470	530	590
3 ans / 3 year-old	490	560	630
4 ans et plus / 4 year old and over	500	580	660

Au cours du test, la fréquence cardiaque et la vitesse sont enregistrées. A la fin de chaque palier, une prise de sang est réalisée qui permet le dosage de l'acide lactique. Deux paramètres sont déduits des courbes d'évolution de la lactatémie et de la fréquence cardiaque en fonction de la vitesse (Figure 1). Les paramètres témoignant de la capacité aérobie et de l'aptitude cardiaque des chevaux sont respectivement :

- ⇒ la V4 : vitesse induisant une lactatémie de 4 mmol/l,
- ⇒ la V200 : vitesse induisant une fréquence cardiaque de 200 battements par minute.

Figure 1 : Evolution de la fréquence cardiaque et de la lactatémie en fonction de la vitesse et détermination des paramètres physiologiques V4 et V200.
Evolution of heart rate and blood lactate concentration in function of speed and determination of V4 and V200.



4. Le test locomoteur

Le test locomoteur est simultané au test physiologique. En plus des trois paliers réalisés à vitesse sous maximale stabilisée, une accélération à vitesse maximale est demandée. Les variables sont étudiées en ligne droite. Le système accélérométrique Equimetrix est composé d'un capteur plaqué contre le sternum dans le plan sagittal du cheval relié à un enregistreur.

Les accélérations mesurées sont qualifiées de dorso-ventrale (l'axe dorso-ventral correspondant à l'axe vertical lorsque le cheval est au repos) ; longitudinale selon l'axe cranio-caudal du cheval (l'axe cranio-caudal correspondant à l'axe horizontal quand le cheval est au repos) et enfin latérale selon l'axe médio-latéral.

Les variables mesurées et calculées sont :

- ⇒ la vitesse : V (m/s) est systématiquement mesurée par un tachymètre électro-magnétique et par un système GPS.
- ⇒ la fréquence des foulées : FF (foulées/s) correspond à un nombre de foulées par unité de temps.
- ⇒ la longueur des foulées : LF (m) est la distance pour séparer les 2 traces au sol d'un même pied. Elle peut être calculée selon la formule : $LF = V / FF$
- ⇒ la symétrie des mouvements gauches/droits : Sym (%) mesure la ressemblance des mouvements entre les diagonaux droit et gauche en comparant les demi-foulées.
- ⇒ la régularité des foulées : $Rég$ (/200) correspond à une mesure de la ressemblance des mouvements dorsoventraux entre les foulées successives.
- ⇒ le déplacement dorso-ventral : DDV (cm) représente une estimation du déplacement entre le point le plus haut et le point le plus bas de la trajectoire du capteur.
- ⇒ l'activité dorso-ventrale : $A. DV$ (g^2/Hz) quantifie à la fois l'amplitude et la rapidité des mouvements dans l'axe dorso-ventral.
- ⇒ l'activité longitudinale : $A. long$ (g^2/Hz) quantifie à la fois l'amplitude et la rapidité des mouvements dans l'axe longitudinal.
- ⇒ l'activité latérale : $A. lat$ (g^2/Hz) quantifie à la fois l'amplitude et la rapidité des mouvements dans l'axe latéral.
- ⇒ la durée de la phase d'appui (% de la foulée) correspond à la durée de la phase d'appui (c'est à dire du poser au lever du diagonal). Elle est exprimée en % de la foulée.
- ⇒ la durée de la phase de propulsion (% de la foulée) correspond à la durée de la phase de propulsion (c'est à dire de l'appui maximal au lever). Elle est exprimée en % de la foulée.

5. Les analyses statistiques

Dans chaque étude, des analyses de variance sont calculées pour tester l'hypothèse d'une différence de paramètres physiologiques et locomoteurs entre les groupes de performers, des post-hoc test de Duncan complétant les analyses. Des corrélations sont calculées entre indices de performance et les paramètres physio-locomoteurs. Un seuil de significativité de 5% est retenu.

III. RESULTATS

I. Indices de performance

Le tableau II décrit les performances des chevaux dans les 3 études. Ainsi, ces 3 populations se caractérisent par une grande hétérogénéité du niveau de performance, les bons performers (BP) présentant des gains, record et ITR significativement supérieurs à ceux des performers intermédiaires (PI), ces derniers ayant eux mêmes des indices de performance significativement supérieurs aux mauvais performers (MP). Comme attendu, l'âge est un facteur de variation important des indices de performance choisis.

Tableau II : Indices de performance des différentes populations des 3 études (moyenne \pm sd).
Performance indices in the three populations studied (Mean \pm sd).

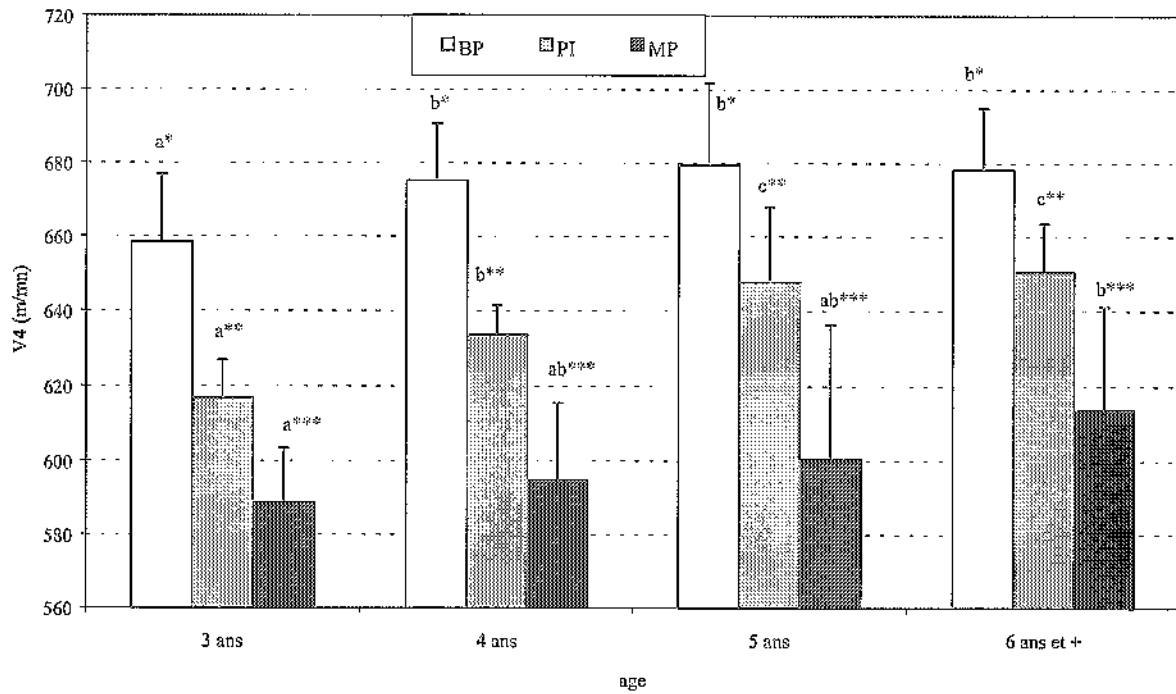
	n	Age	Groupe de performance	ITRmax	Record (1'x''/km)/ Best time	Gains (x 1000 €)/ Earnings	Nb départs/Nb starts
Etude 1	20	3	BP	133 \pm 12	16.9 \pm 2	75 \pm 97	13 \pm 6
	20	3	PI	107 \pm 7	20.7 \pm 2	9 \pm 7	9 \pm 4
	21	3	MP	80 \pm 15	21.4 \pm 2	3 \pm 3	7 \pm 2
	19	4	BP	140 \pm 14	15.4 \pm 2	167 \pm 220	19 \pm 7
	19	4	PI	107 \pm 7	18.8 \pm 1	17 \pm 9	20 \pm 9
	18	4	MP	83 \pm 14	19.6 \pm 2	8 \pm 7	18 \pm 10
	20	5	BP	137 \pm 8	15.5 \pm 2	197 \pm 177	33 \pm 13
	20	5	PI	107 \pm 11	17.6 \pm 2	43 \pm 22	39 \pm 11
	19	5	MP	87 \pm 15	19.1 \pm 2	20 \pm 16	31 \pm 15
	19	6 et +	BP	139 \pm 9	14.8 \pm 2	396 \pm 260	53 \pm 15
	23	6 et +	PI	103 \pm 14	16.9 \pm 1	75 \pm 49	58 \pm 25
	18	6 et +	MP	84 \pm 20	17.5 \pm 2	53 \pm 32	53 \pm 11
Etude 2	20	3	BP	125 \pm 8	17 \pm 2	57 \pm 82	14 \pm 8
	22	3	PI	100 \pm 12	19.6 \pm 1.6	10 \pm 12	7 \pm 4
	15	4	BP	129 \pm 10	15.9 \pm 1.4	87 \pm 68	22 \pm 10
	14	4	PI	100 \pm 14	18.3 \pm 1.6	14 \pm 10	16 \pm 4
	17	5 et +	BP	135 \pm 10	13.9 \pm 1.1	287 \pm 150	43 \pm 10
	16	5 et +	PI	98 \pm 15	17.4 \pm 1.5	45 \pm 33	37 \pm 11
Etude 3	16	2	BP	129 \pm 8	16.1 \pm 1.7	73 \pm 50	21 \pm 7
	26	2	PI	112 \pm 7	18 \pm 1.2	17 \pm 6	22 \pm 11
	32	2	MP	89 \pm 19	20.4 \pm 1.4	3 \pm 3	10 \pm 8
	20	2	NQ	-	-	-	0

II. Paramètres physiologiques et performance

▲ Etude 1 : Relations entre paramètres physiologiques et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge (3 ans et +)

Les figures 2 et 3 montrent les moyennes des V4 et des V200 selon l'âge et le groupe de performance. L'analyse de variance montre que quelque soit la classe d'âge, la V4 et la V200 sont significativement différentes d'un groupe de performers à l'autre, les bons performers présentant les meilleurs paramètres.

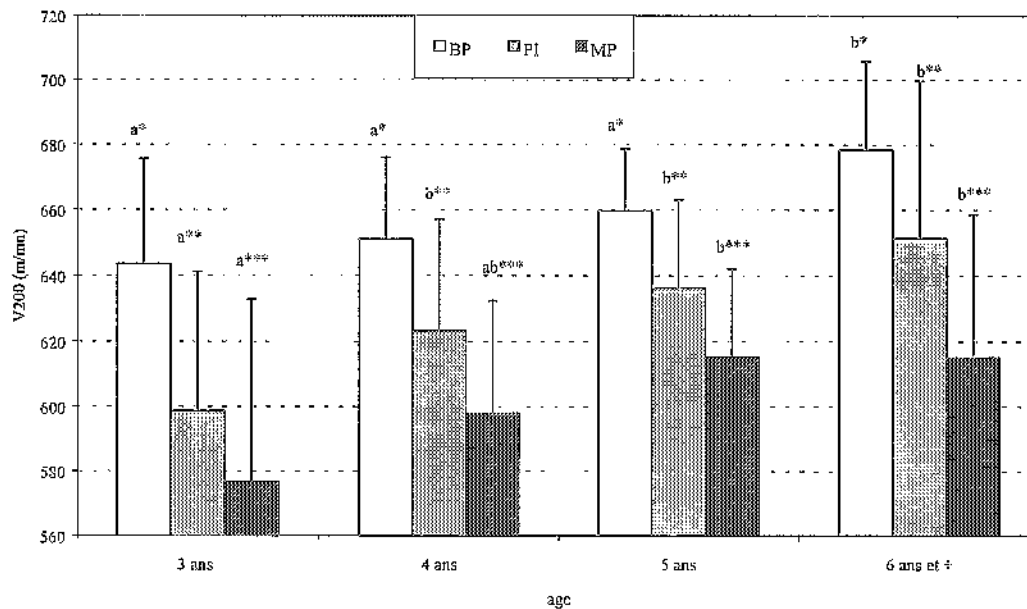
Figure 2 : Moyenne (sd) des V4 selon l'âge et le groupe de performance
Mean (sd) V4 according to the age and performance groups



a ≠ b ≠ c : différences significatives entre les groupes d'âge

* ≠ ** ≠ *** : différences significatives entre groupes de performance

Figure 3 : Moyenne (sd) des V200 selon l'âge et le groupe de performance
Mean (sd) V200 according to the age and performance groups



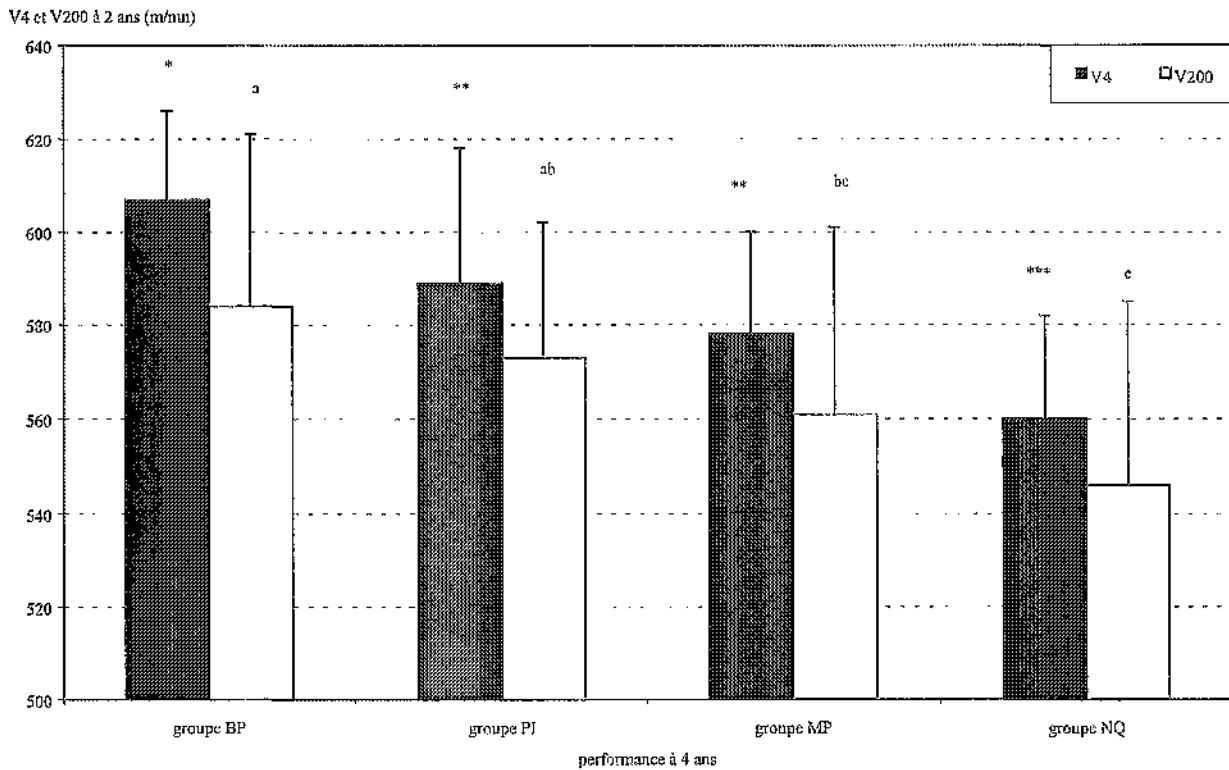
a ≠ b ≠ c : différences significatives entre les groupes d'âge

* ≠ ** ≠ *** : différences significatives entre groupes de performance

▲ **Etude 3 : Relations entre paramètres physiologiques et niveau de performance future chez les jeunes chevaux de 2 ans**

Comme le montre la figure 4, la V4 des BP est significativement supérieure à celle des PI et MP. Les NQ ont eux une V4 significativement inférieure aux autres chevaux. De même les BP ont une V200 significativement supérieure aux MP et NQ, ces derniers présentant une V200 significativement inférieure aux BP et PI.

Figure 4 : Moyennes des V4 et V200 mesurées à 2 ans dans les groupes de performers à 4 ans.
Mean V4 and V200 measured at 2 year-old in the performance groups (4 year-old)



a ≠ b ≠ c : différence significative entre les V200

* ≠ ** ≠ *** : différence significative entre les V4

Les calculs de corrélations entre paramètres physiologiques et performance confirment ces résultats (Tableau III). Il est à noter que les corrélations sont plus fortes entre indices de performance et V4 qu'entre indices de performance et V200. De plus les corrélations sont plus élevées chez les chevaux d'âge que chez les poulains de 2 ans.

Tableau III : Corrélations entre indices de performance et données physiologiques
Correlations between performance indices and physiological variables

		ITR	Gains /Earnings	Record / Best time
Étude 1 / study 1 (n = 236)	V4	0.72	0.45	-0.6
	V200	0.47	0.33	-0.43
Étude 3 / Study 3 (n = 98)	V4	0.29	0.55	-0.32
	V200	0.23	0.45	-0.29

III. Paramètres locomoteurs et performance

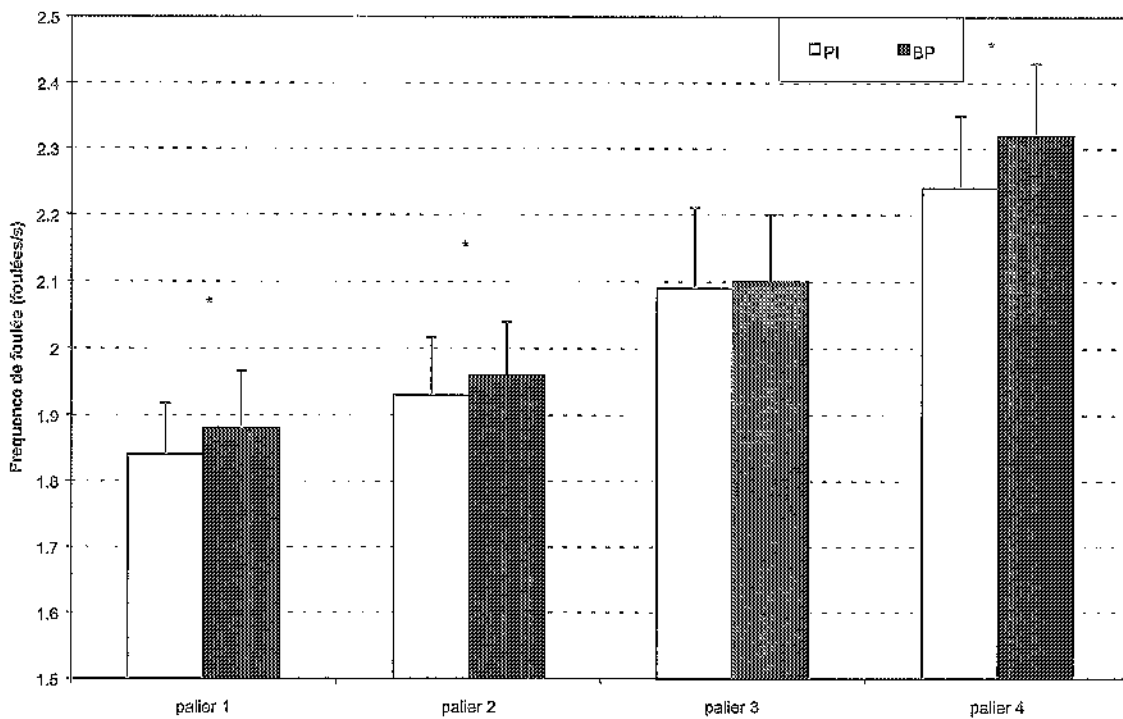
▲ Etude 2 : Relations entre paramètres locomoteurs et niveau de performance en course chez les chevaux d'âge (3 ans et +)

▲

A vitesse équivalente, trois des paramètres locomoteurs apparaissent significativement différents entre les bons performeurs et les performeurs intermédiaires.

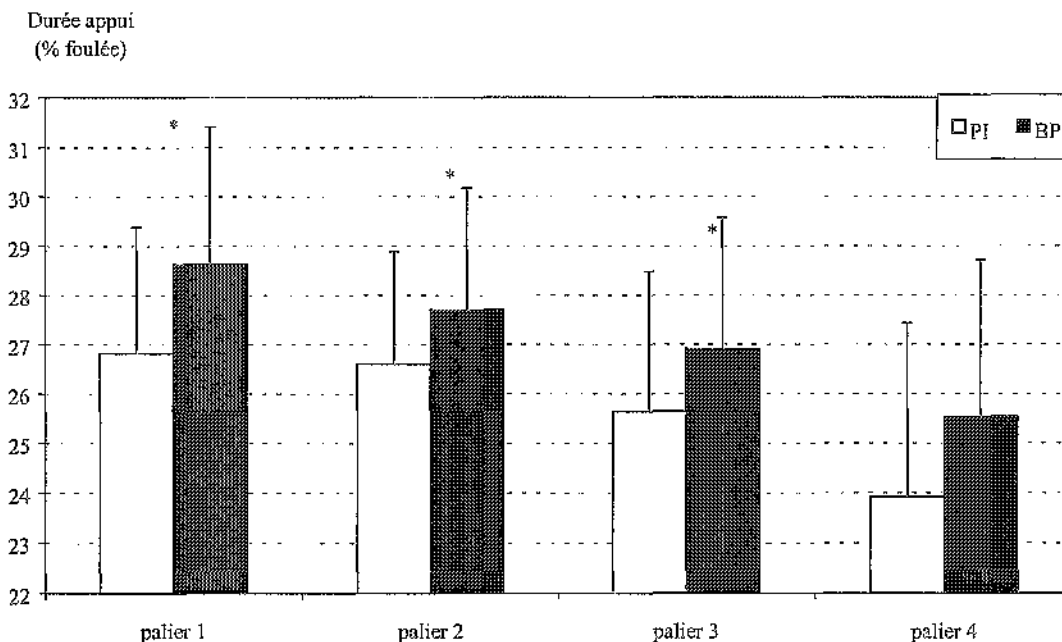
La fréquence de foulée est significativement supérieure chez les bons performeurs sur le palier 1, 2 et 4 (figure 5).

Figure 5 : Evolution des fréquences de foulée en fonction de la vitesse dans les deux classes de performance
Evolution of stride frequency in function of speed in the 2 performance groups



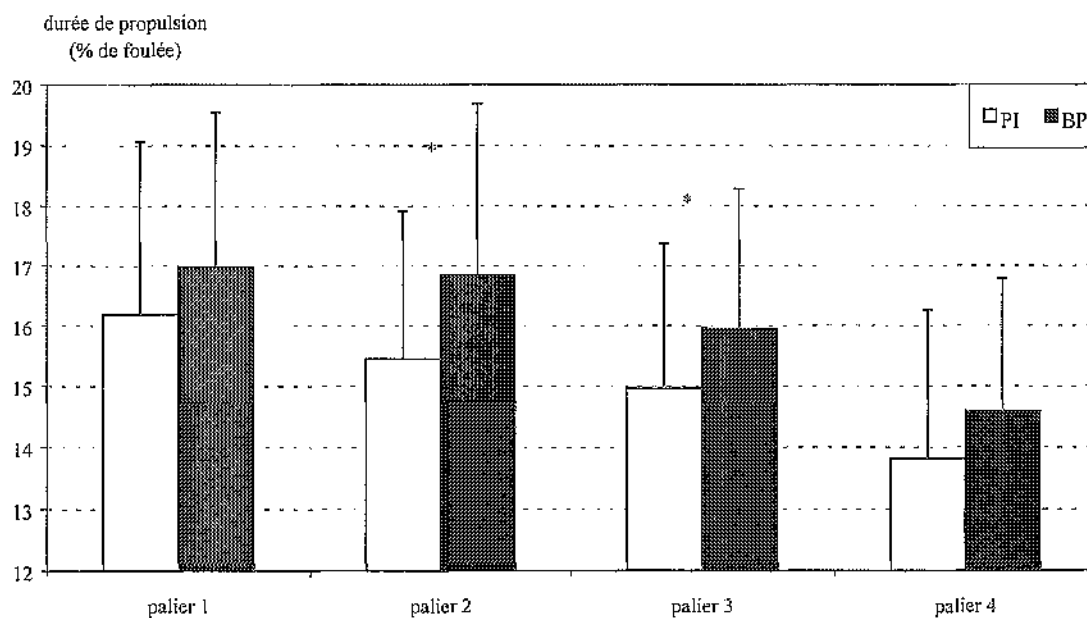
Les durées d'appui relative (exprimée en % foulée) sont significativement plus longues chez les bons performeurs que chez les performeurs intermédiaires lors du palier 1, 2 et 3 (figure 6).

Figure 6 : Evolution des durées d'appui en fonction de la vitesse dans les deux classes de performance
Evolution of relative stance duration in function of speed in the 2 performance groups



Ceci peut s'expliquer par une durée de propulsion plus longue chez les bons performers, différence significative sur le palier 2 et 3 (figure 7).

Figure 7 : Evolution des durées de propulsion en fonction de la vitesse dans les deux classes de performance
Evolution of relative propulsion duration in function of speed in the 2 performance groups



Les autres paramètres locomoteurs (Symétrie, Régularité, Activités dorso-ventrale, longitudinale et latérale et déplacement dorso-ventral) ne sont pas différents selon le groupe de performance.

▲ **Etude 3 : Relations entre paramètres physio - locomoteurs et niveau de performance future chez les jeunes chevaux de 2 ans**

L'analyse de variance étudiant l'effet du niveau de performance (à 4 ans) sur les paramètres locomoteurs mesurés à 2 ans ne révèle aucune différence entre les groupes de performers.

Ces données sont confirmées par le calcul de corrélations entre paramètres locomoteurs et indices de performance (tableau IV) . Les indices les performance sont corrélés à la fréquence de foulée et aux durées relatives d'appui et de propulsion chez les chevaux d'âge mais ne le sont pas chez les jeunes chevaux.

Tableau IV : Corrélations entre indices de performance et données locomotrices.
Correlations between performance indices and locomotor data

		ITR	Gains / Earnings	Record / Best time
Etude 2 (n = 104)	Fréquence de foulée / Stride frequency	0.15	ns	-0.1
	Durée appui / stance duration	0.22	ns	ns
	Durée propulsion/ propulsion duration	0.22	0.15	-0.12
Etude 3 (n = 98)	Fréquence de foulée / Stride frequency	ns	ns	ns
	Durée appui / stance duration	ns	ns	ns
	Durée propulsion/ propulsion duration	ns	ns	ns

IV. DISCUSSION

1. Performance et données physiologiques :

Dans les 3 études, une attention particulière a été apportée à la grande variabilité d'aptitude physique des chevaux. Dans certaines études, un manque de variabilité de l'aptitude physique dans la population étudiée est parfois avancé comme une explication à l'absence de relations entre variables physiologiques et indices de performance. Dans nos études, une attention particulière est apportée au contrôle des facteurs de variation des données V4 et V200. Les conditions environnementales peuvent en effet interférer.

C'est pourquoi les tests de terrain sont parfois considérés comme moins fiables que les tests de laboratoire sur tapis roulant pour l'évaluation physiologique. Dans nos études, seuls les tests réalisés dans de très bonnes conditions : piste roulante, temps adéquat sont retenus pour limiter les facteurs externes de variation. Le protocole du test utilisé a été mis au point par Demonceau et Auvinet (1992). Il est aussi important de parfaitement standardiser les tests pour obtenir des résultats comparables et fiables. La reproductibilité du test physiologique a été démontrée (Dubreuc et al., 1995) ainsi que celle du test locomoteur (Leleu et al., 2004a). Enfin, le niveau de condition physique est un facteur de variation très important (Couroucé et al., 2002). C'est la raison pour laquelle un niveau minimum de 4 mois d'entraînement a été requis pour l'étude portant sur les chevaux de 2 ans et un niveau de condition physique optimal (condition de course) pour les 3

ans et plus. Pour chaque classe d'âge, les moyennes des variables physiologiques sont proches de celles précédemment décrite dans des conditions similaires (Couroucé, 1999 ; Couroucé et al., 2002).

A partir de tests d'effort sous maximaux, des relations entre V4 et indices de performance ont déjà été rapportées. Couroucé et al. (1997), dans une population de 100 Trotteurs âgés de 3 ans et plus, montre que 96 % des chevaux présentant une V4 basse sont de mauvais performers. Au contraire, parmi les chevaux présentant des V4 élevées, 89 % s'avèrent être de bons performers. Dans cette étude, un cheval est défini comme un bon performer s'il finit entre la première et la 5^{ème} place d'une course dans les 2 mois qui suivent le test d'effort, et comme un mauvais performer s'il finit après la 5^{ème} place. Ces données sont difficilement comparables aux nôtres car :

- ⇒ Les critères de performance choisis sont différents: Couroucé retient comme critère la réalisation d'une victoire ou d'une place alors que nous considérons des ITR, record et gains accumulés sur une année,
- ⇒ Les périodes de performance étudiées sont différents : Couroucé s'intéresse aux performances à court terme : dans les 2 mois qui suivent le test d'effort alors que nous considérons les performances à plus long terme, durant les 2 ans suivant le test pour l'étude portant sur les 2 ans et pendant toute l'année du test pour l'étude portant sur les 3 ans et plus.

On observe de meilleures corrélations entre performance et paramètres physiologiques dans la population de 3 ans et plus par rapport à la population de 2 ans. Les principales raisons sont que ces chevaux adultes sont observés à plus court terme du point de vue de leur performance et que le facteur « niveau de préparation » est plus facilement contrôlable.

Un autre facteur essentiel influençant les relations existant entre V4 et performance est le type de compétitions auxquelles participent les chevaux. Les voies métaboliques prédominantes lors d'exercice physique dépendent évidemment de la distance de course. En France, les distances de course de trot sont très variables : entre 2000 et 4400 m, la plupart des distances étant de 2700 à 3200 m. Au contraire, aux Etats Unis, une seule distance existe, beaucoup plus courte puisqu'elle est correspond à un mile (1609 m). La capacité aérobie requise pour courir 3200 m n'est pas la même que celle nécessaire pour courir sur le mile.

En France, la variabilité des distances et surtout leur longueur conduit peut être à la sélection d'individus présentant les meilleures capacités aérobies. De plus, la discipline typiquement française qu'est le trot monté implique elle aussi la sélection de chevaux de grande tenue. L'étroite relation entre V4 et performance observée chez le Trotteur Français pourrait être spécifiquement liée à l'importance de la capacité aérobie nécessaire aux Trotteurs Français comparativement à d'autres trotteurs courant sur de plus courtes distances et strictement attelés.

2. Performance et données locomotrices

L'étude des relations entre niveau de performance et paramètres locomoteurs présuppose le contrôle d'autres facteurs de variation déjà identifiés (Leleu et al., 2004a, 2004b) :

- ⇒ l'âge des chevaux comparés :

L'âge est un facteur de variation important des paramètres locomoteurs. Il apparaît ainsi indispensable de comparer des chevaux de même âge.

- ⇒ la vitesse :

La vitesse étant le premier facteur de variation, il est important de comparer les chevaux à des vitesses similaires. De manière inattendue, les vitesses du dernier palier ne sont pas différentes entre le groupe des bons performers et le groupe des moyens. Ceci peut s'expliquer par le fait que la réalisation d'une accélération à vitesse maximale est rarement observée. L'obtention de données maximales est difficile chez les chevaux quand ils ne sont pas en situation de compétition. Les valeurs de vitesse maximale sont très approximatives du fait d'un manque d'émulation et de sollicitations du driver.

Cette étude révèle que le niveau de performance en course de trot est lié à certains paramètres locomoteurs :

3. La fréquence de foulée :

A vitesse sous maximale et maximale, les fréquences de foulée des chevaux performants sont significativement supérieures à celles des chevaux moyennement performants. Ce premier élément est en accord avec des études antérieures portant sur les trotteurs et les galopeurs (Bayer, 1973 ; Barrey et al., 1995,